

**IDENTYFIKACJA I WYBÓR, NA PODSTAWIE ANALIZ
DOTYCHCZASOWYCH OPRACOWAŃ, MOŻLIWYCH DO
REALIZACJI W OKRESIE PROGRAMOWANIA UNII
EUROPEJSKIEJ 2007-2013, WARIANTÓW ROZWOJU
ZINTEGROWANEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA RUCHEM
W M.ST. WARSZAWIE**

Wersja 2.3
(poprawiona)

Opracowanie wykonane na zlecenie Biura
Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st. Warszawy

Warszawa, sierpień 2010

Zespół autorski

- **dr hab. inż. Piotr Olszewski**
- **mgr Piotr Krukowski**
- **mgr inż. Krzysztof Modelewski**
- **mgr inż. Marek Wierzchowski**
- **mgr Robert Jędrzejczak**
- **Sławomir Braja**

Konsultacje:

- **prof. dr inż. Wojciech Suchorzewski**
- **dr inż. Andrzej Brzeziński**
- **dr inż. Tomasz Dybicz**
- **dr inż. Piotr Szagała**
- **mgr inż. Małgorzata Barańska**
- **mgr inż. Andrzej Kobuszewski**

Spis treści

Streszczenie.....	7
1. Wstęp.....	11
1.1. Cel opracowania.....	11
1.2. Zakres opracowania.....	11
2. System transportowy Warszawy oraz Zintegrowany System Zarządzania Ruchem	13
2.1. Istniejący system transportowy Warszawy	13
2.1.1. Ogólna charakterystyka systemu transportowego Warszawy.....	13
2.1.2. System transportu publicznego	15
2.1.3. Układ sieci drogowej	19
2.1.4. Parkingi	23
2.2. Plany rozwoju systemu transportowego.....	23
2.2.1. Budowa nowych tras mostowych	24
2.2.2. Budowa obwodnic Warszawy.....	26
2.2.3. Rozbudowa systemu transportu publicznego.....	27
2.2.4. Rozbudowa sieci parkingów „Parkuj i Jedź” (P+R).....	28
2.3. Zintegrowany System Zarządzania Ruchem – stan istniejący	28
2.4. Ocena istniejącego Systemu ZR.....	32
2.5. System sterowania sygnalizacją poza obszarem ZSZR	33
3. Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w Warszawie	40
3.1. Ogólny stan BRD w Warszawie.....	40
3.2. Stan bezpieczeństwa w obszarze ZSZR	44
4. Rozwiązania umożliwiające rozszerzenie funkcji i obszaru ZSZR w Warszawie.....	47
4.1. Cele rozszerzenia zakresu ZSZR.....	47
4.2. Dotychczasowe propozycje rozszerzenia zakresu ZSZR.....	48
4.2.1. Studium Wykonalności z 2004 roku.....	48
4.2.2. Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju ZSZR w Warszawie.....	49
4.3. Wzbogacenie funkcji Centrum Zarządzania Ruchem	52
4.4. Rozszerzenie obszarowego sterowania ruchem	55
4.5. Rozszerzenie funkcji pomiaru ruchu i monitoringu	57
4.6. Rozszerzenie funkcji informowania kierowców	59
4.6.1. Metody informowania użytkowników	59

4.6.2. Tablice o zmiennej treści	60
4.6.3. Dynamiczne wskazywanie trasy przy użyciu tablic VMS	61
5. Propozycja możliwych do realizacji wariantów rozwoju ZSZR w Warszawie	65
5.1. Uwarunkowania tworzenia wariantów	65
5.2. Wariant W0	65
5.3. Wariant W1	65
5.3.1. Proponowana struktura Systemu	65
5.3.2. Centrum Zarządzania Ruchem	67
5.3.3. Podsystem obszarowego sterowania ruchem	69
5.3.4. Podsystem pomiaru i monitorowania ruchu	70
5.3.5. Podsystem informowania kierowców	72
5.3.6. Podsystem łączności	76
5.4. Wariant W2	78
5.4.1. Proponowana struktura systemu	78
5.4.2. Podsystem priorytetów dla tramwajów	79
6. Analiza aspektów technicznych, ekonomiczno-społecznych oraz finansowych rozwoju ZSZR	83
6.1. Aspekty techniczne	83
6.1.1. Zakres modernizacji skrzyżowań	83
6.1.2. Wymagania podsystemu łączności	89
6.1.3. Podsystem priorytetu dla tramwajów	90
6.1.4. Bezpieczeństwo Systemu	91
6.2. Aspekty ekonomiczno-społeczne	92
6.2.1. Korzyści z realizacji projektu	92
6.2.2. Poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego	93
6.3. Aspekty finansowe	96
7. Etapowanie realizacji wariantów rozwoju ZSZR	97
8. Koszty realizacji i sposób finansowania wariantów rozwoju ZSZR	101
8.1. Koszty inwestycyjne	101
8.2. Koszty utrzymania i odtworzenia	103
8.3. Sposób finansowania wariantów rozwoju ZSZR	105
Wykaz wykorzystanych opracowań i źródeł	107
Załącznik I Mapy Obszarów II i III z zakresem modernizacji skrzyżowań	108

Spis tabel

Tabela 2.1	Skrzyżowania z sygnalizacją na terenie m.st. Warszawy – rok 2009 [4]	34
Tabela 2.2	Inwentaryzacja skrzyżowań z sygnalizacją w Obszarach II i III	36
Tabela 3.1	Rozkład zdarzeń drogowych na Obszarze I w latach 2004-2009	44
Tabela 3.2	Rozkład zdarzeń drogowych na Obszarach II i III w latach 2004-2009	45
Tabela 4.1	Zakres funkcjonalny Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem	51
Tabela 4.2	Kolejne etapy rozwoju ZSZR	56
Tabela 5.1	Sterowanie obszarowe w Wariancie W1	69
Tabela 5.2	Proponowana lokalizacja urządzeń do automatycznej detekcji zdarzeń ADZ	71
Tabela 5.3	Proponowana wstępnie lokalizacja tablic VMS	73
Tabela 5.4	Trasy proponowane do objęcia dynamicznym wskazywaniem	73
Tabela 5.5	Proponowana wstępnie lokalizacja tablic - punkty wyboru trasy	75
Tabela 5.6	Proponowane podłączenie elementów do Systemu	76
Tabela 5.7	Skrzyżowania objęte priorytetem dla tramwajów w Wariancie W2	79
Tabela 6.1	Zakres modernizacji skrzyżowań z sygnalizacją w wariantach W1 i W2	84
Tabela 6.2	Urządzenia umożliwiające wykorzystanie sieci ZOSM	89
Tabela 6.3	Korzyści z wprowadzenia obszarowego sterowania ruchem	92
Tabela 6.4	Korzyści z wprowadzenia priorytetu dla pojazdów TP na skrzyżowaniach	93
Tabela 6.5	Wskaźniki poprawy BRD po wprowadzeniu ZSZR	93
Tabela 6.6	Prognoza poprawy BRD w Obszarze II i III po wdrożeniu ZR	95
Tabela 8.1	Koszty modernizacji skrzyżowań	101
Tabela 8.2	Koszty rozbudowy ZSZR w Etapie 2	102
Tabela 8.3	Rozkład w czasie kosztów rozbudowy ZSZR	103
Tabela 8.4	Roczne koszty utrzymania oraz cykl życia elementów ZSZR	104
Tabela 8.5	Szacunkowe koszty utrzymania i odtworzenia Systemu ZSZR	105
Tabela 8.6	Finansowanie rozszerzenia ZSZR – wariant W1	106
Tabela 8.7	Finansowanie rozszerzenia ZSZR – wariant W2	106

Spis rysunków

Rys. 1.1	Lokalizacja projektu w granicach m.st. Warszawy.....	12
Rys. 2.1	Liczba samochodów zarejestrowanych w Warszawie w latach 1995-2005	13
Rys. 2.2	Wskaźniki motoryzacji - samochody na 1000 mieszkańców w latach 1995-2005...	14
Rys. 2.3	Przewozy pasażerów w kolejach podmiejskich w szczycie porannym	17
Rys. 2.4	Przewozy pasażerów w kolejach podmiejskich w szczycie popołudniowym	17
Rys. 2.5	Układ drogowo-uliczny Warszawy – klasyfikacja funkcjonalna	20
Rys. 2.6	Udział dróg poszczególnych kategorii w sieci drogowej Warszawy.....	21
Rys. 2.7	Udział dróg poszczególnych klas w sieci drogowej Warszawy	21
Rys. 2.8	Strefy ograniczeń ruchu pojazdów ciężarowych w Warszawie.....	22
Rys. 2.8	Planowany układ drogowo-uliczny Warszawy	25
Rys. 2.9	Warszawski węzeł dróg krajowych w 2012 roku	26
Rys. 2.10	Zintegrowany System Zarządzania Ruchem w Warszawie – Obszar I	29
Rys. 2.11	Strona Internetowa ZSZR (http://zsZR.zdm.waw.pl)	32
Rys. 2.12	Rozmieszczenie skrzyżowań z sygnalizacją w centralnej części miasta	35
Rys. 3.1	Wypadki drogowe w Warszawie w latach 1999-2009.....	40
Rys. 3.2	Ofiary wypadków drogowych w Warszawie w latach 1999-2009	41
Rys. 3.3	Wypadki drogowe z pieszymi w Warszawie w latach 2003-2009	41
Rys. 3.4	Piesi poszkodowani w wypadkach drogowych w Warszawie w latach 2003-2009 .	42
Rys. 3.5	Wypadki drogowe z udziałem pieszych w 2009 roku wg miejsca zdarzenia.....	43
Rys. 3.6	Wypadki drogowe w Warszawie w 2009 roku wg miejsca zdarzenia.....	43
Rys. 3.7	Rozkład wypadków drogowych na Obszarze I w latach 2004-2009	44
Rys. 3.8	Rozkład wypadków drogowych na Obszarach II i III w latach 2005-2009.....	46
Rys. 4.1	Trzy Obszary sterowania ruchem ZSZR.....	50
Rys. 4.2	Schemat powiązań zewnętrznych Centrum ZR.	53
Rys. 4.3	Istniejące stacje pomiaru ruchu TEU w Obszarze I ZSZR	57
Rys. 4.4	Punkty Automatycznego Pomiaru Ruchu ZDM na obszarze Warszawy	58
Rys. 4.5	Przykład działania systemu z wykorzystaniem przewoźnych znaków VMS	61
Rys. 4.6	Przykład tablicy o zmiennej treści do dynamicznego wskazywania trasy.....	62
Rys. 4.7	Znaki świetlne (VMS) stosowane obecnie we Francji i Hiszpanii	63
Rys. 5.1	Struktura funkcjonalna Systemu w Wariantcie W1	66
Rys. 5.2	Skrzyżowania włączone do systemu sterowania w Etapie 2	70

Rys. 5.3 Lokalizacja urządzeń do automatycznej detekcji zdarzeń w Etapie 2	72
Rys. 5.4 Wstępna lokalizacja tablic VMS w Etapie 2.....	74
Rys. 5.5 Propozycja komunikatów wyświetlanych przez system DWT	75
Rys. 5.6 Proponowana sieć łączności światłowodowej w Etapie 2	77
Rys. 5.7 Struktura funkcjonalna Systemu w Wariacie W2	78
Rys. 5.8 Ciągi skrzyżowań objęte priorytetem dla tramwajów w Wariacie W2	80
Rys. 6.1 Skrzyżowania włączone do systemu wraz z zakresem modernizacji	84
Rys. 6.2 Prognozowany spadek liczby zabitych w Obszarze II i III.....	95
Rys. 7.1 Harmonogram realizacji projektu – wariant W1.....	98
Rys. 7.2 Harmonogram realizacji projektu – wariant W2.....	99

Spis skrótów

ADZ	Automatyczna Detekcja Zdarzeń
APR	Automatyczny Pomiar Ruchu
ARTR	Automatyczne Rozpoznawanie Tablic Rejestracyjnych
BDiK	Biuro Drogownictwa i Komunikacji Urzędu m.st. Warszawy
BRD	Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego
CO	Centrum Oglądowe ZOSM
CZR	Centrum Zarządzania Ruchem
DWT	Dynamiczne Wskazywanie Trasy
DTZ	Dziennik Transportu Zbiorowego
GDDKiA	Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
ITS	Inteligentny System Transportu
PdP	Przeście dla pieszych
SPPN	Strefa Płatnego Parkowania Niestrzeżonego
RKKR	Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju ZSZR
RKZ	Radio Krótkiego Zasięgu
System	ZSZR
SW	Studium Wykonalności
TEU	Stacja pomiaru ruchu (Traffic Eye Universal)
VMS	Znak o zmiennej treści (Variable Message Sign)
ZDM	Zarząd Dróg Miejskich
ZMID	Zarząd Miejskich Inwestycji Drogowych
ZOSM	Zespół Obsługi Systemu Monitoringu m.st. Warszawy
ZR	Zarządzanie Ruchem
ZSZR	Zintegrowany System Zarządzania Ruchem
ZTM	Zarząd Transportu Miejskiego

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest opracowanie i wskazanie możliwych do realizacji w latach 2010-2014 wariantów rozbudowy Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem (ZSZR) w m.st. Warszawie. Miasto będzie się starać o dofinansowanie drugiego Etapu rozwoju Systemu z funduszy europejskich w okresie programowania 2007-2013. Inwestycja będzie dopełnieniem obecnie funkcjonującej części systemu zarządzania ruchem – planuje się rozszerzenie obszaru oraz wzrost funkcjonalności Systemu.

Zwiększenie obszaru objętego adaptacyjnym sterowaniem sygnalizacją jest najważniejszym celem rozbudowy Systemu, jako że przy obecnym niewielkim obszarze nie może być w pełni realizowana strategia optymalizacyjna. W dotychczasowych opracowaniach przedstawiano dwa podejścia do problemu rozszerzenia. W Studium Wykonalności z roku 2004 proponowano koncepcję obszarową – dołączanie do Systemu kolejnych obszarów i wszystkich znajdujących się w nich sygnalizacji. W opracowaniu „Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju ZSZR” zaproponowano podejście korytarzowe – dołączanie skrzyżowań w ciągach głównych ulic na wybranych korytarzach, tak aby jak najszybciej objąć zakresem Systemu elementy układu drogowego obciążone największym ruchem.

Ze względu na uwarunkowania formalno-prawne, polegające na istnieniu decyzji środowiskowej obejmującej Obszary II i III, w celu przyspieszenia realizacji rozbudowy ZSZR, zaleca się ograniczenie rozszerzenia sterowania ruchem w Etapie 2 rozbudowy (lata 2010 - 2014) tylko do Obszarów II i III. Natomiast w kolejnym etapie rozwoju (lata 2015 - 2020), celowy jest powrót do koncepcji korytarzowo-obszarowej. Docelowo, po zakończeniu Etapu 3, System obejmowałby 467 skrzyżowań z sygnalizacją.

Sformułowano dwa warianty rozszerzenia Systemu w Etapie 2: W1 i W2. Oba warianty przewidują jednakowe rozszerzenie terytorialne sterowania sygnalizacją, rozbudowę podsystemu monitoringu i pomiarów ruchu oraz podsystemu informowania kierowców. Wariant W2 dodatkowo zakłada wprowadzenie priorytetów dla tramwajów w obszarze rozszerzonego ZSZR.

W obu wariantach przewidziano wzbogacenie funkcjonalne Centrum Zarządzania Ruchem o następujące aspekty: (i) model ruchu dla całej Warszawy w celu krótkoterminowego (15-30 min.) prognozowania warunków ruchu; (ii) rozbudowa strony internetowej Systemu (Nowy Portal ZSZR) o wizualizację warunków ruchu w całym mieście oraz możliwość planowania podróży na podstawie przewidywanych czasów przejazdu (iii) rozbudowa funkcji zarządzania zdarzeniami polegającej na wykrywaniu sytuacji wyjątkowych i automatycznym reagowaniu na nie; (iv) rozbudowa funkcji zarządzania danymi – zbieranie i przechowywanie wszelkich danych niezbędnych do zarządzania strategicznego oraz działań planistycznych i projektowych; (v) rozbudowa współpracy z Policją, innymi służbami i innymi centrami ZR (GDDKiA) w celu wymiany danych, materiałów wizyjnych oraz koordynacji działań.

Najważniejszą funkcję wykonawczą w Systemie ZR pełni podsystem sterowania sygnalizacją świetlną. Zgodnie z przyjętym założeniem objęcia Systemem tylko Obszaru II i III, w wariantach W1 i W2 podsystem sterowania sygnalizacją obejmie 152 skrzyżowania i przejścia dla pieszych. Na obecnym etapie nie przesądza się preferowanego modelu rozszerzenia sterowania obszarowego – system jednorodny w oparciu o metodę MOTION, czy też wprowadzenie drugiej alternatywnej metody sterowania od innego dostawcy. Oba warianty są wykonalne i oba mają swoje zalety i wady. Specyfikacja do przetargu na realizację Systemu powinna umożliwiać oba te rozwiązania. W każdym wypadku rozszerzenie odbywać się musi w ramach istniejącego CZR i z pełną integracją funkcjonalną jeśli chodzi o wymianę i wykorzystanie danych.

W ramach podsystemu pomiaru ruchu i monitoringu proponuje się instalację: (i) 35 urządzeń do automatycznej detekcji zdarzeń (ADZ) na mostach i na drogach GP; (ii) 120 telemetrycznych stacji ciągłego pomiaru ruchu – rozmieszczonych w istniejących punktach pomiarowych ZDM w mieście; (iii) 24 punktów z kamerami ARTR do rozpoznawania numerów rejestracyjnych w celu pomiaru czasów przejazdu oraz (iv) 70 kamer obrotowych do monitoringu wizyjnego głównych skrzyżowań włączanych do Systemu.

W ramach podsystemu informowania kierowców proponuje się rozmieszczenie 16 tablic o zmiennej treści przede wszystkim na trasach klasy GP (Wisłostrada, Trasa Łazienkowska i Trasa Siekierkowska) oraz przed ważnymi węzłami (np. Marsa – Płowiecka). Znaki te będą powiązane funkcjonalnie ze stacjami pomiarowymi ADZ, tak aby ostrzegać kierowców o zdarzeniach (wypadki, zatory), a w uzasadnionych wypadkach wyświetlać ograniczenie prędkości. W ramach podsystemu informowania kierowców, proponuje się też pilotażowe wdrożenie systemu Dynamicznego Wskazywania Trasy.

Do połączenia z CZR wszystkich proponowanych elementów Systemu proponuje się trzy komplementarne metody: (i) wydłużenie istniejącej sieci światłowodowej ZDM o około 40 km; (ii) wykorzystanie sieci światłowodowej monitoringu miejskiego (ZOSM) oraz (iii) zastosowanie dedykowanych połączeń bezprzewodowych (radiolinii) w przypadkach skrzyżowań i urządzeń odosobnionych. Wykorzystanie sieci ZOSM pozwoliłoby na podłączenie do istniejących światłowodów około 41% skrzyżowań, jednakże wymaga to instalacji urządzeń sieciowych w dzielnicowych Centrach Oglądowych ZOSM.

W wariantach W1 i W2 proponuje się dodatkowo objęcie priorytetem dla tramwajów 65 skrzyżowań z sygnalizacją, przez które przebiegają linie tramwajowe. Priorytet będzie realizowany poprzez zastosowanie: urządzeń nadawczych w tramwajach, urządzeń odbiorczych w sterownikach sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowych detektorów tramwajów umieszczonych w lub nad torowiskiem.

Realizacja projektu przyniesie wielorakie korzyści ekonomiczno-społeczne: (i) oszczędności czasu podróży dla pasażerów transportu publicznego i indywidualnego; (ii) poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego; (iii) zmniejszenie zużycia energii poprzez redukcję czasu

podróży i upłynnienie ruchu; (iv) zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza dzięki redukcji zużycia energii oraz (v) przystosowanie skrzyżowań i przejść dla pieszych z sygnalizacją do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Chociaż okres po wprowadzeniu w życie ZSZR w Obszarze I (1 rok) jest zbyt krótki, aby przeprowadzić wnioskowanie statystyczne, statystyka wypadków wskazuje na pozytywny wpływ zarządzania ruchem i monitoringu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Prognozę liczby wypadków i ich ofiar w Obszarze II+III, wykonano przy ostrożnym założeniu, że długotrwały efekt zarządzania ruchem będzie równy jedynie 1/3 wielkości zaobserwowanych w roku 2009 w Obszarze I. Oznacza to spadek: liczby wypadków o 4%, liczby zabitych o 8%, liczby rannych o 9,3% oraz liczby kolizji o 3,7%.

Przewidywany okres realizacji inwestycji to lata 2010-2014. Okres ten podzielono umownie na 4 podokresy: okres przygotowawczy do około 09.2011 (przewidywane rozstrzygnięcie przetargu na projekt i budowę Systemu), Etap 2A do 05.2012 (mistrzostwa UEFA EURO 2012), Etap 2B do 06.2013 oraz Etap 2C do końca roku 2014. W okresie przygotowawczym (13 miesięcy), równoległe z rozpatrywaniem wniosku o dofinansowanie w ramach programu POiŚ, powinna być przygotowana specyfikacja do przetargu na projekt i budowę Systemu. Natychmiast po rozstrzygnięciu konkursu o dofinansowanie projektów, Miasto powinno ogłosić przetarg na rozbudowę ZSZR w trybie „projektuj i buduj”.

W Etapie 2A (8 miesięcy) należy wykonać prace projektowe i realizację pierwszej fazy projektu tak, aby pierwsze rezultaty były widoczne przed rozpoczęciem mistrzostw UEFA EURO 2012. Realistycznie rzecz biorąc, wydaje się możliwe wykonanie do maja 2012 następujących zadań: (i) utworzenie nowej, wzbogaconej strony internetowej (Nowy Portal ZSZR); (ii) uruchomienie i podłączenie do Systemu około 50 telemetrycznych stacji do ciągłego pomiaru ruchu, obejmujących strategiczne punkty miasta; (iii) zakup i uruchomienie modelu ruchu do wykonywania krótkoterminowych prognoz warunków ruchu dla całej Warszawy; (iv) budowa sieci światłowodowej wzdłuż Al. Zielenieckiej i ul. Targowej i podłączenie do Systemu kamer monitoringu i sterowników na skrzyżowaniach w okolicach Stadionu Narodowego; (v) zakup przewoźnych znaków o zmiennej treści do informowania kierowców o czasowej organizacji ruchu w okolicach Stadionu Narodowego.

W Etapie 2B (13 miesięcy) planuje się wykonanie i zakończenie pozostałych prac nad rozbudową systemu komputerowego w Centrum ZR – dodatkowe serwery, stanowiska operacyjne i urządzenia sieciowe oraz instalacja dodatkowego oprogramowania i uruchomienie planowanych połączeń z partnerami zewnętrznymi. W etapie tym powinny zakończyć się prace nad utworzeniem sieci strategicznych stacji pomiarowych oraz sieci urządzeń ADZ na mostach i w okolicach strategicznych węzłów na trasach klasy GP.

We wszystkich trzech etapach 2A, 2B i 2C planowane jest stopniowe wykonywanie następujących działań: rozszerzanie sieci łączności, modernizacja kolejnych skrzyżowań i urządzeń sygnalizacji, instalowanie na skrzyżowaniach kamer do monitoringu, instalowanie

kolejnych bramownic z tablicami VMS, wprowadzanie priorytetu dla tramwajów (tylko w wariantcie W2). Przewiduje się, że około 20% tych prac wykonane będzie w Etapie 2A, następne 30% w Etapie 2B, a pozostałe 50% w Etapie 2C.

Najważniejszym elementem kosztów rozbudowy ZSZR będzie modernizacja skrzyżowań przewidzianych do włączenia do Systemu. Modernizacja taka jest niezbędna, aby umożliwić właściwe funkcjonowanie skrzyżowań w Systemie oraz ze względu na konieczność dostosowania do obowiązujących przepisów. Całkowity koszt modernizacji i podłączenia 152 skrzyżowań szacuje się na 37,2 mln PLN netto, a średni koszt modernizacji jednego skrzyżowania to 245 tys. PLN.

Szacunek kosztów rozbudowy ZSZR wykonano na podstawie danych z Etapu 1 oraz podobnych inwestycji krajowych i zagranicznych. Łączne nakłady na sprzęt, instalacje i roboty budowlane zamykają się sumą 71,7 mln PLN netto w wariantcie W1 oraz 72,9 mln PLN w wariantcie W2. Ponadto przewidziano wydatki na prace projektowe (10% nakładów plus 1% na nadzór autorski), wynagrodzenie inżyniera kontraktu (3% nakładów) oraz rezerwę na nieprzewidziane wydatki (10% nakładów). Koszt całkowity brutto Etapu 2 rozbudowy ZSZR zamyka się sumą 108,7 mln PLN w wariantcie W1 oraz 110,6 mln PLN w wariantcie W2. Całkowite koszty utrzymania po okresie gwarancyjnym części Systemu zrealizowanej w Etapie 2 (wariant W2) szacuje się na 8,182 mln PLN rocznie netto, czyli około 680 tys. PLN netto miesięcznie.

Jako możliwe źródła finansowania projektu wskazuje się: (i) dotację z funduszy UE w ramach programu POIS – Działanie 8.3: Rozwój Inteligentnych Systemów Transportu oraz (ii) środki własne ZDM. Zakłada się że wszystkie koszty poniesione na rozbudowę będą kosztami kwalifikowalnymi, jako że są to wydatki niezbędne dla realizacji projektu. Znaczna większość nakładów (ponad 66% dla obu wariantów) to wydatki na instalacje i maszyny lub sprzęt, a tylko 1/3 nakładów to roboty budowlane niezbędne do zbudowania Systemu.

1. Wstęp

1.1. Cel opracowania

Celem niniejszej pracy jest opracowanie i wskazanie możliwych do realizacji wariantów rozbudowy Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem (ZSZR) w m.st. Warszawie w latach 2010-2014 jako przygotowanie do drugiego Etapu rozwoju Systemu. Miasto będzie starać się o dofinansowanie tego projektu z funduszy europejskich w okresie programowania 2007-2013. W dokumentach roboczych Biura Funduszy Europejskich Urzędu m.st. Warszawy cel projektu opisany jest następująco:

„Inwestycja będzie dopełnieniem obecnie funkcjonującej części systemu zarządzania ruchem do pojemności systemu Sitraffic Scala, wzrost funkcjonalności systemu poprzez monitorowanie ruchu na wybranych kluczowych trasach, w tunelach i w newralgicznych punktach miasta w celu wykrywania wypadków i incydentów wymagających interwencji oraz ostrzegania i informowania kierowców poprzez znaki o zmiennej treści, informowanie o sytuacji ruchowej, czasowych ograniczeniach ruchu, zalecanych objazdach itp.”

W niniejszym opracowaniu projekt rozbudowy Systemu określany będzie skrótowo jako: ZSZR - Etap 2. Rys. 1.1 przedstawia lokalizację projektu w granicach m.st. Warszawy.

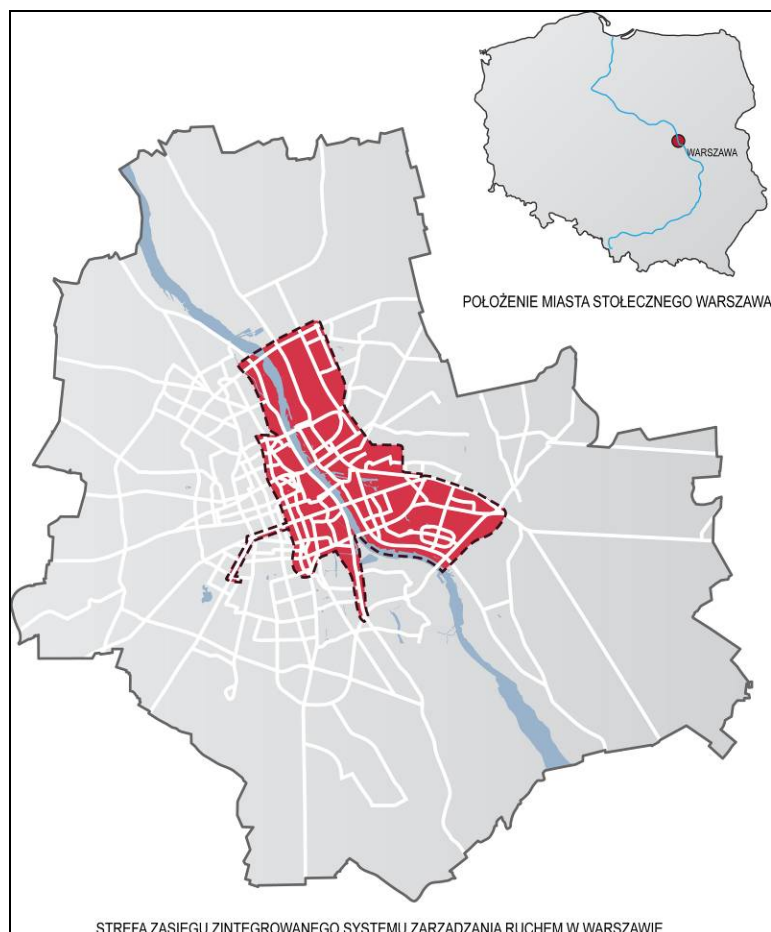
1.2. Zakres opracowania

Podstawą opracowania jest umowa nr BD/B-I-1-4/B/U-22/10 zawarta dnia 09.07.2010 r. z m.st. Warszawą o wykonanie opracowania pt. „Identyfikacja i wybór, na podstawie analiz dotychczasowych opracowań, możliwych do realizacji w okresie programowania Unii Europejskiej 2007-2013, wariantów rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w m.st. Warszawie”.

Zgodnie z powyższą umową zakres opracowania obejmuje następujące zadania:

1. Opis systemu transportowego Warszawy wraz z opisem Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem.
2. Opis stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego w Warszawie.
3. Identyfikacja potencjalnych rozwiązań umożliwiających rozszerzenie funkcji i obszaru Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie.
4. Propozycja możliwych do realizacji wariantów rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie.
5. Analiza aspektów technicznych, ekonomiczno – społecznych oraz finansowych wariantów rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie.
6. Zaproponowanie możliwego etapowania realizacji wariantów rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie.

7. Określenie kosztów realizacji i sposobów finansowania wariantów rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie.
8. Wykonanie rysunków i map z przedstawieniem propozycji założeń rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie.



Rys. 1.1 Lokalizacja projektu w granicach m.st. Warszawy

2. System transportowy Warszawy oraz Zintegrowany System Zarządzania Ruchem

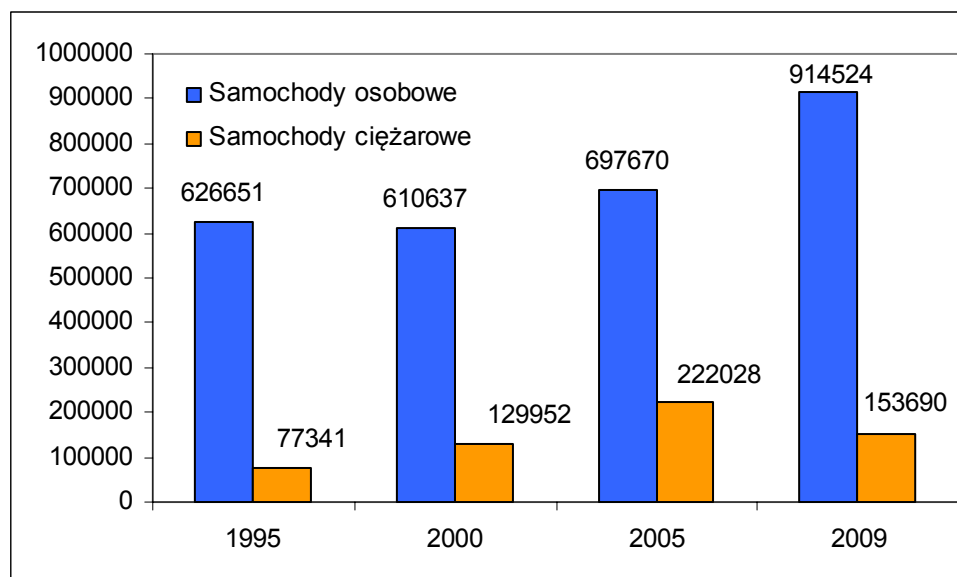
2.1. Istniejący system transportowy Warszawy

2.1.1. Ogólna charakterystyka systemu transportowego Warszawy

Charakterystykę systemu transportowego Warszawy przedstawiono na podstawie publikacji Urzędu m.st. Warszawy [2], [3], [9] oraz materiałów otrzymanych z Biura Drogownictwa i Komunikacji [11].

Motoryzacja

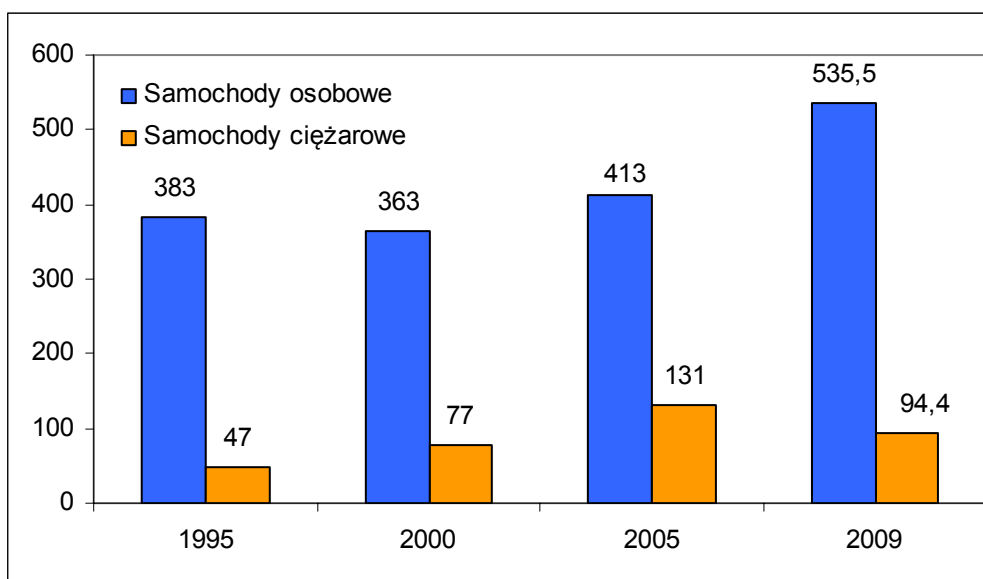
Według danych opublikowanych w „Strategii Transportowej Warszawy” [3] oraz na stronach internetowych GUS [12], po okresie względnej stabilizacji w końcu lat 90-tych XX wieku, w ostatnich latach liczba zarejestrowanych samochodów w Warszawie nadal rośnie (rys. 2.1). W 2009 roku liczba samochodów osobowych przypadających na 1000 mieszkańców przekraczała 500¹ (rys. 2.2), co jest wskaźnikiem wyższym niż w wielu miastach Zachodniej Europy.



Rys. 2.1 Liczba samochodów zarejestrowanych w Warszawie w latach 1995-2009

Źródło [3], [12]

¹ Publikowane wielkości wskaźnika motoryzacji należy traktować z dużą ostrożnością ze względu na trudność ustalenia liczby samochodów faktycznie eksploatowanych na ulicach Warszawy – stan techniczny wielu starych samochodów znajdujących się w rejestrach nie pozwala na ich użytkowanie. Istnieją więc powody do przypuszczenia że wskaźnik motoryzacji jest przeszacowany.



Rys. 2.2 Wskaźniki motoryzacji - samochody na 1000 mieszkańców w latach 1995-2005

Źródło [3], [12]

Wielkość ruchu

Wzrastająca liczba pojazdów jest jedną z przyczyn wzrostu natężenia ruchu. Przyrost natężenia ruchu drogowego w Warszawie wynosi 6-7% w skali rocznej. Kordon centrum Warszawy jest przekraczany w ciągu doby przez ok. 1 mln samochodów osobowych w obydwu kierunkach. Przekłada się to na obciążenie rzędu 70-80 tys. poj./h w szczycie porannym i popołudniowym.

Według badań ruchu z roku 2005 [3], obciążenie dróg wlotowych do miasta (wyrażone w poj./dobę/przekrój czyli w obydwu kierunkach) wynosi 50-60 tys. poj./dobę i podczas szczytów osiągane są na nich granice przepustowości. Najbardziej obciążone drogi wlotowe to al. Krakowska (ok. 74 tys. poj./dobę), ul. B. Czecha (ok. 61 tys. poj./dobę), ul. Puławska (ok. 59 tys. poj./dobę) oraz ul. Pułkowa (ok. 58 tys. poj./dobę) i al. Jerozolimskie (ok. 58 tys. poj./dobę).

Największe natężenie ruchu spośród mostów w Warszawie występuje na Moście Łazienkowskim (121 361 poj./dobę w obydwu kierunkach) oraz na Moście Grotta-Roweckiego (144 353 poj./dobę w obydwu kierunkach). Suma natężeń ruchu na wszystkich siedmiu mostach przekracza 490 tys. poj./dobę.

Pozostałe ulice o największych natężeniach ruchu to: al. Prymasa Tysiąclecia (ok. 110 tys. poj./dobę/przekrój), al. Stanów Zjednoczonych (ok. 94 tys. poj./dobę/przekrój), Trasa Armii Krajowej (ok. 92 tys. poj./dobę/przekrój), Wybrzeże Kościuszkowskie (ok. 86 tys. poj./dobę/przekrój) oraz Wybrzeże Gdyńskie (ok. 82 tys. poj./dobę/przekrój).

2.1.2. System transportu publicznego

Sieć tramwajowa

Komunikacja tramwajowa w Warszawie jest obsługiwana wyłącznie przez spółkę komunalną „Tramwaje Warszawskie”. Tramwaje obsługują znaczącą część przewozów pasażerów w transporcie zbiorowym w obszarze centrum w godzinach szczytu porannego (22-24%) oraz popołudniowego (24-30%). Pod koniec 2009 roku, liczba osób, które korzystały średniorocznie codziennie z komunikacji tramwajowej, wyniosła 611,6 tys [11].

W Warszawie znajduje się 124,1 km tras tramwajowych. Obsługiwane są one przez 27 stałych linii tramwajowych o łącznej długości przekraczającej 400 km. Średnia długość linii tramwajowej wynosi ok. 15 km.

Charakterystyki linii tramwajowych są następujące:

- średnia odległość międzyprzystankowa – 444 m
- średnia prędkość komunikacyjna w dzień powszedni – 18,4 km/h
- średnia prędkość eksploatacyjna w dzień powszedni – 14,6 km/h

W warszawskiej sieci tramwajowej zlokalizowanych jest 29 pętli tramwajowych: Zieleniecka, Annapol, Banacha, Boernerowo, Cm. Wolski, Czynszowa, Gocławek, Huta, Kawęczyńska, Kielecka, Koło, Marymont, Metro Wilanowska, Nowe Bemowo, Okęcie, Oś. Górczewska, Piaski, Pl. Narutowicza, Potocka, Służewiec, Wyścigi, Wiatraczna, Żerań FSO, Żerań Wschodni oraz 5 pętli eksploatowanych czasowo.

Udział torowisk wspólnych z jezdnią jest mały. Stanowią one jedynie 26 kilometrów toru pojedynczego (kntp) spośród 243,5 kntp eksploatowanych w ruchu pasażerskim. W sygnalizacji świetlnej priorytety dla ruchu tramwajów stosowane są w niewielkim zakresie. Zostały one wdrożone na dwa sposoby: na nowej trasie na Bemowie (detekcja tramwajów przy pomocy pętli indukcyjnych) i w al. Jerozolimskich (zgłoszenia tramwajów transmitowane do sterowników sygnalizacji).

Sieć autobusowa

Komunikacja autobusowa odgrywa dominującą rolę w transporcie zbiorowym w Warszawie, o czym świadczy fakt, iż średniorocznie codziennie korzystało z niej 1086,6 tys. osób (stan na koniec roku 2009). W godzinach szczytu w obszarze centrum, komunikacja autobusowa obsługuje około 50% wszystkich podróżujących transportem publicznym, a w ciągu miesiąca autobusy przewożą w Warszawie ponad 42 mln pasażerów. Rosnące znaczenie mają przewozy realizowane przez przewoźników nie działających na zlecenie ZTM.

Przewoźnicy działający na zlecenie ZTM obsługują ok. 204 linii dziennych miejskich i podmiejskich oraz 40 linii nocnych. Średnia długość linii autobusowej dziennej wynosi ok. 17,7 km, natomiast linii nocnej – 19,3 km.

Średnie odległości międzyprzystankowe wynoszą:

- dla linii zwykłych: ok. 510-522 m
- dla linii przyspieszonych: ok. 790-822 m
- dla linii ekspresowych: ok. 1194 m
- dla linii podmiejskich: ok. 641-691 m

W celu usprawnienia funkcjonowania komunikacji autobusowej, na niektórych drogach wydzielono pasy autobusowe. Najdłuższe odcinki znajdują się na: ul. Modlińskiej (odcinek o długości 3500 m), Al. Solidarności/ul. Radzymińskiej (dwa odcinki o łącznej długości 3550 m), Trasie Łazienkowskiej (odcinek o długości 6980 m), Al. Jerozolimskich (długość 1000 m) oraz na ul. Jana Sobieskiego (długość 1100 m). Istniejące w Warszawie pasy autobusowe mają łączną długość 28,3 km (licząc osobno każdy kierunek jazdy) [11].

Ponadto na moście Śląsko-Dąbrowskim oraz wzdłuż Al. Solidarności znajduje się torowisko tramwajowo-autobusowe, natomiast na ulicach Nowy Świat i Krakowskie Przedmieście obowiązują znaczne ograniczenia ruchu indywidualnego.

Metro

W Warszawie funkcjonuje jedna linia metra o długości 23 km, na której znajduje się 21 stacji, rozmieszczonych średnio do 1,1 km. Stacje końcowe to Młociny na północy oraz Kabaty na południu, gdzie znajduje się też stacja techniczno-postojowa zapewniająca obsługę linii.

Metro obsługuje około 20% pasażerów transportu publicznego na kordonie centrum Warszawy w czasie szczytów komunikacyjnych. Według danych z czerwca 2010 roku, metro przewiozło maksymalnie 553 tys. osób w jednym dniu. W całym roku 2009 liczba przewiezionych pasażerów osiągnęła 135 mln.

Średnie częstotliwości kursowania pociągów metra wynoszą:

- przed godziną 6:00 rano w dni powszednie – 7-8 minut
- w szczycie komunikacyjnym w dni powszednie – 3 minuty
- poza szczytem w dni powszednie – 4-5 minut
- po godz. 22:00 w dni powszednie – 7-10 minut
- w szczycie komunikacyjnym w soboty – 5-6 minut
- poza szczytem w soboty – 8-9 minut
- w niedziele i święta w godzinach 7:00-21:00 – ok. 6 minut
- w niedzielę i święta w pozostałych godzinach – 8-9 minut

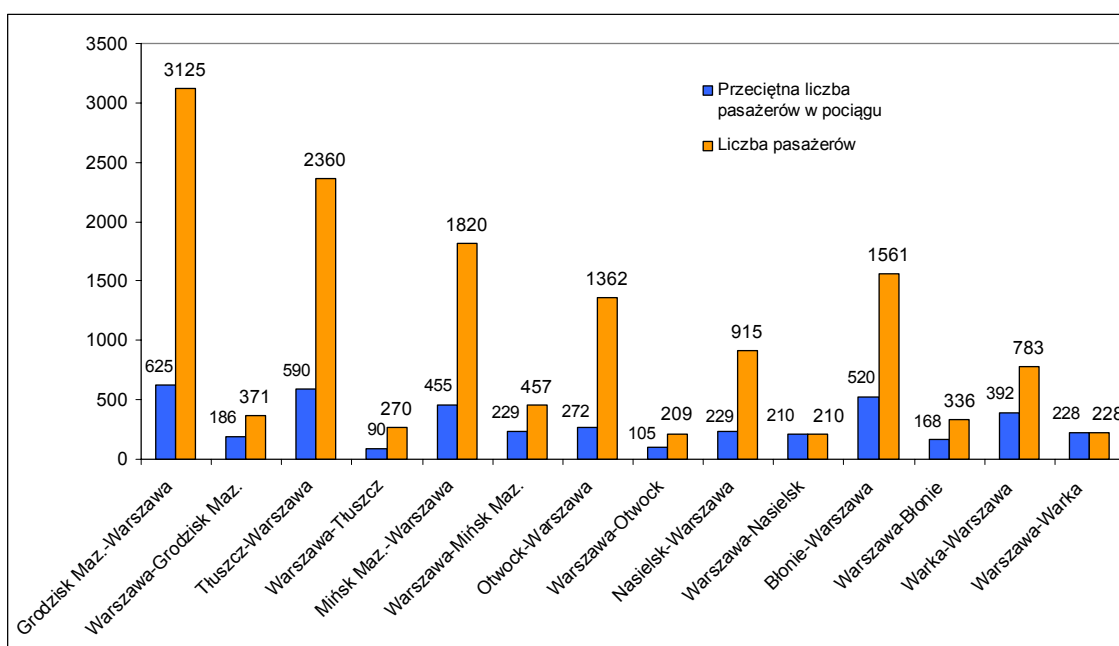
Średnia prędkość komunikacyjna metra w dzień powszedni wynosi 37,5 km/h, natomiast eksploatacyjna 30,9 km/h.

Kolej

Udział transportu kolejowego w obsłudze pasażerów na kordonie centrum Warszawy jest niewielki. Wynosi 6-8% w szczycie porannym oraz 2-3% w szczycie popołudniowym. Kolej

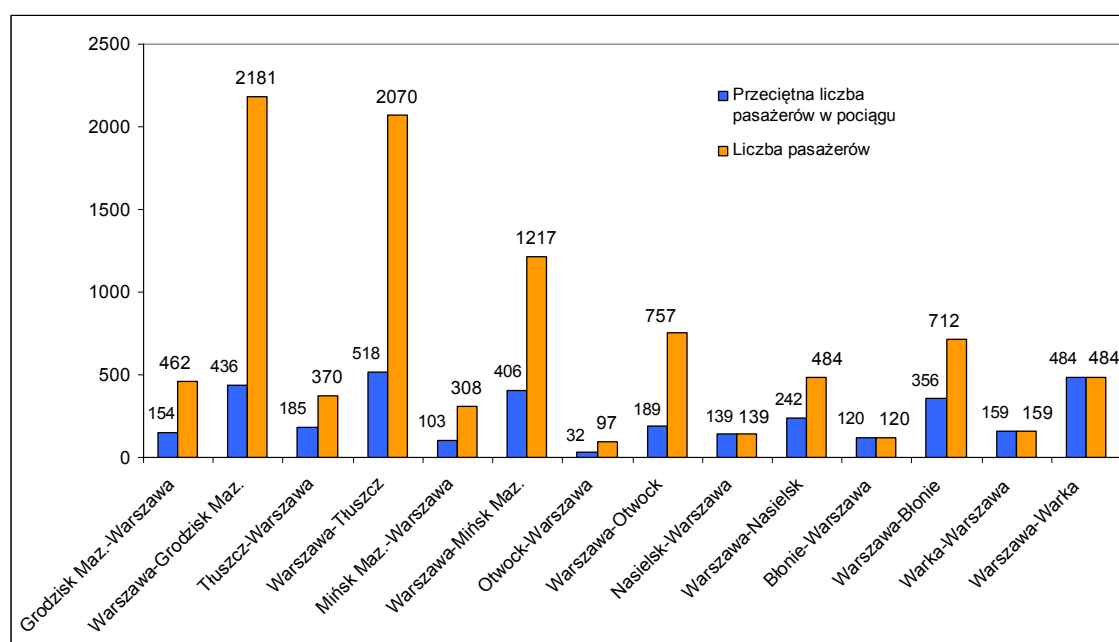
zapewnia jednak podstawowe powiązania Warszawy w obszarze województwa mazowieckiego (kolej regionalna i aglomeracyjna).

Charakterystykę przewozów w kolejach podmiejskich w czasie szczytów komunikacyjnych obrazują rysunki 2.3 oraz 2.4. Pociągi kursujące na liniach opisanych na tych rysunkach zapewniają obsługę podróży z miejscowości: Nowy Dwór Mazowiecki, Legionowo, Wołomin, Sulejówkę, Piaseczno, Milanówek, Sochaczew, Piastów, Pruszków i Ożarów.



Rys. 2.3 Przewozy pasażerów w kolejach podmiejskich w szczycie porannym

Źródło [3]



Rys. 2.4 Przewozy pasażerów w kolejach podmiejskich w szczycie popołudniowym

Źródło [3]

Całkowita długość linii kolejowych, po których kursują pociągi pasażerskie, wynosi na terenie Warszawy 93 km. Na tej sieci zlokalizowanych jest 8 stacji i 40 przystanków. Główne stacje osobowe to: Warszawa Centralna, Warszawa Zachodnia, Warszawa Wschodnia, Warszawa Śródmieście, Warszawa Gdańska i Warszawa Wileńska. Wszystkie linie są zelektryfikowane i dwutorowe (z wyjątkiem 4-torowego odcinka od Grodziska do Rembertowa, na którym oddzielony jest ruch podmiejski i dalekobieżny). System kolei podmiejskiej stanowi 7 zelektryfikowanych linii (napięcie sieci 3 kV DC), promieniście zbiegających się w centrum Warszawy oraz linia Warszawskiej Kolei Dojazdowej (WKD) (napięcie sieci 600 V DC).

Połączenie stacji Warszawa Zachodnia i Warszawa Wschodnia stanowi linia średnicowa. Składa się ona z dwóch dwutorowych odcinków (Warszawa Zachodnia - Warszawa Centralna - Warszawa Wschodnia oraz Warszawa Zachodnia - Warszawa Śródmieście - Warszawa Wschodnia) o długościach ok. 9 km oraz dostosowanych do obsługi pociągów z prędkością maksymalną $V_{\max} = 60$ km/h.

W Warszawie funkcjonuje także wydzielona linia **WKD**. Pociągi kursują po niej na relacji Grodzisk - Warszawa Śródmieście WKD i obsługują gminy: Michałowice, Pruszków, Brwinów, Podkowa Leśna, Grodzisk Mazowiecki i Milanówek oraz dzielnice Warszawy: Włochy, Ochota i Śródmieście. Długość linii Warszawa - Grodzisk wynosi ok. 30 km, zaś długość jej odgałęzienia do Milanówka – 3 km. Na linii WKD znajduje się 28 przystanków. Częstotliwość kursowania pociągów waha się od 10 do 30 minut, w zależności od pory dnia.

Dojazdy do Warszawy realizuje również spółka „**Koleje Mazowieckie**” Sp. z o.o., której pociągi, w liczbie 263 par pociągów/dobę, kursują na trasach: Warszawa Wschodnia - Skierniewice, Warszawa Wschodnia - Łowicz, Warszawa Zachodnia - Siedlce, Warszawa Wschodnia - Radom, Warszawa Zachodnia - Pilawa, Warszawa Wileńska – Zielonka - Tuszcz, Warszawa Zachodnia – Zielonka - Tuszcz oraz Warszawa Gdańska - Nowy Dwór Mazowiecki - Nasielsk.

Operatorem przewozów regionalnych jest także komunalna spółka „**Szybka Kolej Miejska**” Sp. z o.o. Obecnie funkcjonują dwie linie SKM: S2 – obsługująca połączenia na trasie Pruszków – Sulejówek oraz S9 – obsługująca połączenia Warszawa Zachodnia – Legionowo. Pociągi linii S2 kursują z częstotliwością od 20 do 40 minut, zależnie od pory dnia. W każdym z kierunków wykonywanych jest 36 kursów dziennie. Dane z końca 2009 roku pokazują, że z SKM korzysta średnio w roku codziennie 84,5 tys. osób.

Transport wodny

Od 2005 roku, po wielu latach przerwy wznowiono pasażerski transport wodny. Obecnie tramwaj wodny obsługuje pasażerów, w okresie od czerwca do września, na trasie Cytadela-most Gdański-Zamek Królewski-most Poniatowskiego-most Łazienkowski. W roku 2009 tramwaj wodny przewiózł 21 094 pasażerów.

W Warszawie funkcjonują również trzy przeprawy promowe: Płyta Czerniakowska-Saska Kępa, Podzamcze-Ogród Zoologiczny oraz Łomianki-Białołęka. Liczba przewożonych pasażerów stale rośnie i w 2009 roku wyniosła 29 481.

Transport lotniczy

Lotnisko Warszawa-Okęcie jest najważniejszym węzłem komunikacji lotniczej w Polsce. W 2008 roku Port Lotniczy im. Fryderyka Chopina obsłużył ponad 9,4 mln pasażerów [13]. W roku 2009 nastąpił związany z kryzysem ekonomicznym spadek liczby pasażerów o ok. 12%. Udział Okęcia w obsłudze całego lotniczego ruchu pasażerskiego w Polsce wynosił 45.7% w roku 2009.

Drugim lotniskiem w Warszawie jest Lotnisko Warszawa-Babice, służące do obsługi lekkich samolotów. W województwie mazowieckim, poza granicami Warszawy działają również lotniska cywilne: Radom-Piastów, Płock, Nasielsk, Przasnysz, Góraszka, Nowe Miasto nad Pilicą oraz Modlin (wyłączone w 2005 r. z zarządu wojskowego). To ostatnie ma stać się po przebudowie lotniskiem rezerwowym dla Warszawy.

2.1.3. Układ sieci drogowej

Sieć dróg publicznych w Warszawie ma długość 1927 km [11]. Układ drogowo-uliczny Warszawy w stanie istniejącym przedstawia rysunek 2.5 a udział dróg poszczególnych klas i kategorii został zobrazowany na rysunkach 2.6 oraz 2.7. Zarząd Dróg Miejskich jest zarządcą około 42% długości sieci dróg publicznych w mieście, czyli dróg powiatowych i wojewódzkich, a także ok. 106 km dróg krajowych, które choć formalnie podlegają pod Warszawski Oddział GDDKiA, zgodnie z obowiązującymi przepisami oddane są pod zarządzanie Prezydentowi miasta Warszawy. Drogi gminne podlegają urzędowi dzielnicowym.

Około 90% długości dróg publicznych to drogi jedno-jezdniowe o dwóch pasach (przekrój 1/2). Drogi posiadające po trzy pasy ruchu w każdym kierunku (przekroje 1/6 oraz 2/3) stanowią 5,6% sieci publicznej (mają 159 km długości), a drogi o dwóch pasach ruchu w każdym kierunku (przekroje 1/4 i 2/2) stanowią 4,4% sieci publicznej (125 km długości).

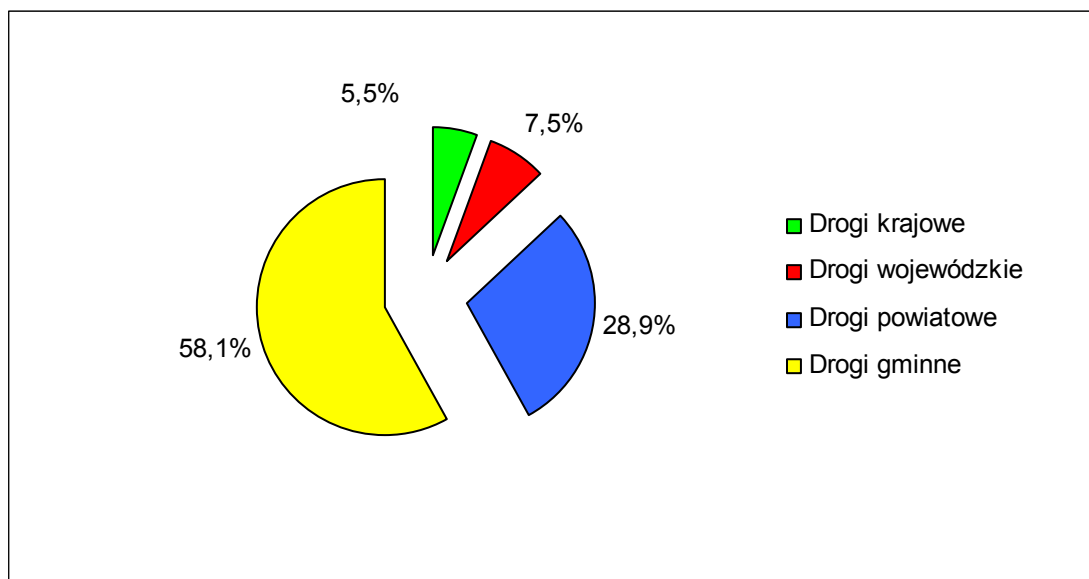
W Warszawie funkcjonuje 7 mostów drogowych.

Heatmap showing the relative abundance of the 10 most abundant taxa in the rumen microbiome of the 10 groups. The taxa are listed on the y-axis: Bacteroides, Clostridium, Lactobacillus, Streptococcus, Veillonella, and others. The x-axis represents the 10 groups. The color scale ranges from 0 (white) to 1 (red).

[illegible]

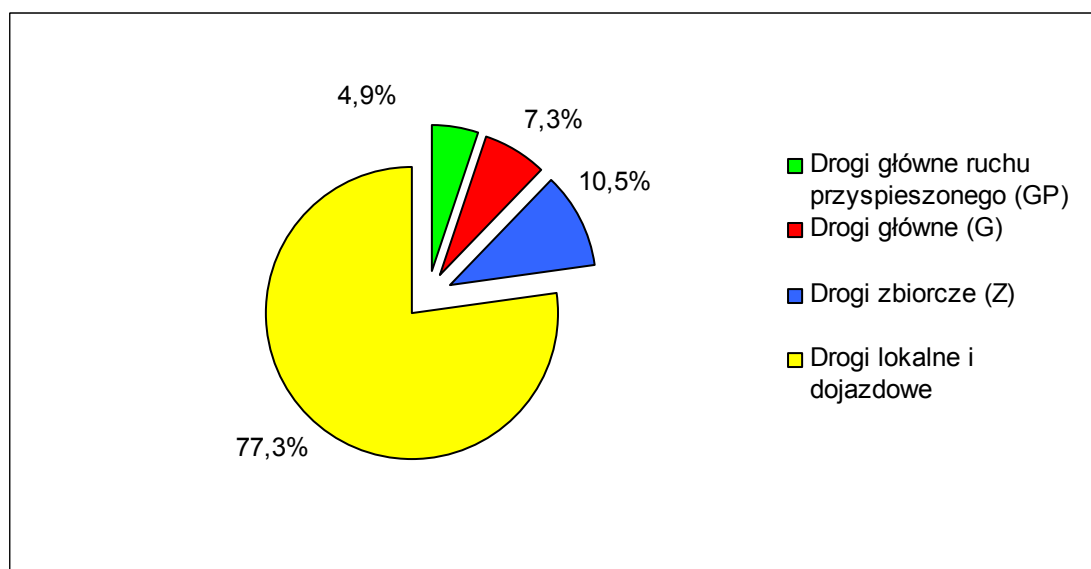
MIEJSKA PRACOWNIA PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO I STRATEGII ROZWOJU

⌘ Transplan Consulting



Rys. 2.6 Udział dróg poszczególnych kategorii w sieci drogowej Warszawy

Źródło [3]



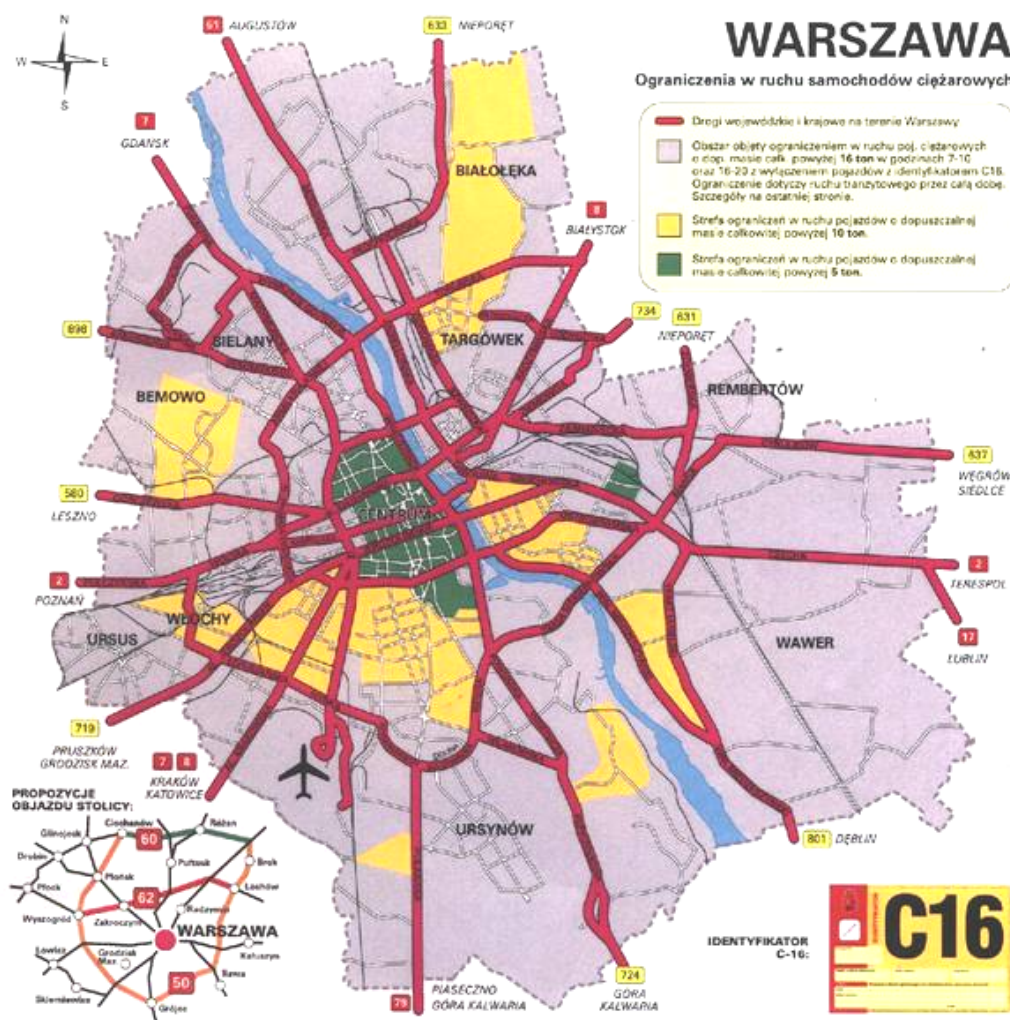
Rys. 2.7 Udział dróg poszczególnych klas w sieci drogowej Warszawy

Źródło [3]

Ograniczenia w ruchu tranzytowym, brak połączeń obwodowych

Brak obwodnicy Warszawy powoduje zwiększanie ruchu tranzytowego oraz podróży międzydzielnicowych w terenach intensywnie zurbanizowanych na drogach radialnych prowadzących do centrum miasta, co przyczynia się do zatłoczenia układu drogowego i zwiększa zagrożenia dla bezpieczeństwa ruchu. Jest to jeden z podstawowych problemów funkcjonowania systemu transportowego Warszawy.

Tranzyt najcięższych towarów przez Warszawę jest zabroniony, a pojazdy, które muszą wjechać do Warszawy, obowiązują ograniczenia czasowe, tonażowe a także dotyczące tras przejazdu. Są one różne w poszczególnych strefach miasta – C5, C10 i C16, których rozmieszczenie przedstawia rysunek 2.8.



Rys. 2.8 Strefy ograniczeń ruchu pojazdów ciężarowych w Warszawie

Źródło [14]

W strefach C5 i C10 występuje zakaz ruchu pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej wyższej niż – odpowiednio – 5 i 10 ton. W strefie C16 zabroniony jest ruch pojazdów o dopuszczalnej masie całkowitej wyższej niż 16 ton w godzinach 7:00-10:00 oraz 16:00-20:00. Każdy pojazd przekraczający ograniczenia tych stref, musi posiadać stosowny identyfikator – zezwolenie na wjazd do konkretnej strefy, wydane przez Zarząd Dróg Miejskich.

2.1.4. Parkingi

Parkingi w centrum

Centrum Warszawy jest objęte Strefą Płatnego Parkowania Niestrzeżonego (SPPN). Obejmuje ona ok. 25 tys. miejsc postojowych. Opłata za parkowanie jest pobierana w dni robocze w godz. 8:00-18:00. Ponadto, na terenie siedmiu dzielnic centralnych (Śródmieście, Mokotów, Ochota, Praga Południe, Praga Północ, Wola, Żoliborz) funkcjonują parkingi płatne naziemne, strzeżone, dysponujące ok. 16,5 tys. miejsc postojowych oraz kubaturowe posiadające ok. 7 tys. miejsc postojowych.

Parkingi w pozostałych rejonach miasta

Na większości terenów zurbanizowanych występuje deficyt miejsc postojowych. W szczególności problem ten dotyczy terenów o starszej zabudowie mieszkaniowej, a także usługowej i wielofunkcyjnej. Prowadzi to do nagminnego wykorzystywania na miejsca postojowe ciągów pieszo-jezdných, dróg pożarowych, placów do zawracania oraz terenów zieleni.

Parkingi P+R („Parkuj i jedź”)

W Warszawie funkcjonuje siedem parkingów przesiadkowych Parkuj i Jedź (P+R). Pięć z nich jest zlokalizowanych przy stacjach metra: Młociny (986 miejsc postojowych), Marymont (400 miejsc postojowych), Wilanowska (290 miejsc postojowych), Ursynów (290 miejsc postojowych), Stokłosy (98 miejsc postojowych). Pozostałe dwa zlokalizowane są przy ul. Połczyńskiej (500 miejsc postojowych) oraz przy stacji SKM Anin (50 miejsc postojowych).

System Parkuj i Jedź będzie rozwijany w najbliższych latach głównie w sąsiedztwie stacji metra, stacji i przystanków kolejowych oraz w rejonie ważniejszych węzłów tramwajowych – docelowo w ciągu najbliższych lat ma się on składać z ponad 35 parkingów.

2.2. Plany rozwoju systemu transportowego

Plany rozwoju systemu transportowego Warszawy przedstawiono na podstawie publikacji Urzędu m.st. Warszawy [2], [3], [9] oraz Samorządu Województwa Mazowieckiego [10].

Strategia transportowa Warszawy przewiduje rozwój sieci drogowej, a ponadto, jednym z najważniejszych celów Samorządu Województwa Mazowieckiego, jest wzmocnienie funkcji Warszawy jako międzynarodowego węzła transportowego [10].

Wiele dróg w Warszawie wymaga remontu. Procent długości dróg wymagających remontów (stan zły i stan ostrzegawczy jezdni) w stosunku do długości dróg ogółem, wg danych z końca 2009 roku, wynosi: dla dróg gminnych – 35 %, powiatowych – 35 %, wojewódzkich – 32 % oraz krajowych – 31 % [11].

Priorytetowymi zadaniami są jednak projekty budowy tras obwodowych oraz tras mostowych i niektóre z nich są już w trakcie realizacji. Układ drogowo-uliczny wraz z planowanymi trasami jest przedstawiony na rysunku 2.8.

2.2.1. Budowa nowych tras mostowych

W Warszawie funkcjonuje 7 mostów drogowych, jednak wysokie natężenia ruchu oraz duże zatłoczenie na nich odnotowywane (150 tys. poj./dobę na moście Grota-Roweckiego) świadczą o potrzebie budowy kolejnych mostów.

Trasa Mostu Północnego

Trasa Mostu Północnego zapewni połączenie Białoleki (ul. Modlińska) z Bielanami (węzeł Młociny), co z kolei doprowadzi do lepszego powiązania Tarchomina z centrum miasta. Długość trasy wyniesie 4,15 km (długość mostu – 795 m). Trasa będzie wyposażona w 2 jezdnie po 3 pasy ruchu, trasę tramwajową oraz ciągi piesze i rowerowe usytuowane na trzech niezależnych mostach. Termin ukończenia budowy został wyznaczony na IV kwartał 2011 roku.

Trasa Krasińskiego-Budowlana

Trasa Krasińskiego-Budowlana będzie stanowiła połączenie Bielani i Żoliborza (rejon Pl. Wilsona) z Targówkiem (rejon ul. Odrowąża) i zapewni lepszy dojazd do I linii metra (stacja Plac Wilsona). Długość trasy wyniesie 3 km (długość mostu – 722 m). Trasą, poza ruchem drogowym (2 jezdnie po 2 pasy ruchu), będzie prowadzony ruch tramwajowy oraz pieszy i rowerowy.

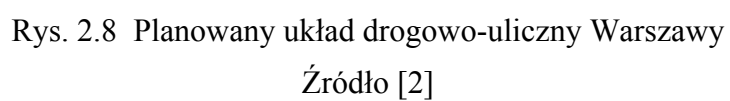
Trasa Na Zaporze

Projektowana Trasa na zaporze będzie stanowiła połączenie pomiędzy Wawrem a Mokotowem i Wilanowem. Będzie ona połączeniem lokalnym i ma zapewnić obsługę ruchu międzydzielnicowego. Długość projektowanej trasy to 6,8 km (długość mostu 1300 m) i będzie nią przebiegał ruch drogowy z ruchem pieszym i rowerowym.

Trasa Mostu Południowego

Trasa Mostu Południowego ma stanowić fragment Południowej Obwodnicy Warszawy (POW) i docelowo będzie częścią autostrady A2. Przeprawa będzie łączyła ze sobą dzielnice Wilanów i Wawer.

UKŁAD DROGOWO-ULICZNY. KLASYFIKACJA - KIERUNKI ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO - RYSUNEK NR 17



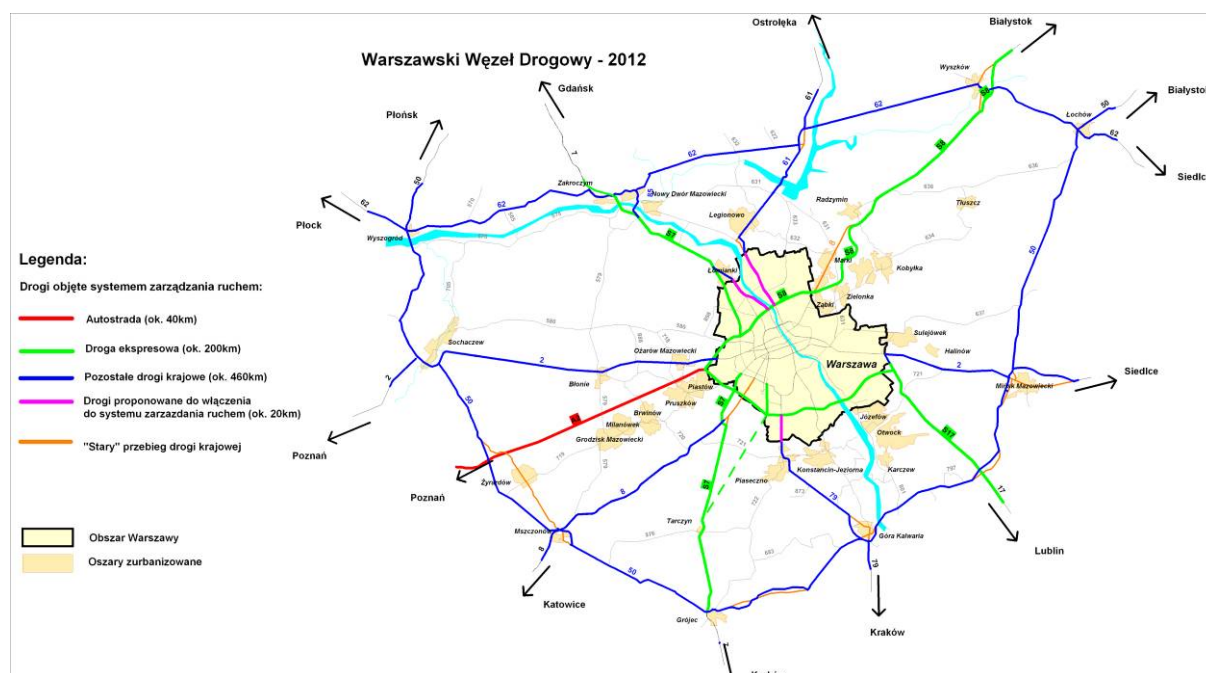
2.2.2. Budowa obwodnic Warszawy

Jednym z podstawowych punktów rozwoju systemu transportowego w obrębie warszawskiego węzła transportowego jest realizacja układu dróg obwodowych. Ma on ułatwić ruch międz dzielnicowy, zmniejszyć uciążliwości związane z ruchem samochodów ciężarowych oraz zmniejszyć natężenie pojazdów w centrum miasta.

Jako priorytetowe traktuje się stworzenie Obwodnicy Śródmiejskiej (ul. Starzyńskiego - ul. Słomińskiego - ul. Okopowa - ul. Towarowa - ul. Raszyńska - Trasa Łazienkowska - Al. Stanów Zjednoczonych - ul. Wiatraczna - ul. Nowowiatraczna - ul. Zabraniecka - Rondo Żaba) oraz Obwodnicy Miejskiej (od zachodu: Trasa NS, od południa: ul. Marynarska - ul. Rzymowskiego - ul. Witosa - Trasa Siekierska, od wschodu: Trasa Olszynki Grochowskiej, od północy: Trasa Mostu Północnego).

Ponadto w ramach Warszawskiego Węzła Dróg Krajowych (rys. 2.9) zrealizowany zostanie układ obwodowy dróg ekspresowych, na który składać się będą dwie półobwodnice:

- północna, która przebiegać będzie od węzła Konotopa do Al. Prymasa Tysiąclecia (termin zakończenia odcinka: 2010 rok), następnie Trasą Armii Krajowej (dostosowaną do parametrów drogi ekspresowej) i projektowaną trasą wschodniej obwodnicy Warszawy, od Marek do węzła Zakręt (skrzyżowanie dróg krajowych nr 2 i nr 17);
- południowa, która przebiegać będzie od węzła Konotopa, korytarzem rezerwowanym dla południowej obwodnicy Warszawy, do węzła z drogą nr 17; południowa półobwodnica Warszawy będzie pokrywała się z Trasą Mostu Południowego.



Rys. 2.9 Warszawski węzeł dróg krajowych w 2012 roku

Źródło [7]

2.2.3. Rozbudowa systemu transportu publicznego

Transport autobusowy

Usprawnienie ruchu autobusowego w dużej mierze zależy od rozszerzania sieci wydzielonych pasów autobusowych popularnie nazywanych buspasami (w szczególności dotyczy to korytarzy, w których autobus jest podstawowym środkiem transportu zbiorowego) oraz torowisk tramwajowo-autobusowych. Przedłużenie istniejących buspasów jest planowane między innymi na ul. Radzywińskiej i Al. Jerozolimskich, a nowe pasy autobusowe powstaną m.in. na ul. Puławskiej, ul. Połczyńskiej, ul. Grochowskiej, ul. Płowieckiej, ul. Ostrobramskiej i na Wisłostradzie.

Ponadto, w dalszej perspektywie, ułatwienie w funkcjonowaniu linii autobusowych zapewni wprowadzenie w sygnalizacji świetlnej priorytetu dla autobusów. W ramach unowocześniania taboru MZA, planowany jest zakup 660 niskopodłogowych autobusów do 2017 roku. Nowe pojazdy są również pozyskiwane przez przewoźników realizujących usługi przewozowe na zlecenie ZTM.

Transport tramwajowy

Modernizacja i rozwój systemu komunikacji tramwajowej jest jednym z zadań najbardziej znaczących dla rozwoju systemu transportu publicznego Warszawy. W celu jego realizacji zostaną podjęte następujące działania:

- Modernizacja istniejących tras: pętla Cmentarz Wolski - Dworzec Wileński, Dworzec Wileński - Stadion Narodowy - rondo Waszyngtona, pętla Piaski - pl. Grunwaldzki - Al. Jana Pawła II - pętla Kielecka oraz rondo Starzyńskiego - pl. Zawiszy
- Budowa nowych tras: Dworzec Zachodni - ul. Banacha - pl. Unii Lubelskiej - Wilanów, pętla Winnica - most Północny - Młociny, Tarchomin - pętla Żerań oraz z pl. Wilsona do skrzyżowania ul. Budowlanej z ul. Odrowąża i dalej ul. Św. Wincentego - ul. Głębocka - skrzyżowanie Trasy AK z ul. Głębocką
- Instalacja nowoczesnych systemów: sterowania ruchem tramwajowym, dynamicznej informacji pasażerskiej oraz sterowania ruchem drogowym z wprowadzeniem priorytetu dla tramwajów.
- Wymiana taboru (zakup 186 nowych tramwajów do końca 2013 roku) oraz dostosowanie torowisk i systemu zasilania do ruchu nowych pojazdów.

Kolej

Usprawnienie i poprawa jakości funkcjonowania podsystemu kolejowego obsługującego Warszawę i miejscowości podwarszawskie, będzie miało decydujące znaczenie w zmniejszeniu samochodowego ruchu dojazdowego do Warszawy. Będzie się to wiązało z rewitalizacją istniejących oraz budową nowych linii kolejowych, przystanków i stacji oraz ze zwiększeniem ilości taboru i stopniową wymianą taboru na nowy.

Duże znaczenie w obsłudze aglomeracji będzie miała **Szybka Kolej Miejska**. Obecnie funkcjonują jedynie dwie linie S2 i S9, planuje się rozszerzenie oferty na inne linie dojazdowe do Warszawy. Po uruchomieniu odcinka linii kolejowej do stacji pod terminalem lotniska im. F. Chopina, SKM połączy lotnisko z centrum miasta. W planach jest również zakup 35 nowych pociągów dla SKM w najbliższych latach.

Metro

W październiku 2009 roku została podpisana umowa na projekt i budowę centralnego odcinka II linii metra. Będzie on miał długość 6,5 km i zostanie na nim zbudowane 7 stacji: Rondo Daszyńskiego, Rondo ONZ, Świętokrzyska, Nowy Świat, Powiśle, Stadion oraz Dworzec Wileński. II linia będzie krzyżowała się z I linią na stacji Świętokrzyska, która to stanie się stacją przesiadkową. Termin zakończenia robót jest planowany na 2013 rok.

Docelowo II linia metra ma mieć długość 32 km i będzie łączyć Bemowo z prawobrzeżną Warszawą (na stacji Stadion będzie rozgałęzienie na kierunki Bródno i Gocław). Planuje się na niej budowę 27 stacji.

Przewidywana jest również w przyszłości budowa III linii metra. Jej prawdopodobny przebieg to: stacja Stadion - Saska Kępa - pl. Konstytucji - Dworzec Zachodni.

Integracja systemów transportu

W Warszawie występuje kilka podsystemów transportu i w celu zapewnienia sprawnego funkcjonowania transportu publicznego, niezbędny jest wysoki stopień ich integracji. Prowadzą do tego następujące działania:

- Zapewnienie wspólnego biletu na wszystkie środki transportu publicznego.
- Modernizacja węzłów przesiadkowych
- Rozwijanie systemu parkingów P+R oraz B+R („Bike & Ride”).
- Koordynacja układu linii oraz synchronizacja rozkładów jazdy.
- Uruchamianie dynamicznego systemu informacji pasażerskiej, celem ułatwienia dokonywania przesiadek.

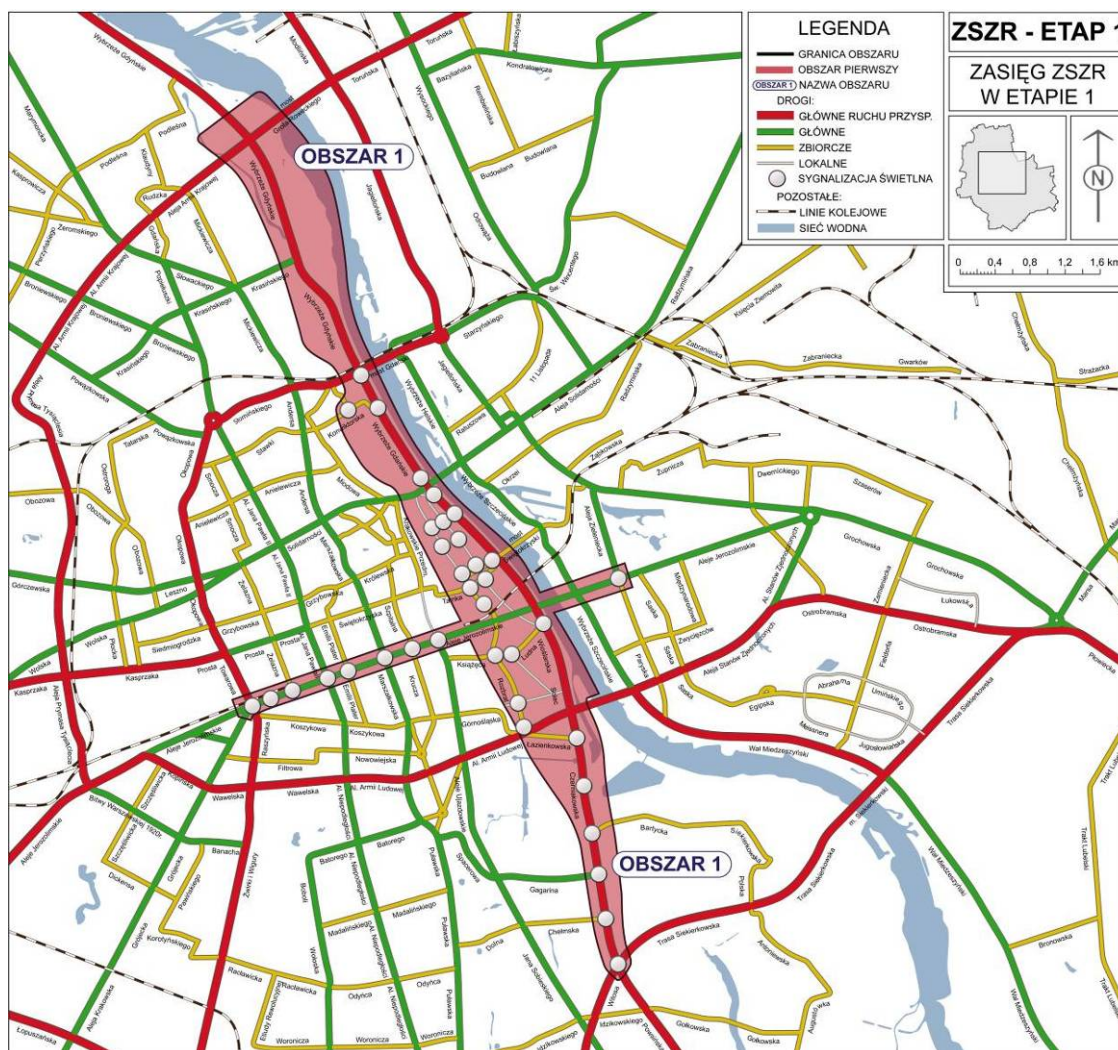
2.2.4. Rozbudowa sieci parkingów „Parkuj i Jedź” (P+R)

Dostępność parkingów P+R oraz B+R jest ważna z punktu widzenia integracji systemu transportowego, a także zapewnia zmniejszenie liczby pojazdów poruszających się w obrębie centrum miasta. W najbliższych latach w Warszawie ma powstać 28 nowych parkingów tego typu w pobliżu stacji metra, stacji i przystanków kolejowych oraz ważniejszych węzłów tramwajowych.

2.3. Zintegrowany System Zarządzania Ruchem – stan istniejący

Pierwszy Etap budowy Systemu w tzw. Obszarze I (rys. 2.10) ukończono w listopadzie 2008 roku. System swoim zasięgiem obejmuje 37 skrzyżowań:

- w Alejach Jerozolimskich na odcinku od Ronda Waszyngtona do Placu Zawiszy;
- na Powiślu, w obrębie ulic: Grodzkiej, Browarnej, Kruczkowskiego, Ludnej, Czerniakowskiej;
- wzdłuż Wisłostrady i ulicy Czerniakowskiej od mostu Grota-Roweckiego do Trasy Siekierkowskiej.



Rys. 2.10 Zintegrowany System Zarządzania Ruchem w Warszawie – Obszar I
(opracowano na podstawie [1])

Poza urządzeniami sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach, na System składają się następujące elementy:

- Centrum Zarządzania Ruchem zlokalizowane w siedzibie ZDM,
- system łączności światłowodowej zapewniający komunikację ze wszystkimi sterownikami sygnalizacji świetlnej, tablicami zmiennej treści oraz 22 kamerami zamontowanymi na 20 skrzyżowaniach oraz kamerami i systemem sterującym w tunelu Wisłostrady,

- podsystemy informacji o sytuacji w ruchu drogowym, środowisku oraz o niebezpieczeństwie (na znakach o zmiennej treści i stronie internetowej zsrr.zdm.waw.pl).

Centrum Zarządzania Ruchem

Centrum Zarządzania Ruchem znajduje się w siedzibie ZDM przy ulicy Chmielnej 120. W Centrum umieszczono salę operatorską, serwerownię, pokój inżyniera ruchu oraz pomieszczenia zaplecza socjalnego. Sala operatorska jest wyposażona w sprzęt komputerowy, konsole operatorskie (służące do sterowania kamerami CCTV) oraz urządzenia zapewniające łączność. Na ścianie wizyjnej oraz na ekranach komputerów wyświetlane są obrazy z kamer wideo, umożliwiając podgląd sytuacji na drogach. Interfejs użytkownika umożliwia dostęp do wszystkich funkcji i podsystemów. Oprogramowanie SITRAFFIC Scala dostarczone przez firmę Siemens integruje wszystkie elementy systemu i umożliwia zdalną obsługę urządzeń i podsystemów. Według instrukcji dostawcy:

„Program umożliwia sprawne działania operatorskie, między innymi: monitorowanie stanu pracy urządzeń zainstalowanych w terenie, zarządzanie informacją o stanach ruchu, prognozowanie ruchu, wprowadzanie zmian w parametrach sterowania ruchem, zarządzanie priorytetami dla pojazdów komunikacji zbiorowej, kontrola zdarzeń, wykonywanie analiz jakościowych i ilościowych, przygotowywanie oraz symulacje strategii dla ruchu.”

Obecnie sprzęt, oprogramowanie zainstalowane w Centrum Zarządzania Ruchem oraz wykupione licencje umożliwiają podłączenie do systemu SITRAFFIC Scala sygnalizacji świetlnej na 250 skrzyżowaniach. Jest możliwe dołączenie do systemu większej liczby skrzyżowań. Wymagałoby to jednak wykupienia dodatkowych licencji.

Pozyskiwanie danych i łączność

Źródłem danych dla systemu są detektory i stacje pomiarowe. W system włączone są pętle indukcyjne, kamery wideodetekcji i stacje pomiarowe Traffic Eye Universal (TEU) działające w podczerwieni. Przy pomocy TEU do Centrum Zarządzania Ruchem przekazywane są dane o aktualnym natężeniu ruchu i prędkościach pojazdów.

Źródłem danych o otoczeniu i stanie środowiska są stacje pogodowe i stacje pomiaru zanieczyszczenia powietrza. Stacje te pozwalają na monitorowanie aktualnych warunków i odpowiednie reagowanie systemu lub operatorów na otrzymywane informacje.

Wszystkie dane dostępne są w czasie rzeczywistym, a także są archiwizowane, by mogły służyć do analizy inżynierom ruchu.

Do systemu włączono infrastrukturę związaną ze sterowaniem ruchem w tunelu Wisłostrady, wraz z modułem wideodetekcji, pozwalającym wykrywać zdarzenia w tunelu, np. zatrzymany pojazd. Na obszarze miasta objętym Systemem Zarządzania rozmieszczone są 22 szybkoobrotowe kamery pozwalające na zbliżenia obrazu, połączone w podsystem monitoringu wizyjnego, obejmujący newralgiczne punkty ulic objętych systemem. Dzięki kamerom operator może np. szybko wykryć kolizję lub wypadek i powiadomić odpowiednie

służby. Kamery dają również obraz warunków ruchu na poszczególnych wlotach skrzyżowań. Obraz z kamer przechowywany jest przez 30 dni, po czym jest nadpisywany kolejnymi strumieniami wideo.

System łączności światłowodowej zapewnia komunikację ze wszystkimi sterownikami sygnalizacji świetlnej działającymi w Obszarze I, tablicami zmiennej treści oraz 22 kamerami zamontowanymi na 20 skrzyżowaniach, oraz z kamerami i systemem sterującym w tunelu Wisłostrady. Wyjątkiem jest najbardziej na północ wysunięta tablica o zmiennej treści, która połączona jest bezprzewodowo za pomocą GPRS.

Sterowanie ruchem

W ramach Systemu realizowane są dwie metody sterowania sygnalizacją: metoda optymalizacji sieciowej MOTION na Wisłostradzie i na Powiślu (28 skrzyżowań) oraz metoda TASS (polegająca na selekcji predefiniowanych planów sterowania) w Alejach Jerozolimskich (9 skrzyżowań).

System SITRAFFIC Scala umożliwia operatorom sterowanie i monitorowanie wszystkich podsystemów z jednego centralnego miejsca. Zmniejsza to znacząco koszty obsługi sterowników i sygnalizacji oraz umożliwia szybkie i efektywne reagowanie na usterki i zdarzenia drogowe (informowanie policji, służb ratunkowych i kierowców) oraz wprowadzanie zmian w sygnalizacji na danym skrzyżowaniu i w jego okolicach. Dane związane ze wszystkimi elementami Systemu oraz podsystemami przechowywane są w zintegrowanej bazie danych.

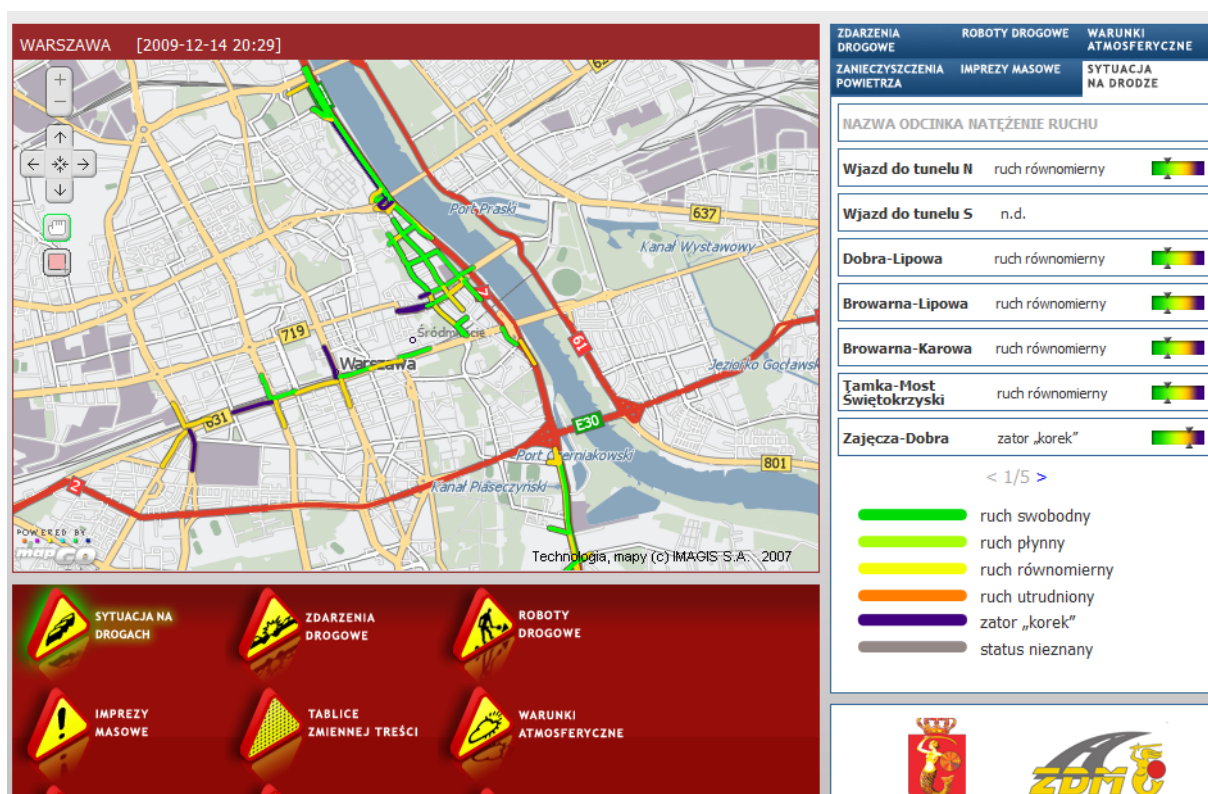
Jedną z najważniejszych funkcji systemu jest udzielanie priorytetu tramwajom poruszającym się w ciągu Al. Jerozolimskich. 160 tramwajów wyposażono w nadajniki, które umożliwiają łączność pojazdów szynowych z systemem i przyznawania przez sterownik sygnalizacji świetlnej pierwszeństwa przejazdu tramwajowi. Obecnie systemem priorytetu objętych jest 9 skrzyżowań w ciągu Alej Jerozolimskich, od Ronda Waszyngtona do Placu Zawiszy.

Informowanie kierowców

Strona internetowa <http://zszt.zdm.waw.pl> (rys. 2.11) zawiera aktualne informacje o sytuacji w ruchu drogowym w obrębie Obszaru I (pięć poziomów swobody ruchu oznaczonych kolorami), o robotach drogowych w całej Warszawie, o warunkach atmosferycznych oraz o zanieczyszczeniu powietrza, uzyskane z kilku miejskich stacji pomiarowych. Na stronie internetowej Systemu można też oglądać odświeżane statyczne obrazy z kamer.

W pięciu miejscach Obszaru I zostały zainstalowane tablice VMS (zmiennej treści) aby przekazywać kierowcom informacje o zdarzeniach na drodze. Są one sterowane automatycznie. Oprogramowanie daje możliwość wyświetlania na nich dodatkowych znaków i komunikatów (np. w sytuacjach nietypowych). Wykorzystanie tej możliwości jest jednak ograniczone obowiązującymi przepisami nakazującymi akceptację każdej kombinacji znaków i komunikatów przez Inżyniera Ruchu (w trybie administracyjnym). Tak więc ze względu na

uwarunkowania prawne działania CZR, lista działań, które mogą podjąć operatorzy jest obecnie bardzo skąpa.



Rys. 2.11 Strona Internetowa ZSZR (<http://zszyr.zdm.waw.pl>)

2.4 Ocena istniejącego Systemu ZR

W opracowaniu „Ramowa Koncepcja Kontynuacji Rozwoju ZSZR” [4] przedstawiono ocenę istniejącego Systemu. Stwierdzono, że ZSZR posiada niewątpliwie potencjał by stać się w pełni funkcjonalnym systemem zarządzania ruchem w mieście, jednakże w obecnej chwili stanowi jedynie załączek takiego systemu. Wiele funkcji składających się na dynamiczne zarządzanie ruchem jest realizowanych w sposób połowiczny lub wcale. Jako przyczyny tego stanu rzeczy wymieniono [4]:

- Niedobór kadrowy i braki w wykształceniu personelu. Obecna liczba etatów pozwala na obsadę operatorską Centrum jedynie w godzinach pracy biurowej, czyli przez około 40 ze 168 godzin w tygodniu (mniej niż 25% czasu). W praktyce uniemożliwia to zarządzanie ruchem na bieżąco i szybkie reagowanie na sytuacje nietypowe, zdarzenia i awarie.
- Problemy organizacyjno-kompetencyjne pomiędzy Centrum a Inżynierem Ruchu. Częściowo jest to spowodowane obowiązującymi przepisami, które nie ułatwiają dynamicznego zarządzania ruchem – w praktyce każda zmiana organizacji ruchu (czyli np. oznakowania) musi być zatwierdzona przez Inżyniera Ruchu w trybie

administracyjnym. Jednakże wydaje się, że stała obecność przedstawiciela Inżyniera Ruchu w Centrum usprawniłaby znacznie ten proces i umożliwiła prowadzenie prac rozwojowych np. opracowywanie scenariuszy/strategii reagowania w sytuacjach nietypowych.

- Ograniczona współpraca z Policją. Szybkie reagowanie na wypadki, awarie i sytuacje kryzysowe często wymaga współdziałania z Policją lub Strażą Miejską. Policja powinna dysponować w Centrum wydzielonym stanowiskiem, z którego przejmowałaby zarządzanie ruchem w sytuacjach kryzysowych lub planowanych zdarzeń szczególnych. Stwarzałoby to możliwości zarządzania ruchem w czasie rzeczywistym w sytuacjach „nietypowych”.
- Zbyt mały zasięg terytorialny systemu sterowania. Obecny System ogranicza się do dwóch ciągów i jednego wąskiego obszaru co nie pozwala na pełne wykorzystanie możliwości optymalizacyjnych algorytmów sterowania.
- Ograniczenia techniczne VMS-ów. Znaki VMS ustawione przed tunelem Wisłostrady są predefiniowane i mogą wyświetlać jedynie 2 wartości ograniczenia prędkości: 50 i 30 km/h. W związku z tym pożądane ustawienie ograniczenia prędkości w tunelu na 70 km/h nie jest możliwe i znaki wyświetlają praktycznie zawsze 50 km/h. Znaki te zainstalowano przed realizacją ZSZR.

Wszystkie wymienione wyżej słabości zrealizowanego ZSZR w istotnym stopniu obniżają jego efektywność. Jako najpilniejsze należałoby uznać wydłużenie godzin pracy operatorów oraz stworzenie możliwości zarządzania ruchem w sytuacjach nietypowych przez delegowanie do Centrum Zarządzania Ruchem upoważnionego przedstawiciela Inżyniera Ruchu i ściślejszą współpracę z Policją – np. wydzielone stanowisko, z którego Policja przejmowałaby zarządzanie ruchem w przypadku sytuacji kryzysowych lub planowanych zdarzeń szczególnych.

2.5 System sterowania sygnalizacją poza obszarem ZSZR

W ramach opracowania [4] dokonano nie tylko oceny zbudowanego dotychczas fragmentu Systemu ZR, ale również zebrano i przeanalizowano dane o sterownikach sygnalizacji poza obszarem ZSZR. Ogółem obecnie na terenie m. st. Warszawy funkcjonują 704 sterowniki, w tym 667 zlokalizowanych poza ZSZR. Wyniki inwentaryzacji przedstawione są w formie tabel i map.

Rozmieszczenie skrzyżowań z sygnalizacją na terenie Warszawy pokazuje rys. 2.12. Tabela 2.1 przedstawia podsumowanie inwentaryzacji – skrzyżowania sklasyfikowane są według typów zastosowanych sterowników. W systemie ZSZR działa 37 sterowników firmy Siemens. Warunkiem podłączenia sterownika do Systemu w celu monitoringu jego pracy, jest możliwość implementacji protokołu komunikacji OCIT 1.1. Protokół ten pozwala też na wpływanie na pracę sterownika poprzez zdalny wybór jednego ze zdefiniowanych wcześniej

programów sygnalizacji. Ta właściwość jest wykorzystywana w metodzie sterowania TASS, zaimplementowanej w systemie SITRAFFIC Scala. Natomiast warunkiem włączenia sterownika do optymalizacji obszarowej MOTION (realizowanej przez funkcjonujący w ZSZR system SITRAFFIC Scala) jest instalacja modułu MOTION MX. Sterowniki na obszarze poza ZSZR podzielono więc na 3 grupy według możliwości technicznych podłączenia ich do Systemu:

- sterowniki firmy Siemens oraz Signalbau Huber (Actros) z możliwością instalacji modułu MX oraz protokołu OCIT 1.1 (kolor czarny na rys. 2.12),
- sterowniki innych firm (Peek, Vialis) z możliwością implementacji protokołu OCIT 1.1 (kolor zielony na rys. 2.12),
- inne sterowniki, których nie można podłączyć do Systemu (kolor żółty na rys. 2.12).

Jak widać z tabeli 2.1 i rys. 2.12 jest w Warszawie ponad 80 skrzyżowań, które można by włączyć do Systemu w pełnym zakresie – niestety nie są one korzystnie usytuowane (z wyjątkiem ciągu ulicy Jana Pawła II).

Tabela 2.1 Skrzyżowania z sygnalizacją na terenie m.st. Warszawy – rok 2009 [4]

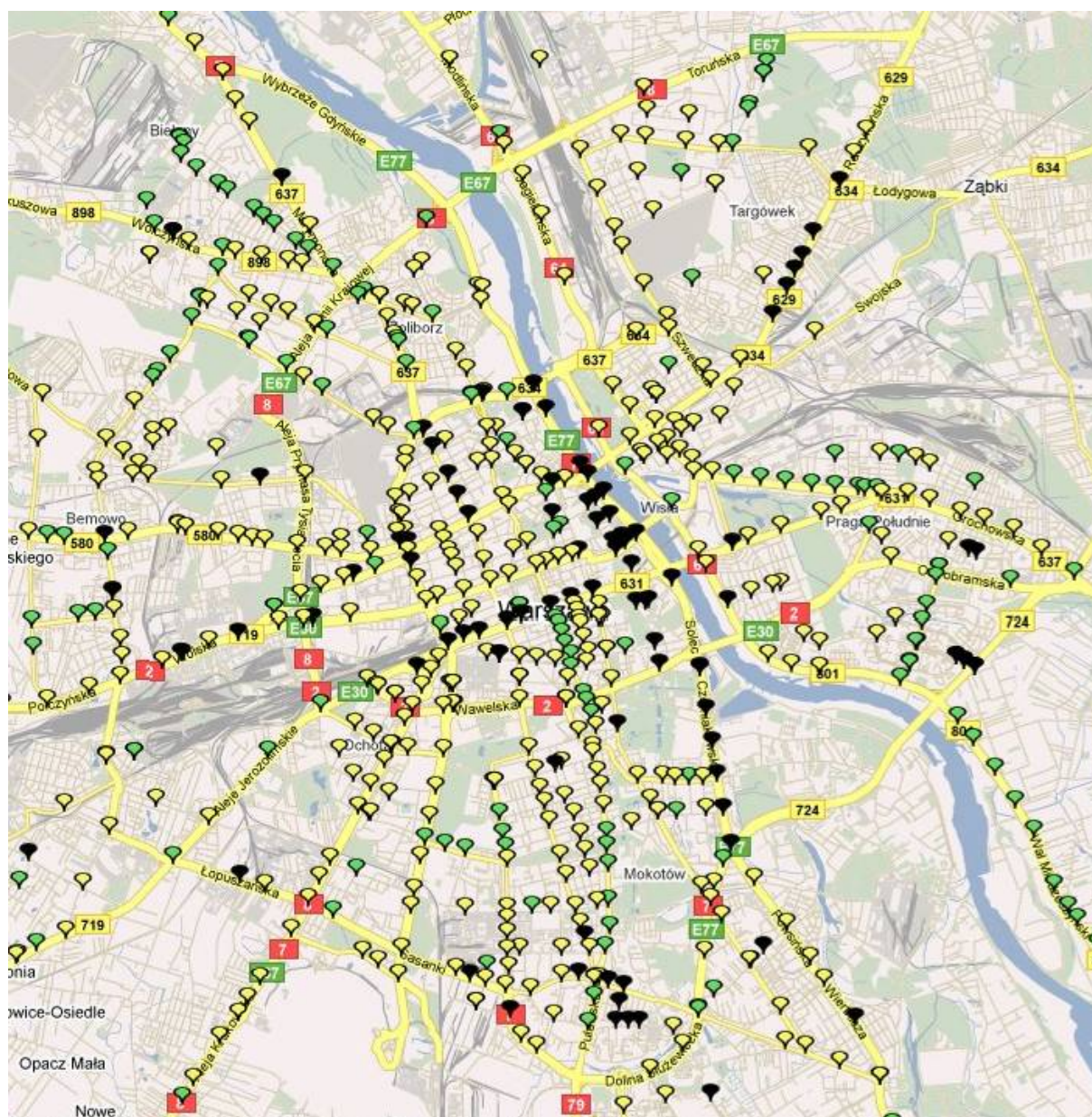
Typ sterownika	Liczba skrzyżowań z typem sterownika				Razem
	w Systemie ZSZR	poza Systemem ZSZR			
		z MX oraz OCIT*	tylko z OCIT**	Pozostałe	
Siemens	37	73	-	-	110
Actros	-	9	-	-	9
Peek	-	-	92	-	92
Vialis (NH)	-	-	86	-	86
Inne	-	-	-	407	407
Razem	37	82	178	407	704

*z możliwością instalacji modułu MX oraz protokołu OCIT 1.1

** z możliwością implementacji protokołu OCIT 1.1

Na potrzeby niniejszego opracowania, dokonano bardziej szczegółowej inwentaryzacji skrzyżowań w Obszarze II i III, gdzie znajduje się obecnie (lipiec 2010 roku) 148 skrzyżowań i przejść dla pieszych z sygnalizacją. Pełne zestawienie sygnalizacji w tych obszarach przedstawia tabela 2.2.

W tabeli rozróżniono skrzyżowania i przejścia dla pieszych (PdP), pokazano typ sterownika, rok modernizacji oraz numer ciągu koordynacji do którego należy dane skrzyżowanie. Z tabeli 2.2. wynika, że 89 skrzyżowań znajduje się w ciągach koordynacji co stanowi 60,1% wszystkich inwentaryzowanych skrzyżowań (148).



Rys. 2.12 Rozmieszczenie skrzyżowań z sygnalizacją w centralnej części miasta

Źródło [4]

Tabela 2.2 Inwentaryzacja skrzyżowań z sygnalizacją w Obszarach II i III

Lp	Nazwa skrzyżowania/ przejścia dla pieszych	Obszar SW 2004	Typ sterownika	Data modernizacji	Numer ciągu koordynacji	Uwagi
1	Andersa-Anielewicza-Świętojerska	II	SSU	1993	16	
2	Andersa-Dubois-przejście	II	SSU	1993	16	PdP
3	Andersa-Stawki-Muranowska	II	SU-5	1993	16/17	
4	Banacha-Pawińskiego-Wolnej Wszechnicy	II	SSU	1999	38	
5	Bonifraterska-Długa-Miodowa	II	SSU	1992	95	
6	Bonifraterska-Frańciszkąska	II	Vilati	X 2004	95	
7	Bonifraterska-Muranowska-Konwiktorska	II	SSU	1993	17	
8	Bonifraterska-Świętojerska	II	SSU	1998	95	
9	Grójecka-Banacha-Bitwy Warszawskiej 1920r	II	SSU	1997	37/38	
10	Grójecka-Częstochowska- przejście	II	SSU	1997	36	PdP
11	Grójecka-Niemcewicza	II	SSU	1998	36	
12	Grójecka-Wawelska-Kopińska	II	SSU	1998	36/37	
13	Koszykowa-Mokotowska	II	Vilati	IV 2004	44	
14	Królewska-Mazowiecka	II	PEEK	I 2009	43	
15	Królewska-Moliera-pl. Piłsudskiego	II	PEEK	I 2009	43	
16	Krucza-Hoża	II	MSR	II 2000	44	
17	Krucza-Nowogrodzka	II	MSR	II 2000	44	
18	Krucza-Piękna-Mokotowska	II	SSU	X 1989	44	
19	Krucza-Wilcza	II	MSR	II 2000	44	
20	Krucza-Wspólna	II	MSR	II 2000	44	
21	Krucza-Żurawia	II	MSR	II 2000	44	
22	Książęca-Nowy Świat-pl. Trzech Krzyży	II	SSU	X 1993	19	
23	Marszałkowska - Litewska przejście	II	PEEK	V 2006		PdP
24	Marszałkowska - Trasa Ł przejście	II	PEEK	V 2006		PdP
25	Marszałkowska-Hoża	II	NH	IX 2001	46	
26	Marszałkowska-Królewska	II	SSU	V 1991	76/77	
27	Marszałkowska-Piękna, pl. Konstytucji	II	NH	IX 2001	46	
28	Marszałkowska-Świętokrzyska	II	LUS3	VII 1996	77/78	
29	Marszałkowska-Wilcza	II	NH	IX 2001	46	
30	Marszałkowska-Wspólna	II	NH	IX 2001	46	
31	Marszałkowska-Żurawia	II	NH	IX 2001	46	
32	Miodowa-Kapitulna- przejście	II	SSU	XII 1994		PdP
33	Miodowa-Senatorska	II	Actros	I 2009		
34	Piękna-Wiejska	II	NH	XII 2000		

35	pl. Bankowy-przejście	II	Siemens	XII 2009	42	PdP
36	pl. na Rozdrożu	II	PEEK	VIII 2009	19	
37	pl. Narutowicza-Grójecka	II	SSU	XII 1994	36	
38	Rondo Jazdy Polskiej-Waryńskiego-Armii Ludowej	II	SSU	II 1995	46	
39	Senatorska-Moliera	II	PEEK	I 2009		
40	Słomińskiego - Dw. Gdański	II	Siemens	X 2003		
41	Słomińskiego - Międzyparkowa	II	NH	VII 2003		
42	Słomińskiego-Bonifraterska	II	Siemens	IV 2006		
43	Solidarności-Andersa-pl. Bankowy	II	Siemens	XII 2009	41/42	
44	Solidarności-zawrotka	II	Siemens	XII 2009		
45	Solidarności-Bieleńska-przejście	II	Siemens	XII 2009		PdP
46	Świętokrzyska-Czackiego-przejście	II	SSU	I 1996	78	PdP
47	Świętokrzyska-Jasna-pl. Powstańców W-wy	II	LUS3	IV 1991	78	
48	Świętokrzyska-Mazowiecka	II	LUS3	III 1991	78	
49	Świętokrzyska-Nowy Świat	II	Actros	I 2009	78	
50	Ujazdowskie-Bagatela	II	Actros	VIII 2006		
51	Ujazdowskie-Hoża-Mokotowska	II	PEEK	X 1991	19	
52	Ujazdowskie-Piękna	II	PEEK	XI 1993	19	
53	Waryńskiego - Batorego	II	Vilati	IX 2002	31	
54	Waryńskiego-Nowowiejska	II	SSU	I 1995	46	
55	Waryńskiego-Śniadeckich	II	NH	VII 2000	46	
56	Wierzbowa-przejście	II	Vilati	III 2004		PdP
57	11 Listopada-Szwedzka	III	Vilati	III 2001		
59	11-Listopada-Kowieńska	III	NH	2001		
60	Abrahama przejście	III	SSU	IX 2000		PdP
61	Afrykańska-Egipska	III	SSU	1995		
62	Al. Solidarności-Sierakowskiego	III	PEEK	XI 2009		
63	Al. Solidarności-Szwedzka	III	MSSU	1984		
64	Al. Stanów Zjednoczonych-Grenadierów	III	NH	2000		
65	Białostocka-Brzeska	III	Vilati	2002		
66	Bora Komorowskiego-Kwiatkowskiego-przejście	III	PEEK	2007		PdP
67	Bora Komorowskiego - Trasa Siekierkowska	III	Siemens	VI 2006		
68	Bora Komorowskiego-Abrahama-Meisnera	III	SSU	1996		
69	Bora Komorowskiego-Umińskiego-Jugosłowiańska	III	PEEK	2007		
70	Bora Komorowskiego-wyjazd z pętli	III	Siemens	VI 2006	98	
71	Egipska-Ateńska-Saska	III	MSSU	2000		
72	Fieldorfa - Nowaka Jeziorańskiego	III	PEEK	VI 2010		
73	Fieldorfa - Umińskiego - Abrahama	III	NH	IX 2002	66	
74	Fieldorfa-Bora Komorowskiego	III	PEEK	2007	66	

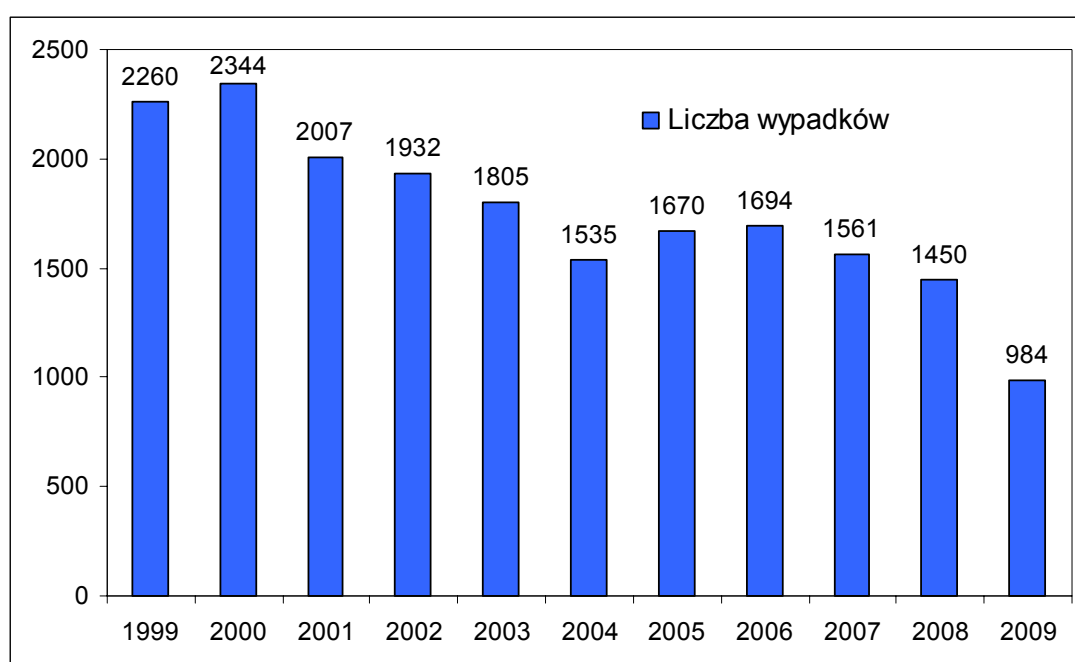
75	Fieldorfa-Bukowskiego-Okulickiego	III	NH	2002	66	
76	Fieldorfa-Jugosłowska-Meisnera	III	NH	2002	66	
77	Fieldorfa-Perkuna	III	NH	2002	66	
78	Grenadierów-Majdańska	III	SSU	1998		
79	Grochowska-Bliska	III	PEEK	2008	61	
80	Grochowska-Garwolińska	II	SSU	1991		
81	Grochowska-Gocławska	III	PEEK	2008	61	
82	Grochowska-Jubilerska-REAL	III	SSU	1996	63	
83	Grochowska-Kaleńska-przejście	III	PEEK	V 2009	61	PdP
84	Grochowska-Kickiego-przejście	III	PEEK	2008	61	PdP
85	Grochowska-Lubelska	III	PEEK	2008	61	
86	Grochowska-Podolska-Kwatery Głównej	II	SSU	1997	63	
87	Grochowska-Podskarbińska	III	PEEK	2008	61	
88	Grochowska-Terespolska	III	PEEK	2008	61	
89	Grochowska-Wspólna Droga	II	SSU	1991		
90	Grochowska-Zamieniecka-Plac Szembeka	II	SSU	1995	63	
91	Grochowska-Żółkiewskiego-przejście	II	SSU	1997	63	PdP
93	Jagiellońska-Droga Objazdowa-(Wybrz. Helskie)	III	SSU	1997		
94	Jagiellońska-FSO	III	SSU	1997		
95	Jagiellońska-Kępna	III	Vilati	2001		
96	Jagiellońska-Kłopotowskiego-Okrzei	III	Vilati	1996		
97	Jagiellońska-Plac Hallera	III	SSU	IX 1997		
98	Jagiellońska-Pożarowa-Platerówek	III	MSSU	XI 1998		
99	Jagiellońska-Ratuszowa	III	SSU	IX 1997		
101	Kondratowicza-Rembielińska-Bazylińska	III	SSU	V 1992	57	
102	Łukowska - Osiecka	III	Siemens	X 2004	93	
103	Łukowska - Tarnowiecka	III	Siemens	X 2004	93	
104	Odrowąża-Pożarowa	III	Vilati	VIII 2003	56	
105	Odrowąża-Staniewicka	III	Vilati	IX 2002	56	
106	Odrowąża-Św. Wincentego-Rondo Żaba	III	Vilati	III 2001	56	
107	Odrowąża-Wysockiego-Budowlana	III	Vilati	VIII 2003	56	
108	Ostrobramska-Fieldorfa-Zamieniecka	III	NH	IX 2002	32	
109	Ostrobramska-Polygonowa-Grenadierów	III	SSU	I 1992	32	
110	Ostrobramska-Rodziejewiczówny	III	NH	XI 2001	32	
111	Płowiecka-Marsa-Ostrobramska	III	NH	VIII 2000		
112	Ratuszowa-Inżynierska-Dąbrowszczaków	III	SSU	1997	55	
113	Rembielińska-Bartnicza-Wyszogrodzka	III	SSU	X 1998		
114	Rembielińska-Budowlana	III	MSSU	XII 2000		
115	Sierakowskiego-Kłopotowskiego	III	Vilati	XII 2001	82	

116	Sokola - Zamoyskiego	III	SSU	1985		
117	Stalowa-11 Listopada-Inżynierska	III	SSU	2001	55	
118	Stalowa-Szwedzka	III	SSU	XI 1998		
119	Starzyńskiego-Namysłowska	III	Vilati	IV 2001	56	
120	Targowa-Al. Solidarności-Wileńska	III	Vilati	III 2000	53	
121	Targowa-Al. Zieleniecka-Zamoyskiego	III	Vilati	III 2000	53	
122	Targowa-Kijowska	III	MSSU	VI 1995	53	
123	Targowa-przeście przy Oazie	III	Vilati	XII 2001	53	
124	Targowa-Ząbkowska-Okrzei	III	SSU	1995	53	
125	Wał Miedzeszyński - przeście Ośrodek Cora	III	NH	X 2004		
126	Wał Miedzeszyński-Afrykańska	III	Vilati	IX 2002		
127	Wał Miedzeszyński-Ateńska	III	Vilati	IX 2002		
128	Wał Miedzeszyński-Fieldorfa	III	Vilati	IX 2002		
129	Wał Miedzeszyński-M.Poniatowskiego-łącznica Pd	III	Vilati	X 2003		
130	Wał Miedzeszyński-M.Poniatowskiego-łącznica Pn	III	Vilati	X 2003		
131	Wał Miedzeszyński-Tr.Siekierkowska-łącznica Pd	III	Vilati	IX 2002		
132	Wał Miedzeszyński-Tr.Siekierkowska-łącznica Pn	III	Vilati	IX 2002		
133	Wał Miedzeszyński-Wersalska-	III	Vilati	IX 2002		
134	Wał Miedzeszyński-Zwycięzców	III	Siemens	V 2007		
135	Waszyngtona-Grenadierów	II	Vilati	IX 2005	65	
136	Waszyngtona-Kinowa	II	Vilati	XI 2005	65	
137	Waszyngtona-Międzyborska	II	Vilati	IX 2005	65	
138	Waszyngtona-Międzynarodowa	II	Vilati	IX 2005	65	
139	Waszyngtona-Saska	II	Vilati	IX 2005	65	
140	Wybrzeże Helskie-Ratuszowa	III	SSU	1992		
141	Wybrzeże Szczecińskie-Kłopotowskiego-Okrzei	III	NH	VI 2001		
142	Wybrzeże Szczecińskie-Most Świętokrzyski	III	NH	X 2000		
144	Wysockiego - Bartnicza	III	MSR	IX 1999	69	
145	Wysockiego - Bazylińska	III	SSU	1993	69	
146	Ząbkowska-Brzeska	III	Vilati	I 2001	70	
147	Ząbkowska-Markowska	III	Vilati	XII 2000	70	
148	Ząbkowska-Radzyńska-Kawęczyńska	III	Vilati	XII 2002	70	
149	Zamieniecka-Lukowska	III	SSU	IX 1994		
150	Zwycięzców-Francuska-Paryska	III	SSU	XII 1996		
151	Zwycięzców-Katowicka-przeście	III	SSU	VIII 1996		PdP
152	Zwycięzców-Saska	III	SSU	XII 1996		

3. Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w Warszawie

3.1. Ogólny stan BRD w Warszawie

Jak wskazują raporty ZDM [5], [6], stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w Warszawie ulega systematycznej poprawie. W 2009 roku zarejestrowane zostały 984 wypadki drogowe, w wyniku których poszkodowane zostały 1223 osoby, w tym rannych 1126 i ofiar śmiertelnych 97. W stosunku do 2008 roku nastąpił spadek liczby wypadków drogowych o 466 (rys. 3.1), liczby rannych o 571 i liczby ofiar śmiertelnych o 28 (rys. 3.2).



Rys. 3.1 Wypadki drogowe w Warszawie w latach 1999-2009

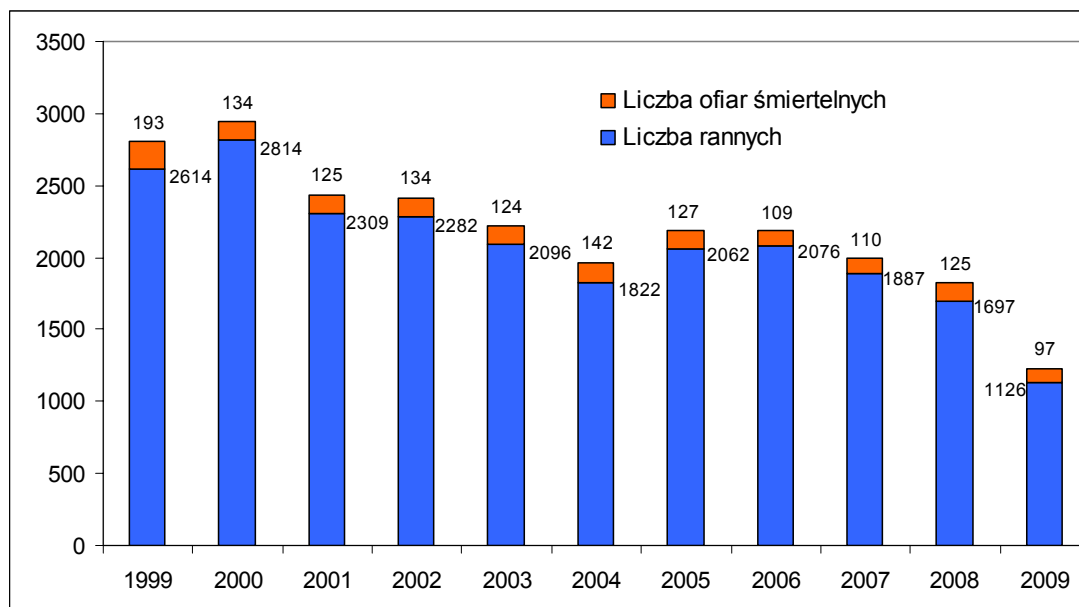
Źródła [5], [6], [11]

Najczęstszymi wypadkami drogowymi w 2009 roku były zderzenia z pieszymi (475 wypadków – 48,3% wszystkich wypadków) oraz zderzenia pojazdów (420 wypadków – 42,7% wszystkich wypadków). Ponadto, wg raportu Policji, na terenie Warszawy odnotowano w 2009 roku 21 384 kolizje.

Sytuacja pieszych na jezdni

Największym problemem bezpieczeństwa ruchu drogowego w Warszawie jest duża liczba najechań na pieszych. W 2009 roku odnotowano 475 takich zdarzeń. W ich wyniku poszkodowanych zostało 522 osoby, z czego śmierć poniosło 59 osób, co stanowi aż 59,4 % wszystkich śmiertelnych ofiar wypadków drogowych w Warszawie w 2009 roku.

Ponadto, wskutek innych zdarzeń drogowych, przypadkowo uszkodzonych zostało 14 pieszych, z czego 10 osób zostało rannych a 4 to ofiary śmiertelne.

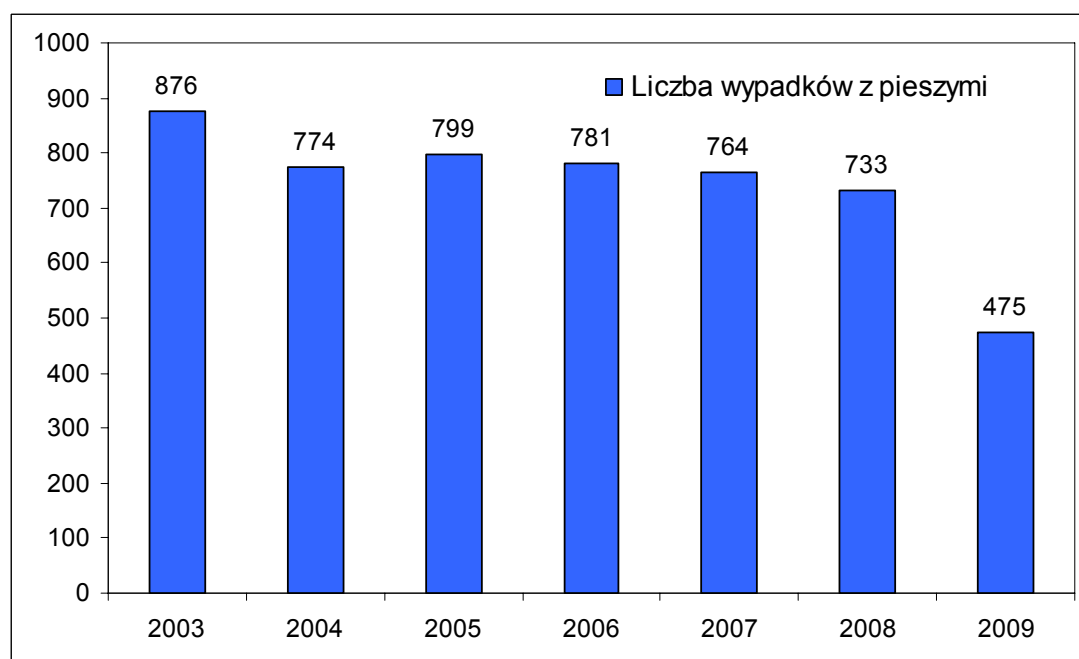


Rys. 3.2 Ofiary wypadków drogowych w Warszawie w latach 1999-2009

Źródła [5], [6], [11]

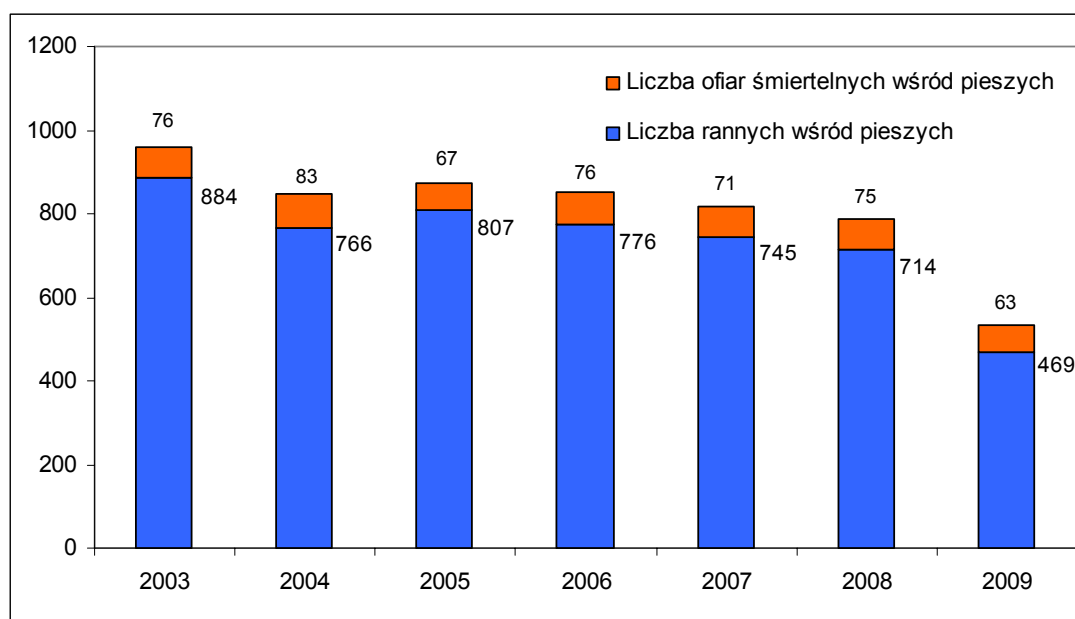
Łącznie w 2009 roku na drogach Warszawy zginęło 63 pieszych.

Na przestrzeni ostatnich lat w Warszawie odnotowywany jest spadek wypadków z udziałem pieszych (rys. 3.3), a także spadek liczby uszkodzonych pieszych (rys.3.4).



Rys. 3.3 Wypadki drogowe z pieszymi w Warszawie w latach 2003-2009

Źródła [5], [6]



Rys. 3.4 Piesi poszkodowani w wypadkach drogowych w Warszawie w latach 2003-2009

Źródła [5], [6], [11]

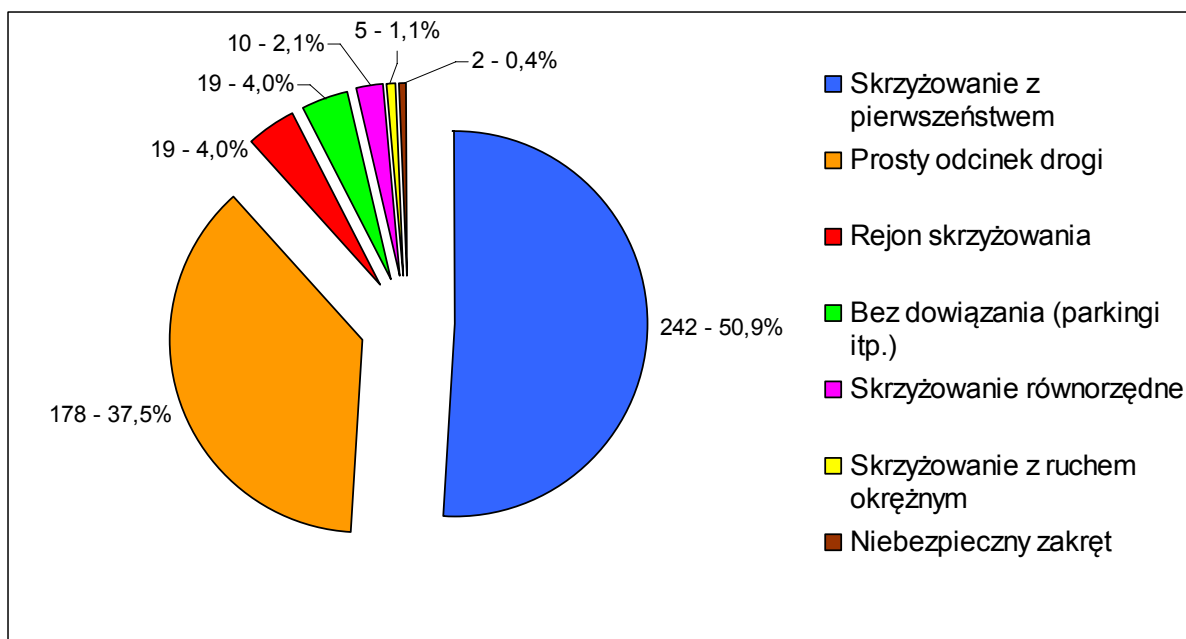
Według raportów policyjnych, piesi byli sprawcami 152 wypadków, przy czym najczęstszymi przyczynami były: nieostrożne wejście przed jadącym pojazdem (65 wypadków), wejście na jezdnię przy czerwonym świetle (43 wypadki) oraz przekraczanie jezdni z miejsca niedozwolonym (37 wypadków).

Miejsca zwiększonego zagrożenia

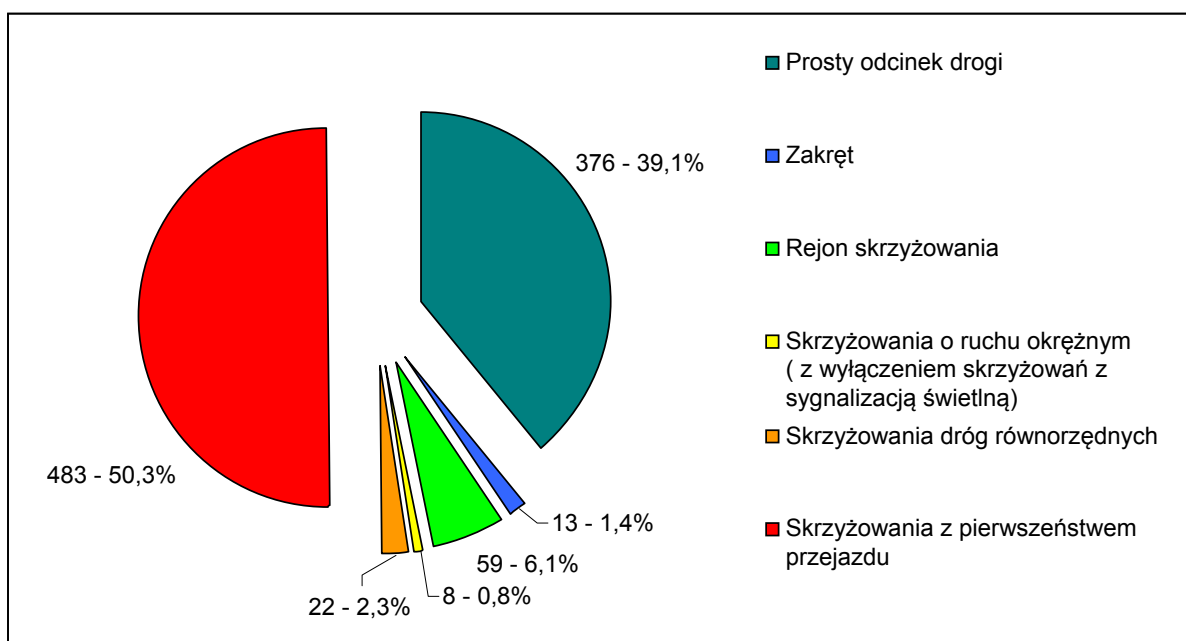
Skrzyżowania są w Warszawie miejscami największego zagrożenia wypadkami drogowymi. W 2009 roku, spośród 475 wypadków z udziałem pieszych, na skrzyżowaniach i w ich rejonie wydarzyło się 276 (rys. 3.5), w tym 233 wypadki na przejściach dla pieszych (111 na przejściach z sygnalizacją świetlną).

Również ogólne zestawienie miejsc wypadków z 2009 roku pokazuje, iż skrzyżowania są miejscami najbardziej niebezpiecznymi (rys. 3.6). Na skrzyżowaniach i w ich rejonie miało miejsce 572 z 961 wypadków ujętych w zestawieniu. Zarejestrowano również, iż 305 wypadków wydarzyło się na skrzyżowaniach z działającą sygnalizacją świetlną, 8 - na skrzyżowaniach z nie działającą sygnalizacją oraz 252 - na skrzyżowaniach bez sygnalizacji świetlnej.

Spośród 240 wypadków mających miejsce na przejściach dla pieszych usytuowanych na skrzyżowaniach, 121 wydarzyło się na skrzyżowaniach bez sygnalizacji świetlnej, 117 – na skrzyżowaniach z działającą sygnalizacją świetlną oraz 2 – na skrzyżowaniach z nie działającą sygnalizacją.



Rys. 3.5 Wypadki drogowe z udziałem pieszych w 2009 roku wg miejsca zdarzenia
Źródło [6]



Rys. 3.6 Wypadki drogowe w Warszawie w 2009 roku wg miejsca zdarzenia
Źródło [6]

3.2. Stan bezpieczeństwa w obszarze ZSZR

Obszar I

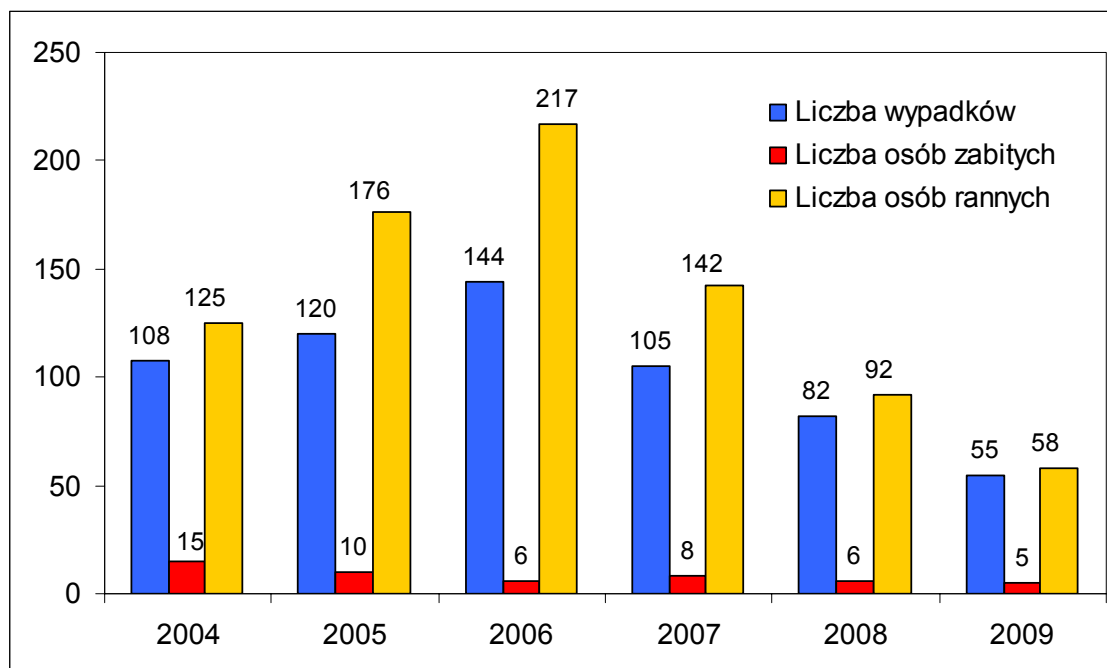
Rozkład zdarzeń drogowych w Obszarze I obrazuje tabela 3.1 oraz rysunek 3.7. W 2009 roku (czyli w pierwszym roku funkcjonowania ZSZR) odnotowano spadek liczby wypadków o 27 w stosunku do roku 2008 (32,9%) oraz o 57 w stosunku do średniej z lat 2004-2008 (50,8%). W wypadkach tych zginęła jedna osoba mniej (16,7%) niż w roku 2008 oraz 3 osoby mniej (40%) niż wskazuje średnia z lat 2004-2008, zaś liczba rannych w stosunku do roku 2008 zmalała o 34 (37%), a w stosunku do średniej z lat 2004-2008 o 92 (61,4%).

Na Obszarze I odnotowano 163 kolizje, co oznacza wzrost ich liczby o 14 (9,4%) w stosunku do roku 2008 oraz spadek o 27 (14,1%) w stosunku do średniej z lat 2004-2008.

Tabela 3.1 Rozkład zdarzeń drogowych na Obszarze I w latach 2004-2009

Źródło [5], [6]

Rok	Wypadki	Zabici	Ranni	Kolizje
2004	108	15	125	233
2005	120	10	176	188
2006	144	6	217	187
2007	105	8	142	192
2008	82	6	92	149
2009	55	5	58	163



Rys. 3.7 Rozkład wypadków drogowych na Obszarze I w latach 2004-2009

Źródła [5], [6]

Według danych z 2009 roku, na Obszarze tym najniebezpieczniejsze skrzyżowania to:

- Al. Jerozolimskie – Al. Jana Pawła II – 4 wypadki, 4 osoby ranne
- Al. Jerozolimskie - ul. Towarowa – 4 wypadki, 4 osoby ranne

Najniebezpieczniejszym odcinkiem są Al. Jerozolimskie (odcinek od ul. Żelaznej do Pl. Zawiszy), gdyż odnotowano tam 4 wypadki, w których 4 osoby zostały ranne a 4 osoby zginęły.

Najwięcej kolizji odnotowano w następujących miejscach: skrzyżowanie Al. Jana Pawła II - ul. Chałubińskiego (12 kolizji), Pl. Zawiszy (7), Al. Jerozolimskie – odcinek od ul. Emilii Plater do Al. Jana Pawła II (6).

Obszary II i III

Rozkład zdarzeń drogowych na Obszarach II oraz III obrazuje tablica 3.2 oraz rysunek 3.8. Liczba wypadków stale maleje i w 2009 roku, w stosunku do roku 2008, spadła o 117 (39%), zaś w stosunku do średniej z lat 2004-2008 o 144,6 (44,1%). W 2009 roku w wypadkach zginęło 6 osób mniej (25%) niż w roku 2008 i 4,8 osoby mniej (21,1%) niż wskazuje średnia z lat 2004-2008. Spadła również liczba rannych: o 151 (41%) w stosunku do roku 2008 oraz o 187,4 (46,3%) w stosunku do średniej z lat 2004-2008.

Liczba kolizji w roku 2009 wzrosła w stosunku do roku 2008 o 44 (10,1%), jednak w stosunku do średniej z lat 2004-2008 zmalała o 17 (3,4%).

Tabela 3.2 Rozkład zdarzeń drogowych na Obszarach II i III w latach 2004-2009

Źródła [5], [6]

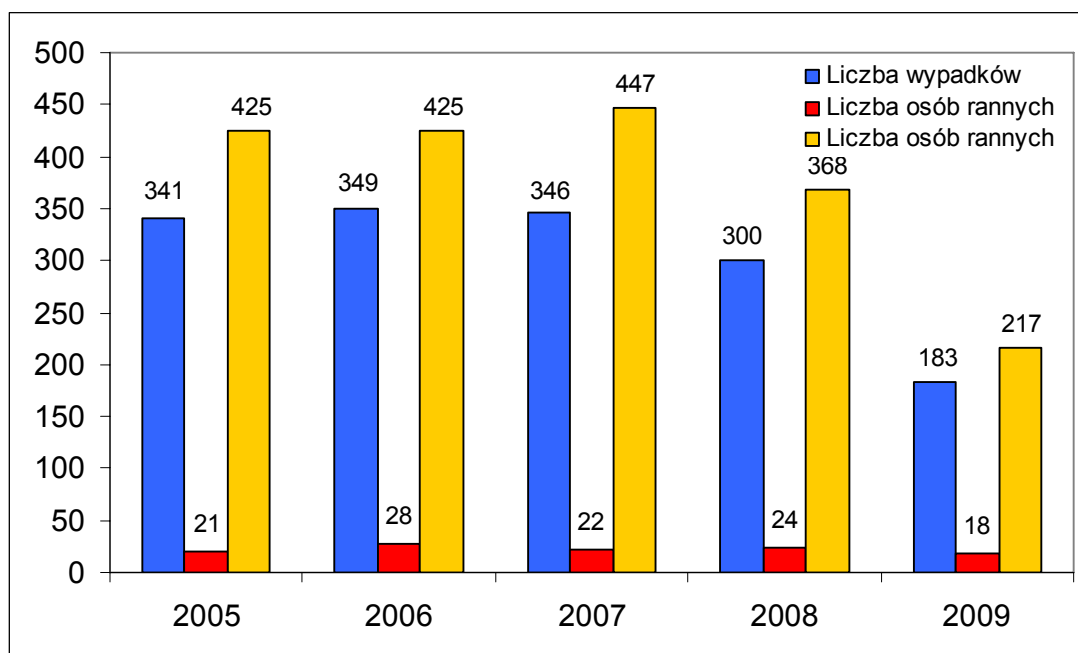
Rok	Wypadki	Zabici	Ranni	Kolizje
2004	302	19	357	574
2005	341	21	425	480
2006	349	28	425	486
2007	346	22	447	505
2008	300	24	368	435
2009	183	18	217	479

Najniebezpieczniejsze skrzyżowania na Obszarach II i III to:

- ul. Świętokrzyska - ul. Marszałkowska – 4 wypadki, 5 osób rannych
- ul. Grójecka - ul. Banacha – 4 wypadki, 4 osoby ranne, 2 osoby zabite
- ul. Marsa - ul. Ostrobramska - ul. Płowiecka – 4 wypadki, 6 osób rannych

Najniebezpieczniejsze odcinki występują na Obszarze III:

- ul. Jagiellońska (od ul. Batalionu Platerówek do ul. Gołędzinowskiej) – 4 wypadki, 3 osoby ranne, 1 osoba zabita
- ul. Sokoła (stacja Warszawa Stadion) – 4 wypadki, 4 osoby ranne



Rys. 3.8 Rozkład wypadków drogowych na Obszarach II i III w latach 2005-2009

Źródła [5], [6]

Miejsca o największej liczbie kolizji (wszystkie w granicach Obszaru III): Rondo Starzyńskiego (13 kolizji), skrzyżowanie ul. Św. Wincentego - ul. 11 listopada (10), skrzyżowanie Al. Solidarności - ul. Targowa (7), ul. Targowa - odc. od ul. Kępczej do ul. Marcinkowskiego (6).

Na przestrzeni lat 2004-2009 liczba wypadków i kolizji oraz wszystkich poszkodowanych w nich osób malała w całej Warszawie. Na podstawie powyższych danych można jednak zauważyć, iż **w 2009 roku na Obszarze I, w każdym przypadku, spadki procentowe, w stosunku do średniej z lat 2004-2008, były większe niż na obszarach II i III:**

- liczba wypadków spadła na Obszarze I o 50,8 %, zaś na Obszarach II i III – o 44,1 %
- liczba osób rannych na Obszarze I spadła o 61,4 %, a na Obszarach II i III – o 46,3 %
- spadek liczby zabitych na Obszarze I wyniósł 40 %, zaś na Obszarach II i III – 21,1 %
- analogicznie - liczba kolizji spadła o 14,1 % oraz o 3,4 %

Chociaż okres po wprowadzeniu w życie ZSZR w Obszarze I (1 rok) jest zbyt krótki, aby przeprowadzić wnioskowanie statystyczne, przedstawione dane wskazują jednoznacznie na pozytywny wpływ zarządzania ruchem i monitoringu na bezpieczeństwo ruchu drogowego.

4. Rozwiązania umożliwiające rozszerzenie funkcji i obszaru ZSZR w Warszawie

4.1. Cele rozszerzenia zakresu ZSZR

Ważną przesłanką do sformułowania propozycji rozwoju ZSZR są zapisy dotyczące kierunków rozwoju systemu transportowego miasta, zawarte w zaakceptowanej przez Radę Miasta „Strategii Zrównoważonego Rozwoju Systemu Transportowego Warszawy do 2015 roku i na lata kolejne...”² i innych dokumentach strategicznych. Znajdują się tam następujące stwierdzenia, dotyczące budowanego Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem (ZSZR)³:

„Z punktu widzenia funkcji, Zintegrowany System Zarządzania Ruchem będzie systemem otwartym. Przewiduje się uruchamianie poszczególnych podsystemów, w kolejnych latach, przy czym priorytetem będzie rozwój i efektywne sterowanie ruchem. Innymi elementami systemu będą:

- *podsystem informacji o sytuacji ruchowej dzięki zastosowaniu znaków zmiennej treści;*
- *podsystem informacji o środowisku przy wykorzystaniu stacji pogodowych i tablic zmiennej treści;*
- *podsystem monitorowania i sterowania ruchem w obrębie tuneli;*
- *podsystem nadawania priorytetów dla komunikacji zbiorowej (tramwajów i autobusów);*
- *podsystem uprzywilejowania dla pojazdów specjalnych (np. karetki pogotowia, policja, straż pożarna itp.).*

W dalszej kolejności przewiduje się także wdrażanie:

- *podsystemu zarządzania parkingami;*
- *podsystemu powiadamiania o niebezpieczeństwie;*
- *podsystemu zarządzania robotami drogowym.*

Po realizacji systemu w obszarach pilotowych, przewiduje się rozwój systemu, który stopniowo obejmie całe miasto. Przy etapowaniu dalszego rozwoju systemu uwzględnione będą potrzeby obsługi mistrzostw EURO 2012.”

Wśród zadań, w punkcie 4.3.3, dotyczącym rozwoju systemu drogowego⁴ znajduje się zadanie 4: „Lepsze wykorzystanie systemu transportowego poprzez wdrażanie systemów zarządzania ruchem”. W celu bardziej efektywnego wykorzystywania systemu drogowego „rozwijany będzie pod względem obszarowym i funkcjonalnym zintegrowany system

² Uchwała Nr LVIII/1749/2009 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z dnia 9 lipca 2009 r. w sprawie Strategii Zrównoważonego Rozwoju Systemu Transportowego Warszawy do 2015 roku i na lata kolejne, w tym Zrównoważonego Planu Rozwoju Transportu Publicznego.

³ Punkt 2.6.12.

⁴ Punkt 4.3.3. Zadania Strategii dotyczące rozwoju systemu drogowego Warszawy

zarządzania ruchem, docelowo obejmujący obszar całej Warszawy. Podkreślono, że „jedną z najważniejszych funkcji systemu będzie szybkie reagowanie w stanach awaryjnych (wypadki, kolizje, awarie) oraz informowanie użytkowników systemu o aktualnej sytuacji ruchowej w mieście...Możliwe będzie wykrywanie przeciążeń układu komunikacyjnego i odpowiednie reagowanie poprzez przygotowane specjalne strategie sterowania (np. ograniczanie dopływu ruchu do centrum miasta, ograniczanie ruchu na wybranych trasach drogowych, aktywne i dynamiczne sterowanie ruchem drogowym w stanach awaryjnych).” Uprzywilejowanie w ruchu pojazdów transportu publicznego (wraz z wprowadzeniem systemu zarządzania ruchem autobusów i tramwajów)” spowoduje „podwyższenie sprawności funkcjonowania transportu publicznego, głównie na tych trasach, na których występują najgorsze warunki ruchu autobusów i tramwajów...Kolejną funkcją Systemu będzie „zbieranie informacji o ruchu, zdarzeniach drogowych (wypadki, kolizje awarie, przeciążenia układu ulic), warunkach atmosferycznych (np. gołoledź) i przekazywania informacji dla kierowców i służb miejskich. System monitorowania ruchu na wybranych kluczowych trasach, w tunelach i w newralgicznych punktach miasta umożliwi szybkie wykrywanie wypadków i incydentów wymagających interwencji oraz ostrzeganie i informowanie uczestników ruchu drogowego przez znaki o zmiennej treści....W przypadku ruchu tranzytowego możliwe będzie sterowanie przepływem ruchu poprzez system znaków/tablic zmiennowskazaniowych. W przypadku transportu materiałów niebezpiecznych możliwe będzie monitorowanie tras przejazdu, wprowadzanie ułatwień w ruchu, a także szybsze reagowanie w przypadku awarii.”

4.2. Dotychczasowe propozycje rozszerzenia zakresu ZSZR

4.2.1 Studium Wykonalności z 2004 roku

Dla realizacji określonych wyżej celów opracowano szereg propozycji rozwoju Systemu. Już Studium wykonalności ZSZR z roku 2004 [1] przewidywało stopniowy rozwój Systemu aż do objęcia nim praktycznie całej Warszawy. Jako podstawową funkcję systemu przewidziano (punkt 4.2) **efektywne zarządzanie sygnalizacją świetlną**. Założono, że umożliwi to także uruchomienie innych podsystemów takich jak:

- podsystem informacji o sytuacji ruchowej dzięki zastosowaniu znaków zmiennej treści;
- podsystem informacji o środowisku przy wykorzystaniu stacji pogodowych i tablic zmiennej treści;
- podsystem monitoringu i sterowania ruchem w obrębie tuneli;
- podsystem nadawania priorytetów dla komunikacji zbiorowej (szynowej i kołowej);
- podsystem uprzywilejowania dla pojazdów specjalnych (np. karetki pogotowia, policja, straż pożarna itp.).

Wymieniono także inne podsystemy (system zarządzania parkingami, powiadamiania o niebezpieczeństwie; zarządzania robotami drogowymi), które „wdrażane będą w kolejnych latach w miarę rozbudowy stosownej infrastruktury miejskiej, niezbędnej do ich

uruchomienia.” Dalsze podsystemy, jak np. podsystem zarządzania taborem i dostawami towarów wdrażane będą pod warunkiem podjęcia stosownych działań przez podmioty takie, jak Zarząd Transportu Miejskiego, Tramwaje Warszawskie, Miejskie Zakłady Autobusowe, Policja i inne.

Etap 1, który miał być zrealizowany w latach 2005-2007, obejmował realizację systemu zarządzania ruchem w trzech obszarach, pokazanych na rys. 4.1:

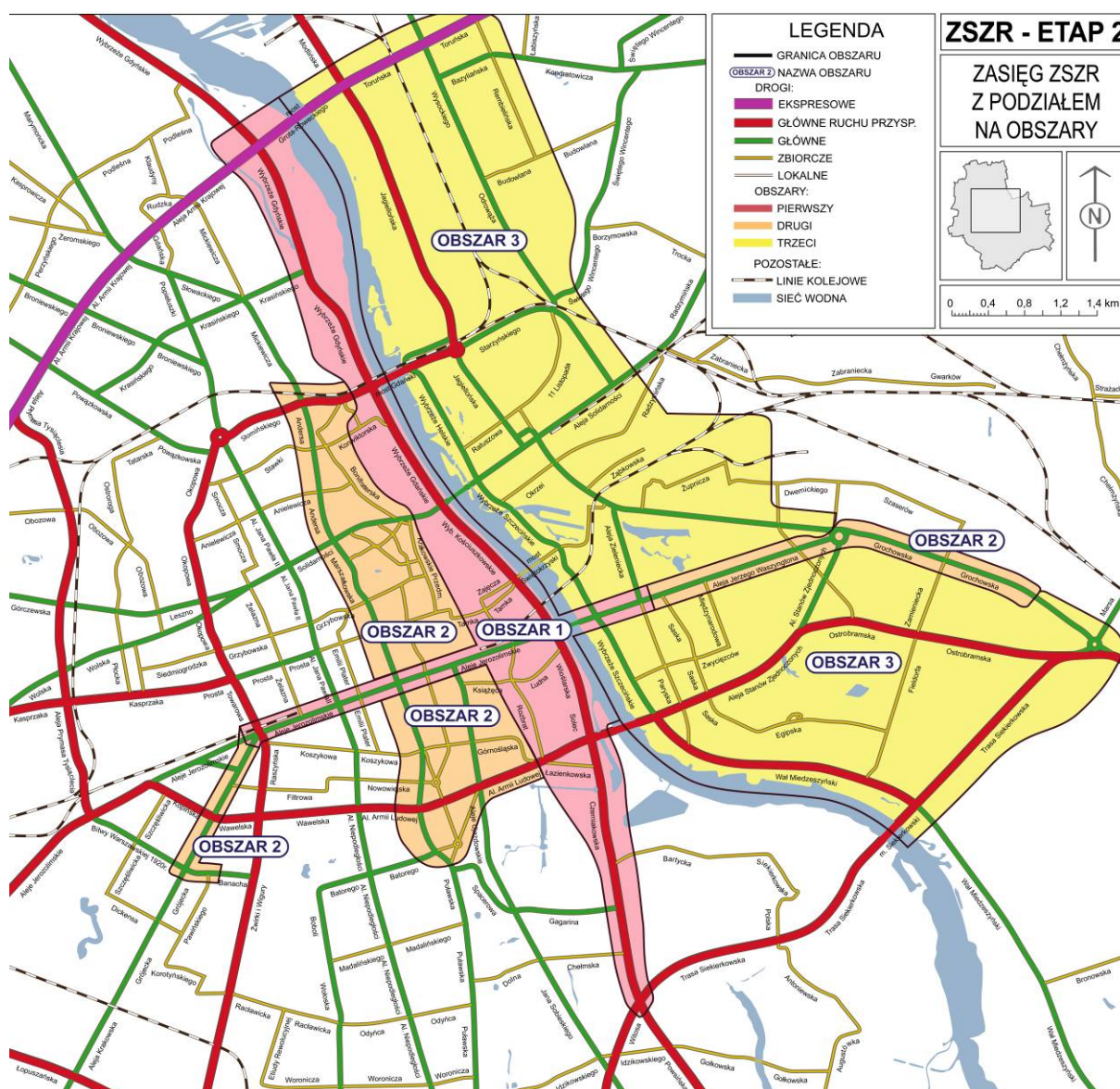
- Obszar I – obszar Powiśla, ograniczony ulicami: Grodzka, Browarna, Kruczkowskiego, Ludna, Czerniakowska, Wisłostrada od mostu Grota-Roweckiego do mostu Siekierkowskiego. Obszar ten miał objąć także swoim zasięgiem Al. Jerozolimskie na odcinku Rondo Waszyngtona – Plac Zawiszy (ze względu na finansowany z funduszy strukturalnych UE projekt modernizacji trasy tramwajowej w ciągu Al. Jerozolimskich od pętli Banacha do pętli Gocławek).
- Obszar II - obszar Śródmieścia ograniczony ulicami: Nowy Świat, Krakowskie Przedmieście, Miodowa, Słomińskiego, Andersa, Marszałkowska, Waryńskiego, Al. Armii Ludowej, Al. Ujazdowskie. Obszar ten miał również objąć ulice: Grochowska od ulicy Podolskiej do Ronda Wiatraczna, Al. Waszyngtona oraz ulicę Grójecką od Placu Zawiszy do ulicy Banacha.
- Obszar III - obszar Pragi Północ, Pragi Południe i Targówka ograniczony ulicami: Ostrobramska, Ateńska, Grochowska, Żąbkowska, 11-go Listopada, Odrowąża, Kondratowicza, Wysokiego, Wybrzeże Helskie i Szczecińskie, Wał Miedzeszyński oraz Al. Stanów Zjednoczonych.

W rezultacie niepowodzenia w wyborze wykonawcy Obszarów II i III mających, zgodnie ze Studium wejść w skład Etapu 1, System zbudowano w Etapie 1 tylko w Obszarze I. Wobec tego Etap 2 budowy Systemu powinien zostać zrealizowany w Obszarach II i III.

4.2.2. Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju ZSZR w Warszawie

W opracowaniu „Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie” [4] sformułowano warianty rozwoju Systemu przy założeniu, że pełnić on będzie następujące funkcje:

1. monitorowanie ruchu i warunków zewnętrznych (np. warunków atmosferycznych);
2. sterowanie i optymalizacja ruchu; w tym priorytetowe traktowanie pojazdów transportu publicznego;
3. wykrywanie zdarzeń i zarządzanie zdarzeniami;
4. krótkoterminowe prognozowanie ruchu na następne 15-30 min;
5. informowanie – użytkowników, środków masowego przekazu oraz centrów zarządzania komunikacją publiczną, flotami pojazdów komercyjnych, centrum ratownictwa, itp.;
6. zarządzanie parkowaniem;
7. monitoring i kontrola urządzeń zainstalowanych w Centrum ZR i zewnętrznych;
8. gromadzenie danych.



Rys. 4.1 Trzy Obszary sterowania ruchem ZSZR według Studium Wykonalności z 2004 [1]

Sformułowano dwa warianty rozwoju Systemu:

- Wariant I – *korytarzowo-obszarowy* - niewielkie obszary w obszarze centralnym (sieć) i system korytarzy;
- Wariant II – *obszarowo-korytarzowy* - kilka obszarów o większej powierzchni i krótsze korytarze.

Na liście proponowanych korytarzy objętych Systemem znalazły się także trasy obwodnicowe takie, jak Trasa Siekierska. Wyróżniono dwie kategorie korytarzy:

- A – korytarze z ciągiem skrzyżowań z sygnalizacją; w tym przypadku główną funkcją Systemu jest optymalizacja sterowania; nie oznacza to rezygnacji z innych funkcji;
- B – korytarze z ciągami drogowymi kategorii GP, w których główne funkcje to monitoring, zarządzanie zdarzeniami i informowanie użytkowników. Jako przesłankę

dotatkową przyjęto, że jednym z priorytetów jest konieczność zapewnienia optymalnej funkcjonalności systemu transportu w czasie trwania imprez EURO 2012.

Tabela 4.1 Zakres funkcjonalny Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem

Funkcja	Zakres planowany w SW z roku 2004	Zakres wdrożony w Etapie 1	Zakres proponowany w RKKR ZSZR
Pozyskiwanie informacji			
- dane o ruchu	Tak	Tak, Obszar I	Tak, całe miasto
- wykrywanie zdarzeń	(brak)	Wprowadzane poza Systemem	Na odcinkach strategicznych
- monitoring sytuacji w tunelu	Tak	Tak	Tak
- dane o środowisku	Tak	Tak	Tak
- monitoring wizyjny skrzyżowań	Nie	Tak, Obszar I	Tak, obszar W I*
- monitoring pracy urządzeń		Tak, Obszar I	Tak, obszar W I
Sterowanie ruchem			
- adaptacyjne na skrzyżowaniach	Tak	Tak, Obszar I	Tak, obszar W I
- w tunelu Wisłostrady	Tak	Tak	Tak
- priorytety dla tramwajów	Tak	Al. Jerozolimskie	Tak, obszar W I
- priorytety dla autobusów	Tak	Nie	Nie
- priorytety dla pojazdów spec.	Tak	Nie	Nie
Analizy i archiwizacja danych			
- bieżące warunki ruchu	(brak)	Tak, Obszar I	Tak, całe miasto
- prognozy krótkoterminowe	(brak)	Nie	Tak
- archiwizacja danych		Tak	Tak
Dostarczanie informacji			
- poprzez VMS	Tak	Ogranicz. Zakres	Obszar W I
- przez Internet	(brak)	Tak, Obszar I	Tak, całe miasto
- przez radio, RDS	(brak)	Nie	Nie
Zarządzanie			
- zdarzeniami	(brak)	Nie	Tak, obszar W I
- parkingami	Kolejny etap	Nie	Nie
- taborem i dostawą towarów	Kolejny etap	Nie	Nie
- robotami drogowymi	Kolejny etap	Nie	Nie
Nadzór			
- namierzanie poj. skradzionych	Kolejny etap	Nie	Nie
- identyfikacja pojazdów niebezpiecznych	Kolejny etap	Nie	Nie
- identyfikacja pojazdów o przekroczonej dozwolonej masie	Kolejny etap	Nie	Nie

* - „obszar W I” oznacza obszary Pragi Centrum i Śródmieścia oraz 18 korytarzy zdefiniowanych w Wariantcie I RKKR ZSZR [4].

Z opracowania „Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju ZSZR w Warszawie” (RKKR ZSZR) wynikają następujące wnioski i propozycje:

- obecnie funkcjonujący System stanowi dobry punkt wyjścia do dalszego rozwoju ZSZR; nie wyklucza to wykorzystania innych, poza zastosowanymi, rozwiązań technologicznych i organizacyjnych;
- zastosowanie różnorodnych rozwiązań nie oznacza, że konieczne będzie tworzenie kilku Centrów Zarządzania Ruchem;
- z przeanalizowanych dwóch wariantów pokrycia obszaru Warszawy systemem ZSZR jako preferowany proponuje się przyjąć **Wariant korytarzowo-obszarowy (WI)**, zakładający położenie nacisku na objęcie systemem 11 korytarzy (trasy promieniste i obwodowe); nie wyklucza to objęcia Systemem wybranych obszarów strefy centralnej;
- najpilniejszym zadaniem, warunkującym wdrożenie systemu ZSZR w czasie rzeczywistym jest zintegrowanie działań miejskiego Inżyniera Ruchu i CZR;
- rozwój systemu uzależniony jest od zaangażowania w pełni wykwalifikowanej kadry pracowników; zaproponowano również utworzenie Pracowni Inżynierii Ruchu;
- pożądane jest prowadzenie kampanii informującą o zaletach wynikających z wdrożenia systemu ZSZR.

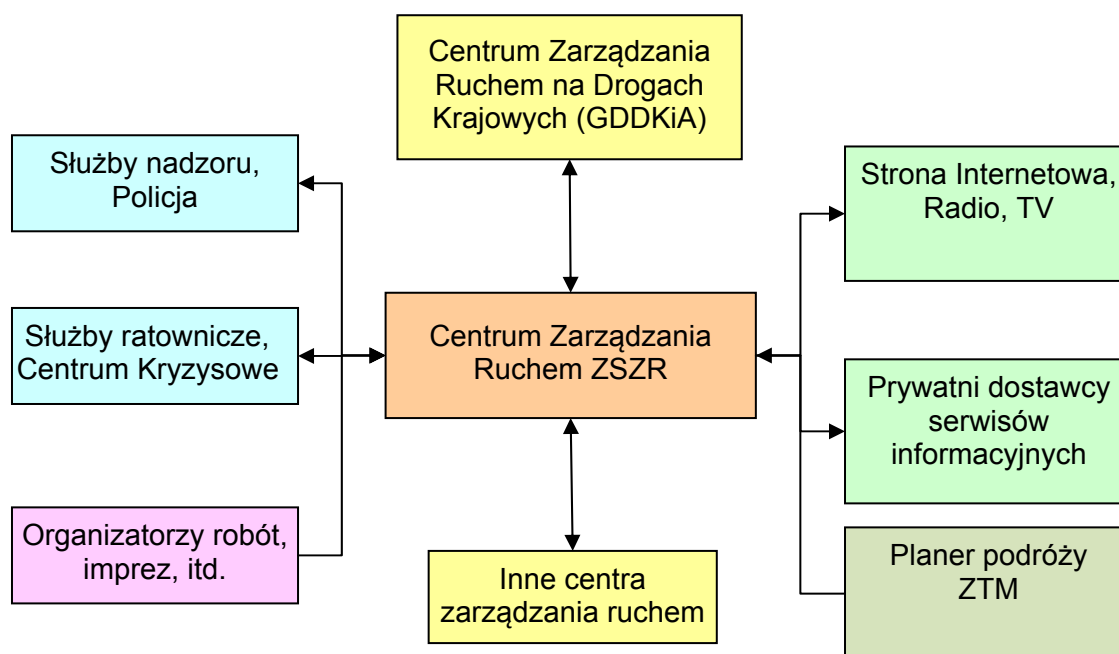
4.3. Wzbogacenie funkcji Centrum Zarządzania Ruchem

We wszystkich dotychczasowych propozycjach rozwoju ZSZR przewidziano wzbogacenie funkcji Centrum Zarządzania Ruchem oraz rozbudowę serwisu www (portalu) tak, aby przedstawiał warunki ruchu na całej sieci drogowej Warszawy. Najważniejsze dodatkowe funkcje Centrum to:

- Zarządzanie zdarzeniami – zarządzanie zarówno zdarzeniami przewidywalnymi jak i losowymi w celu zminimalizowania oddziaływania zaistniałych zdarzeń na użytkowników sieci drogowej, w tym zmniejszenia niebezpieczeństwa wypadków.
- Wdrożenie modelu ruchu dla całej Warszawy w celu krótkoterminowego (15-30 min.) prognozowania ruchu. Wymaga to podłączenia do systemu około 120 stacji pomiarowych (istniejących lub nowych lokalizacji). Dzięki modelowi możliwa byłaby prezentacja przewidywanych warunków ruchu: stanu zatłoczenia oraz czasów przejazdu .
- Rozbudowa funkcjonalna strony internetowej Systemu (Nowy Portal ZSZR): wizualizacja warunków ruchu w całym mieście (z modelu krótkoterminowych prognoz), możliwość planowania podróży na podstawie przewidywanych czasów przejazdu, informacja o zdarzeniach drogowych.
- Rozbudowa funkcji zarządzania danymi – zbieranie i przechowywanie danych ruchowych wraz z danymi o zdarzeniach, pogodzie itp., niezbędnych dla funkcjonowania modułów zarządzania ruchem (w szczególności sterowania i optymalizacji ruchu i zarządzania strategicznego oraz działań planistycznych i projektowych).

- Opracowanie zasad korzystania z danych archiwizowanych przez System w celu analiz ruchowych.
- Wprowadzenie możliwości wzajemnego korzystania ze obrazów pozyskiwanych przez kamery podłączone do Centrum Zarządzania Ruchem i miejskiego Centrum Zarządzania Kryzysowego (Policji).

Zakłada się, że Centrum ZR będzie współpracować ściśle z planowanym systemem zarządzania ruchem w Warszawskim Węźle Dróg Krajowych, centrami Policji, Straży Miejskiej, Straży Pożarnej, ratownictwa medycznego, oraz zarządzaniem kryzysowym. Konieczne jest określenie zasad dostępu do informacji i ich wymiany, które uwzględnić należy projektując rozbudowę Systemu ZR. Rys. 4.2 przedstawia schemat powiązań zewnętrznych Centrum ZR.



Rys. 4.2 Schemat powiązań zewnętrznych Centrum ZR.

Nowy Portal ZSZR

Dane o ruchu dla ZSZR są pozyskiwane z wielu źródeł. W dotychczas zrealizowanym Systemie dane pozyskiwane są ze sterowników sygnalizacji świetlnej (detektory) oraz ze stacji pomiarowych TEU. Stacje pomiarowe są rozlokowane tylko w korytarzu Al. Jerozolimskich. Dane przekazywane do Systemu służą do sterowania sygnalizacją świetlną z poziomu CZR. Dane te pozwalają także na krótkoterminowe (do 10 min.) prognozowanie zatłoczenia do celów związanych ze sterowaniem.

Portal <http://zsZR.zdm.waw.pl>, który powstał w I etapie realizacji Systemu udostępnia na elektronicznej mapie Warszawy następujące funkcjonalności:

1. Warunki ruchu na drogach (tylko w obszarze objętym Systemem)

2. Zdarzenia drogowe (na obszarze całego Miasta)
3. Roboty drogowe (na obszarze całego Miasta)
4. Imprezy masowe (na obszarze całego Miasta)
5. Tablice o zmiennej treści – prezentacja treści aktualnie wyświetlanej przez tablice Systemu
6. Warunki atmosferyczne (na obszarze całego Miasta)
7. Zanieczyszczenie powietrza
8. Podgląd z kamer Systemu.

Na mapie jest prezentowana także lokalizacja niektórych punktów zainteresowania (POI – *Points of Interest*), w tym także parkingów, stacji kolejowych i metra, dworców autobusowych.

Nowy Portal ZSZR powinien udostępniać funkcjonalności obecnego serwisu a także nowe, dodatkowe.

Najważniejszą nową funkcjonalnością jest planer podróży, czyli wyszukiwarka tras uwzględniająca długość i czas trwania podróży samochodem osobowym, a także datę i czas jej rozpoczęcia. Czas trwania podróży powinien być obliczany na podstawie prognozy zatłoczenia w horyzoncie czasowym wskazanym przez użytkownika z uwzględnieniem warunków ruchu (dane opisane powyżej w punktach 1, 2, 3, 4, 6). W przypadku podróży krótkodystansowych korzystający z portalu powinni otrzymywać informację o trasie i czasie podróży pieszej i rowerem z maksymalnym wykorzystaniem ścieżek rowerowych. Nowy Portal powinien umożliwić:

- posługiwanie się wyszukiwarką adresów i wygodne wprowadzanie punktu startowego i końcowego trasy (graficznie i poprzez podanie adresu),
- porównanie kilku alternatywnych tras (kilometry, prognozowany czas trwania, przebieg na mapie),
- wydruk odpowiednio sformatowanego planu trasy.

Pozostałe właściwości Nowego Portalu:

- Prezentacja i możliwość obsługi w kilku językach – co najmniej czterech: angielski, niemiecki, rosyjski, francuski,
- Retrospektywna analiza i ocena jakości prognoz,
- Przygotowanie planera do integracji z planerem podróży transportem publicznym dostępnym na stronie www.ztm.waw.pl,
- Dostęp mobilny do Portalu (z telefonów komórkowych),
- Rozszerzenie punktów zainteresowania (POI) o:
 - o Przystanki transportu publicznego i aktualne rozkłady jazdy dla każdego z nich pobierane z ZTM Warszawa,
 - o Granicę strefy płatnego parkowania niestrzeżonego (SPPN) i lokalizację parkomatów,

- o Parkingi systemu „Parkuj i Jedź” (P&R) – powinny być one oznaczone osobnym piktogramem a Portal powinien udostępniać informacje na temat sposobu korzystania i opłat.
- Prezentacja obrazów ze wszystkich kamer, z których obraz będzie przekazywany do CZR.

Prognozowanie warunków ruchu będzie możliwe po uruchomieniu podsystemu pomiaru ruchu i monitoringu wykorzystującego dane pobierane z około 120 strategicznych stacji pomiarowych, punktów kamerowych ARTR i detektorów ruchu podłączonych do sterowników sygnalizacji świetlnej. Prognoza warunków ruchu powinna powstawać na podstawie modelu ruchu, który jest w dyspozycji ZDM.

Nowy Portal powinien także prezentować aktualne i prognozowane warunki ruchu na drogach poza obszarem Systemu po rozbudowie. W osobno zleconym opracowaniu należy dokonać analizy możliwości wykorzystania do tego celu modelu ruchu w dyspozycji ZDM przy założeniu braku odpowiednio rozmieszczonych stacji pomiaru ruchu lub rozpoczęcia współpracy z prywatnymi właścicielami ogólnopolskich drogowych serwisów informacyjnych (www.mapa.targeo.pl; www.naviexpert.pl). Taką współpracę prowadzi już GDDKiA (www.gddkia.gov.pl/article/serwis_dla_kierowcow//index.php).

4.4. Rozszerzenie obszarowego sterowania ruchem

Rozszerzenie obszaru objętego adaptacyjnym sterowaniem ruchem jest najważniejszym celem rozbudowy Systemu, jako że przy obecnym niewielkim obszarze nie może być w pełni realizowana strategia optymalizacji sterowania. W dotychczasowych opracowaniach na temat rozwoju ZSZR [1], [4], przedstawiano dwa podejścia do problemu rozszerzenia:

- Obszarowe – dołączanie do Systemu kolejnych obszarów i wszystkich sygnalizacji znajdujących się na tych obszarach;
- Korytarzowe – dołączanie skrzyżowań w ciągach głównych ulic znajdujących się na wybranych korytarzach.

Podstawową przesłanką przy formułowaniu zakresu rozszerzenia powinno być dążenie do jak najszybszego objęcia zakresem Systemu elementów układu drogowego obciążonych największym ruchem i zastosowanie w nich zaawansowanych rozwiązań zarządzania ruchem.

Zgodnie z tą zasadą w opracowaniu „Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju ZSZR” [4] proponowano w pierwszym rzędzie (realizacja do 2012 r.) włączenie do ZSZR skrzyżowań zlokalizowanych na obszarze Pragi otaczającym Stadion Narodowy, w ciągu ul. Żwirki i Wigury (obsługa lotniska) oraz Jana Pawła II. W następnym okresie (2013-2020) miałyby miejsce rozszerzanie funkcji Systemu oraz zakresu sieci objętej Systemem przez włączenie podsystemów sterowania sygnalizacją świetlną w 11 korytarzach oraz w obszarze lewobrzeżnego Śródmieścia.

Ze względu na uwarunkowania formalno-prawne, polegające na istnieniu decyzji środowiskowej Wojewody Mazowieckiego, obejmującej Obszary II i III zdefiniowane w

Studium Wykonalności z roku 2004 [1], w celu przyspieszenia realizacji rozbudowy ZSZR, zaleca się odstąpienie od powyższej propozycji. Jako rozwiązanie najbardziej racjonalne w obecnej sytuacji, proponuje się ograniczenie rozszerzenia sterowania ruchem w Etapie 2 rozbudowy ZSZR (lata 2010 - 2014) tylko do Obszarów II i III. Natomiast w kolejnym etapie rozwoju (Etap 3: lata 2015 - 2020), zakłada się powrót do koncepcji korytarzowo-obszarowej (tabela 4.2). System objąłby wtedy pozostałą część Śródmieścia oraz 18 najbardziej obciążonych ruchem korytarzy. W sumie, po zakończeniu Etapu 3, sterowanie obszarowe objęłoby 467 skrzyżowań sygnalizacją.

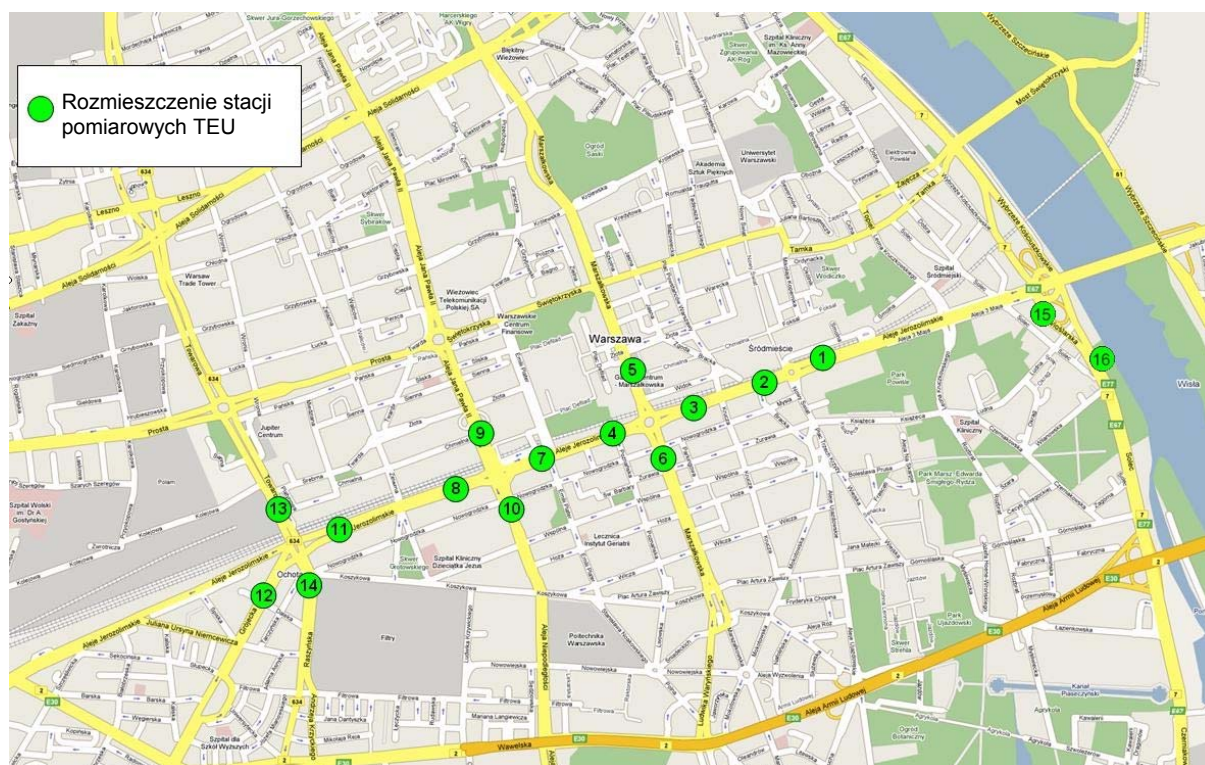
Tabela 4.2 Kolejne etapy rozwoju ZSZR

Etap	Obszary	Korytarze	Liczba skrzyżowań
Etap 1 - Stan istniejący	Wisłostrada-Powiśle		28
		Aleje Jerozolimskie	9
Etap 2	Śródmieście-Wschód		50
	Praga Południe		56
	Praga Północ		40
		ul. Grójecka	6
Etap 3	Śródmieście-Zachód		63
		ul. Żwirki i Wigury	9
		ul. Modlińska/ul. Marywilska	13
		Al. Solidarności/ul. Radzymińska	9
		Wał Miedzeszyński	12
		ul. Łopuszańska/ul. Hynka/ul. Sasanki/ ul. Marynarska/ul. Rzymowskiego	10
		ul. Powsińska/ul. Wiertnicza/ ul. Przyczółkowa	7
		ul. Puławska	26
		Al. Niepodległości	11
		Al. Krakowska/ul. Grójecka	13
		Al. Jerozolimskie	8
		Al. Prymasa Tysiąclecia/ul. Bitwy Warszawskiej 1920	3
		ul. Połczyńska/ul. Wolska	15
		ul. Powstańców Śląskich	14
		ul. Górczewska	15
		ul. Wólczyńska/ul. Żeromskiego	9
		ul. Marymoncka/ul. Pułkowa	10
		ul. Jana Sobieskiego/ul. Belwederska	10
		Dolina Służewiecka/ul. Witosa	6
		ul. Kasprzaka	4
		ul. Broniewskiego	6
		ul. Słowackiego	5
Suma			467

4.5. Rozszerzenie funkcji pomiaru ruchu i monitoringu

Obecny system monitoringu w ZSZR opiera się na następujących elementach:

- Pomiar ruchu przy pomocy detektorów systemowych. Rozmieszczenie istniejących stacji pomiarowych typu TEU firmy Siemens w Obszarze I przedstawia rys. 4.3.
- Monitorowanie ruchu przy pomocy kamer obrotowych na skrzyżowaniach.
- Monitorowaniu warunków zewnętrznych (np. warunków atmosferycznych).

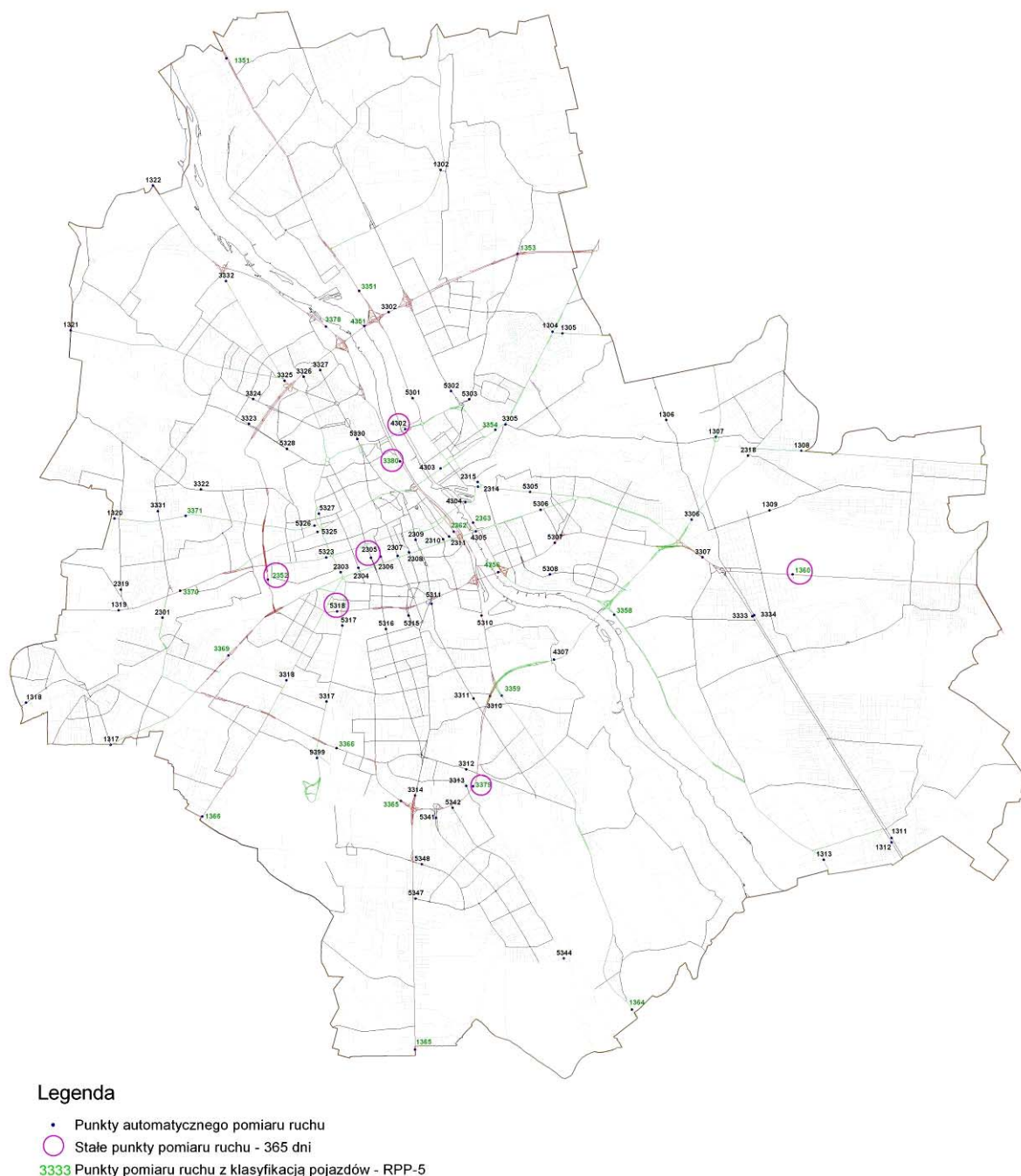


Rys. 4.3 Istniejące stacje pomiaru ruchu TEU w Obszarze I ZSZR

Poza rozszerzeniem terytorialnym Systemu, niezbędne jest rozszerzenie funkcji o automatyczne wykrywanie zdarzeń drogowych i ich odróżnianie od stanów zwykłych. Do tego celu potrzebne są specjalne stacje pomiarowe – oparte na przykład na technologii wideodetekcji i automatycznej analizie obrazu. Rozwiązanie to bazuje na kamerach o stałym ustawieniu, montowanych na wysokości 10-15 m i mających zasięg do 200 m. Urządzenia te służą do wykrywania wypadków lub zatrzymanych pojazdów na trasach ruchu nieprzerwanego (drogi GP, mosty) i powinny być w pierwszym rzędzie instalowane w punktach strategicznych np. na wszystkich mostach.

Warunkiem wdrożenia modelu krótkoterminowego prognozowania ruchu, jest zapewnienie bieżących danych o ruchu z całego miasta. W tym celu trzeba zainstalować około 120 telemetrycznych stacji pomiarowych w strategicznych punktach wybranych w wyniku analiz lokalizacyjnych. Lokalizacje powinny być spójne z siecią stacji Automatycznego Pomiaru Ruchu (rys. 4.4), obecnie stosowanych przez Zarząd Dróg Miejskich do systematycznych

pomiarów ruchu wykonywanych w trybie off-line. Istniejące lokalizacje należy uzupełnić innymi punktami, wybranymi przez projektanta Systemu w celu podniesienia jakości prognoz. Dane te będą służyć zarówno do prognoz krótkoterminowych jak i do aktualizacji istniejącego modelu ruchu dla Warszawy. Do wykonywania automatycznych pomiarów proponuje się zastosowanie telemetrycznych stacji pomiarowych w miarę możliwości wykorzystujących istniejące pętle indukcyjne. Stacje te powinny być proste w montażu i móc korzystać z zasilania podłączonego do oświetlania ulic i/lub baterii słonecznych.



Rys. 4.4 Punkty Automatycznego Pomiaru Ruchu ZDM na obszarze Warszawy

Poza danymi ze strategicznych stacji pomiarowych, prognozowanie warunków ruchu będzie wykorzystywać również dane pobierane z punktów kamerowych ARTR oraz detektorów ruchu podłączonych do sterowników sygnalizacji świetlnej.

4.6. Rozszerzenie funkcji informowania kierowców

4.6.1. Metody informowania użytkowników

Podsystem informowania kierowców i innych użytkowników polega na przekazywaniu im ostrzeżeń lub informacji o utrudnieniach i aktualnych warunkach ruchu. Informacja może być dostępna przed podróżą lub dostarczana na trasie. Ogólnie rzecz biorąc, do pomocy w planowaniu podróży służą następujące środki:

- **Strony internetowe** – jest to najdogodniejsza, ogólnodostępna forma prezentacji aktualnej informacji o stanie sieci drogowej i warunkach ruchu. Najłatwiej przyswajalna jest prezentacja graficzna w formie map o zmiennej skali dokładności. Wymienić tu można: mapy pogody, mapy utrudnień w ruchu spowodowanych przez roboty drogowe oraz mapy stanu zatłoczenia. Te ostatnie pokazują na bieżąco kolorami odcinki dróg o różnym stopniu zatłoczenia, zwykle zidentyfikowane w oparciu o przedziały średniej prędkości. Prędkość ruchu na poszczególnych odcinkach jest szacowana na podstawie fuzji danych z bezpośrednich pomiarów, historycznej bazy danych oraz informacji z pojazdów śledzonych. Zaawansowane strony internetowe oferują wskazanie najkrótszej trasy przejazdu z określonego miejsca do wybranego celu biorąc pod uwagę zatłoczenie czyli używają w obliczeniach aktualnie prognozowane czasy podróży na poszczególnych odcinkach sieci.
- **Telewizja** – jest alternatywną formą przekazywania informacji o utrudnieniach i warunkach ruchu dla użytkowników bez dostępu do Internetu. Obecnie możliwa do zrealizowania w formie teletekstu, natomiast w przyszłości jako interaktywna telewizja cyfrowa, która idealnie nadaje się do przekazywania informacji graficznych o warunkach ruchu.

Do przekazywania informacji w trakcie podróży (na trasie) mogą służyć następujące środki:

- **Tablice o zmiennej treści (VMS)** – tablice elektroniczne, wykonane w technologii LED, które mogą wyświetlać dowolny tekst lub dowolny obraz. Tablice te są umieszczane na poboczu lub nad jezdnią. Istnieje cała gama rozwiązań o różnym stopniu skomplikowania. Tablice tekstowe mogą ostrzegać o wypadku lub zatłoczeniu na następnym odcinku drogi i zalecać objazdy. Można też wyświetlać szacowane czasy dojazdu do określonych punktów sieci z uwzględnieniem aktualnej sytuacji ruchowej. Najbardziej skomplikowane tablice wyświetlają schemat sieci drogowej z kolorowym oznaczeniem warunków ruchu.
- **Komunikaty radiowe** – informacja o warunkach ruchu może być częścią normalnego programu stacji radiowych lub też może być nadawana na specjalnym kanale (RDS/TMC – *traffic message channel*). Informacja ta jest oczywiście dostępna zarówno przed jak i w

czasie podróży. Aby informacja dotarła tylko do właściwych adresatów, komunikaty o znaczeniu lokalnym nadawane są na częstotliwościach przeznaczonych wyłącznie dla określonych dróg lub tras. W ostatnich miesiącach usługa ta stała się dostępna także w Polsce poprzez jednego z komercyjnych nadawców o zasięgu ogólnopolskim.

- **Zaawansowane serwisy informacyjne dostępne w pojazdach** – systemy takie działają zwykle na zasadzie subskrypcji. Użytkownik zamawia dostawę informacji o warunkach ruchu na danej trasie o konkretnej porze i dostaje odpowiedni komunikat lub mapę na zaawansowany telefon komórkowy (*smart phone*). Możliwa jest też współpraca takiego serwisu z systemem nawigacji GPS w pojeździe - bieżące dane o czasach przejazdu i/lub utrudnieniach na wybranych odcinkach sieci są wykorzystywane przez system nawigacyjny do wyboru optymalnej w danym momencie trasy przejazdu.

4.6.2. Tablice o zmiennej treści

W dotychczasowych propozycjach rozszerzenia ZSZR proponowano instalację do 40 informacyjnych tablic tekstowych o zmiennej treści (w obszarze całego miasta). Na tablicach byłyby wyświetlane informacje o sytuacji ruchowej, takie jak zatory, wypadki, zdarzenia, prace remontowe. Wybór lokalizacji powinien podlegać szczegółowej analizie i dawać możliwość podjęcia kierowcom decyzji w sprawie ewentualnego wyboru trasy alternatywnej. Tablice powinny mieć przynajmniej 3 linie tekstu po 24-30 znaków (szacunkowa wielkość tablicy przy wysokości liter 240 mm – 3x4 m).

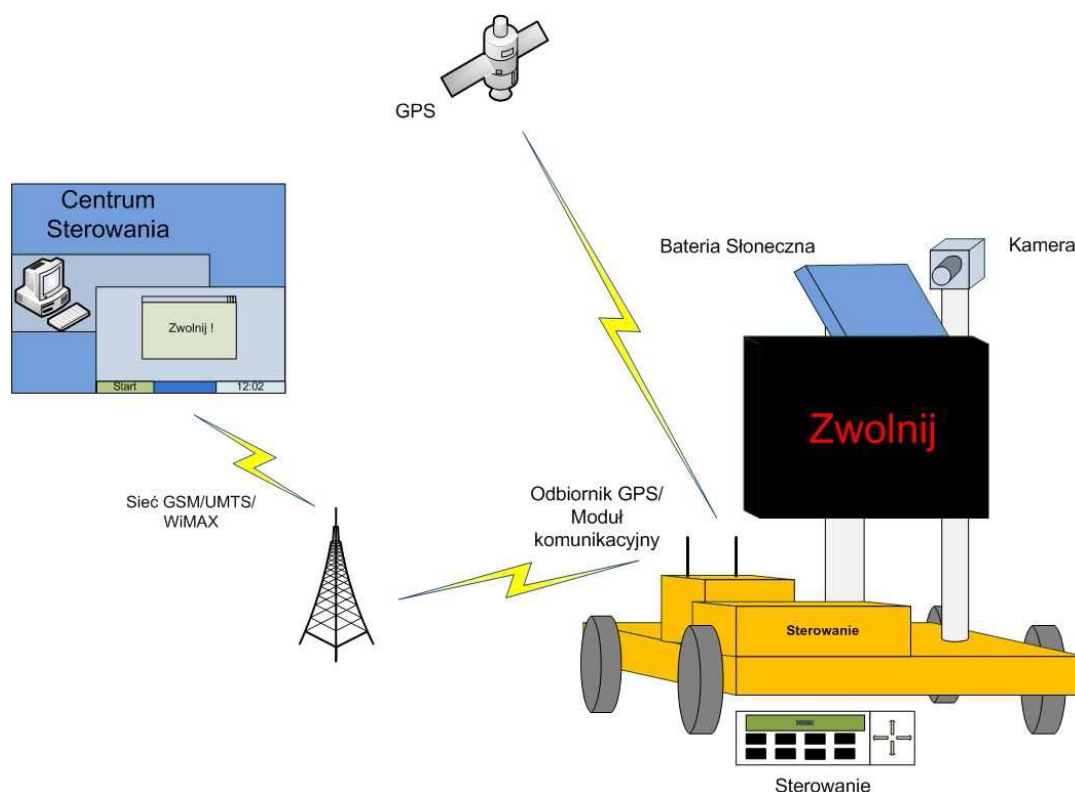
Informacje dla użytkowników o warunkach ruchu i zdarzeniach drogowych powinny trafiać poza stroną www także do środków masowego przekazu oraz centrów zarządzania komunikacją publiczną, flotami pojazdów komercyjnych, centrum ratownictwa, itp.

Z punktu widzenia organizacji mistrzostw UEFA EURO 2012 istotne jest wdrożenie systemu informowania użytkowników obejmującego:

1. zainstalowanie stałych znaków zmiennej treści oraz umieszczenie przewoźnych znaków VMS na trasach dojazdowych do Stadionu Narodowego, a także w ciągu Al. Żwirki i Wigury;
2. uruchomienie systemu informowania (na stronach internetowych i innymi środkami) o aktualnych warunkach ruchu i zalecanych trasach dojazdu do rejonu Stadionu Narodowego;

Przewoźne znaki zmiennej treści (rys. 4.5) są mobilnym odpowiednikiem znaków VMS umieszczonych nad jezdnią. Oznacza to, iż mogą być szybko przemieszczane w dowolne miejsce, pozwalając na sprawny przekaz informacji dla podróżujących. Znaki te umieszczane będą na specjalnie dostosowanej przyczepie samochodowej. Takie rozwiązanie zapewni łatwy dostęp do informacji o nagłych lub planowanych utrudnieniach w ruchu, incydentach lub innych zdarzeniach drogowych oraz przyczyni się do wzrostu bezpieczeństwa kierowców podróżujących po drogach Warszawy. Zastosowanie przewoźnych znaków zmiennej treści

jest także szczególnie istotne w miejscach gdzie organizowane są imprezy masowe ułatwiając zarządzanie ruchem oraz zachowaniem uczestników tychże wydarzeń. Każda przyczepa ze znakiem VMS zostanie wyposażona także w zestaw akumulatorów i ekologiczne ogniwa słoneczne pozwalające na zminimalizowanie kosztów eksploatacyjnych oraz kamery przemysłowe umożliwiające podgląd sytuacji na danym odcinku drogi.



Rys. 4.5 Przykład działania systemu z wykorzystaniem przewoźnych znaków VMS

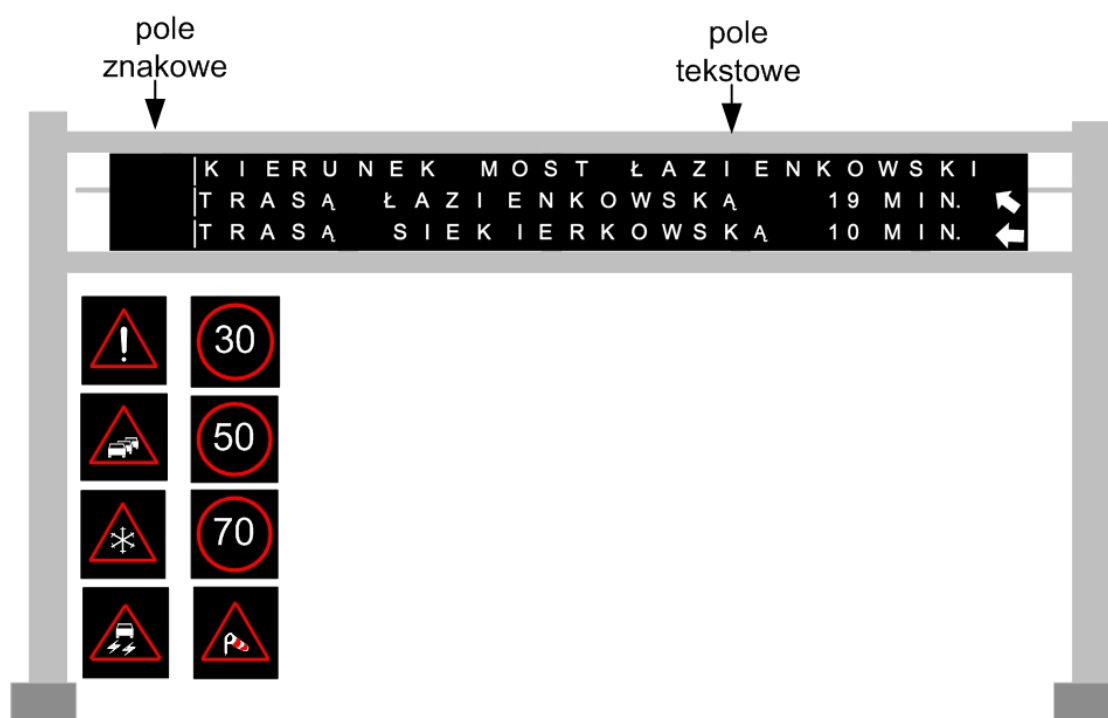
4.6.3. Dynamiczne wskazywanie trasy przy użyciu tablic VMS

Jednym z efektywnych sposobów zmniejszania zatłoczenia w sieci drogowej jest informowanie kierowców o czasach przejazdu alternatywnymi trasami, którymi mogą dojechać do celu. Jeśli alternatywna trasa zapewnia szybszy dojazd, kierowca może ją wybrać nawet jeśli jest dłuższa. Dodatkowe korzyści z takiego rozwiązania to zrównoważenie obciążenia dróg w sieci. W stosunku do kosztów budowy nowych dróg lub poszerzania istniejących, są to niemal bezinwestycyjnie działania poprawiające warunki ruchu.

Wybór trasy może być dokonywany na podstawie kryteriów innych niż czas podróży, jak na przykład długość drogi lub przyzwyczajenia kierowcy. Wobec tego wskazywanie trasy to ułatwianie kierowcy dokonania wyboru trasy w trakcie jazdy, poprzez przekazywanie informacji o czasie przejazdu.

Tablice do DWT powinny być ulokowane przed dojazdem do punktu wyboru trasy (ang. *decision point*) i informować o prognozowanym czasie przejazdu różnymi, alternatywnymi trasami do innego punktu wyboru. Określenie „dynamiczne” oznacza, że uwzględniany jest prognozowany czas przejazdu obliczany na bieżąco (w czasie rzeczywistym). Punkt wyboru trasy to węzeł drogowy lub - w przypadku dróg miejskich - strategiczne skrzyżowanie.

Tablice będą służyć także do przekazywania informacji dotyczących bezpieczeństwa w ruchu drogowym albo ważnych zmian w organizacji ruchu. Rys. 4.6 przedstawia przykład tablicy o zmiennej treści do dynamicznego wskazywania trasy.



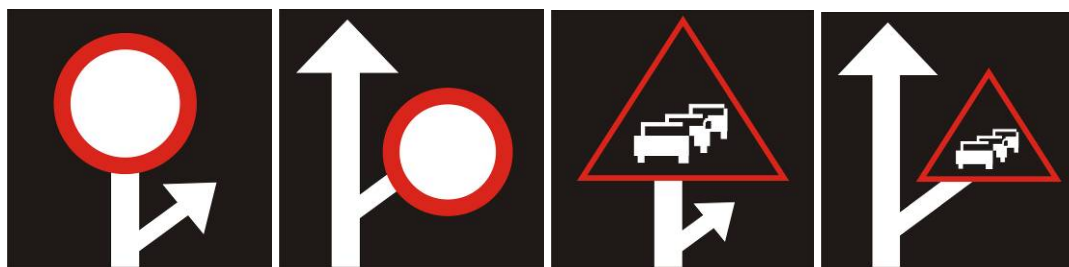
Rys. 4.6 Przykład tablicy o zmiennej treści do dynamicznego wskazywania trasy

Kryteria wyboru strategicznych skrzyżowań i łączących je tras, dla których zbudowane zostanie dynamiczne wskazywanie trasy można sformułować w następujący sposób:

- o istnieje trasa alternatywna o porównywalnej przepustowości, a długość każdej z tras mieści się w przedziale 4,8 km – 24 km,
- o co najmniej 50% kierowców przejeżdżających przez punkt wyboru trasy przejeżdża także przez cel podawany na tablicy w punkcie wyboru,
- o na obu trasach panuje duże natężenie ruchu w ciągu doby,
- o istnieją tzw. miejsca wrażliwe na zatłoczenie (ang. *Road Sensitive Segments*) na co najmniej jednej trasie – takimi miejscami są tunele, przeprawy mostowe, estakady lub wiadukty, a także odcinki trasy często zatłoczone.

Należy pamiętać, że możliwość wyboru trasy na podstawie wskazań Systemu może nie dotyczyć pojazdów ciężarowych.

Projekt **Mare Nostrum**, finansowany przez UE, ma na celu harmonizację komunikatów tekstowych i graficznych wyświetlanych na znakach i tablicach o zmiennej treści w krajach członkowskich. Rezultatem prac prowadzonych w ramach tego projektu będą wkrótce zalecenia dla krajów członkowskich dotyczące stosowania m.in. do wskazywania trasy jednolitych i powszechnie zrozumiałych znaków świetlnych. Za szczególnie komunikatywne należy uznać 4 znaki świetlne przedstawione na rys. 4.7.



Rys. 4.7 Znaki świetlne (VMS) stosowane obecnie we Francji i Hiszpanii

Takie znaki będą zrozumiałe także dla obcokrajowców lecz w świetle obecnie obowiązujących w Polsce przepisów nie można ich stosować. Uzasadnione jest by Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie już teraz uwzględnił perspektywę unijnej harmonizacji znaków świetlnych podejmując decyzję o uruchomieniu dynamicznego wskazywania trasy. Jeśli tak, to pole znakowe tablicy elektronicznej nie powinno być wykonane w technologii znaków predefiniowanych lecz matrycy swobodnie programowanej. Wtedy możliwe będzie wyświetlanie praktycznie każdego znaku świetlnego, w tym także tych, które zostaną dopuszczone w ciągu kilku najbliższych lat.

Bardzo ważna jest jakość tablic elektronicznych a w szczególność użytych LED-ów. Ma ona wpływ na ocenę systemu przez kierowców i czas jego eksploatacji. Zamawiający powinien posiłkować się obowiązującą w Polsce normą PN-EN 12966, która określa parametry techniczne i optyczne, jakie muszą spełniać znaki o zmiennej treści.

Koszty eksploatacji tablic można obniżyć poprzez instalację baterii słonecznych. Trzeba również uwzględnić niewielkie koszty teletransmisji danych. Wybór systemu łączności powinien być dokonany z uwzględnieniem wrażliwości miejsca lokalizacji tablicy na zakłócenia lub przeciążenia systemu. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim publicznych systemów GSM/GPRS, których użycie powinno traktowane jako rozwiązanie najbardziej zawodne. W okolicach miejsc organizacji imprez masowych konieczne jest użycie innych systemów łączności

Niemcy oceniają, że do zaleceń umieszczanych na tablicach elektronicznych stosuje się kilkanaście procent kierowców. Jest to, w ocenie tamtejszego zarządcy dróg federalnych,

wystarczające uzasadnienie dla ich stosowania. Podobne wartości uzyskano w badaniach prowadzonych w Kopenhadze. Dla systemu w Houston (USA) po 8 latach eksploatacji wykonano badanie internetowe opinii kierowców. 85% uczestników ankiety przyznało, że zmieniło trasę po odczytaniu informacji na tablicy o prognozowanym czasie podróży. Spośród tych kierowców 66% uznało, że dzięki systemowi zaoszczędziło czas podróży, a 29% nie było pewnych rezultatów.

5. Propozycja możliwych do realizacji wariantów rozwoju ZSZR w Warszawie

5.1. Uwarunkowania tworzenia wariantów

Ważnym aspektem tworzenia propozycji rozwoju ZSZR były wymogi dotyczące składania wniosku o dofinansowanie projektu w ramach Działania 8.3 Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Ze względu na wydaną już decyzję środowiskową dotyczącą budowy ZSZR a obejmującą Obszary I, II i III zdefiniowane w Studium Wykonalności z 2004 roku [1], postanowiono ograniczyć zakres terytorialny rozszerzenia jeśli chodzi o sterowanie sygnalizacją do Obszarów II i III (rys. 4.1).

Innym ważnym uwarunkowaniem zakresu rozszerzenia jest ograniczenie okresu realizacji projektu w praktyce do lat 2011 – 2014, co wynika z okresu programowania inwestycji dofinansowywanych w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

5.2. Wariant W0

Jako Wariant W0 przyjęto kontynuację stanu istniejącego czyli funkcjonowanie ZSZR w obecnym zakresie funkcjonalnym i obszarowym. W Wariancie W0 nie przewiduje się ponoszenia przez Miasto nowych nakładów inwestycyjnych związanych z ZSZR. Natomiast zakłada się kontynuację dotychczasowego procesu remontowania i modernizacji urządzeń sygnalizacji, w tempie około 10 skrzyżowań rocznie.

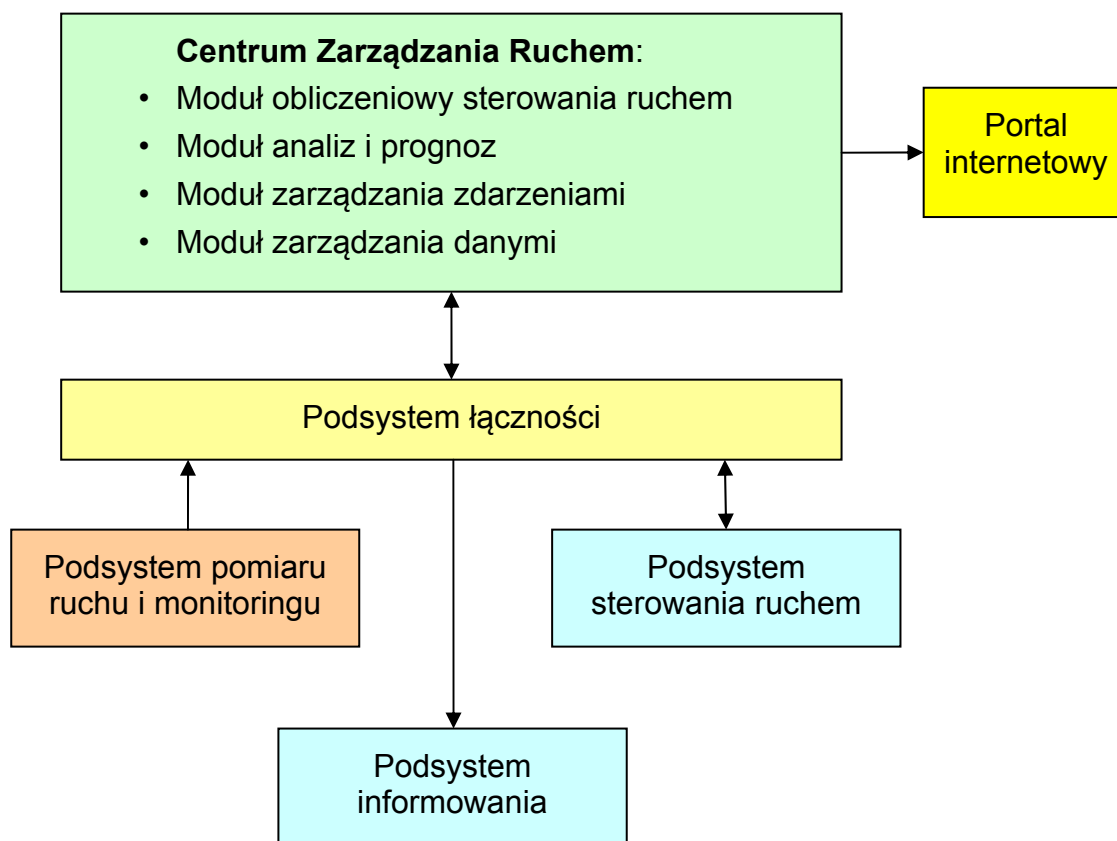
5.3. Wariant W1

5.3.1. Proponowana struktura Systemu

Elementy składowe Systemu w Wariancie W1 to:

- Centrum Zarządzania Ruchem:
 - o Moduł obliczeniowy sterowania ruchem
 - o Moduł analiz i prognoz
 - o Moduł zarządzania zdarzeniami
 - o Moduł zarządzania danymi
- Podsystem łączności
- Podsystem sterowania ruchem
- Podsystem pomiaru ruchu i monitoringu
- Podsystem informowania użytkowników

Podsystemy składają się z urządzeń zlokalizowanych poza Centrum, w pasie drogowym. Rys. 5.1 przedstawia strukturę funkcjonalną Systemu w Wariancie W1.



Rys. 5.1 Struktura funkcjonalna Systemu w Wariantcie W1

Centrum ZR zapewnia podstawowe funkcje zarządzania ruchem: monitorowanie warunków ruchu oraz wybór odpowiedniej strategii operacyjnej i jej wprowadzanie w życie poprzez sterowanie sygnalizacją, przekazywanie informacji kierowcom poprzez znaki zmiennej treści i inne media. CZR zapewnia też połączenia z innymi systemami ZR (np. system ZR na drogach krajowych) w celu koordynacji zarządzania ruchem na sąsiadujących obszarach.

W ramach CZR można wydzielić cztery moduły:

Moduł obliczeniowy sterowania ruchem

Moduł ten obejmuje świadczenie bieżącego zarządzania ruchem w warunkach typowych. Oznacza to wybór, zgodnie z wcześniej ustalonymi kryteriami, zależnych od sytuacji ruchowej planów operacyjnych sterowania sygnalizacją świetlną oraz informowania kierowców. Do zadań tego modułu należy też świadczenie zarządzania ruchem dla sytuacji planowanych – np. w sytuacjach zaplanowanych remontów i robót drogowych.

Moduł analiz i prognoz

W module tym umiejscowione jest przygotowanie prognoz ruchu i strategii operacyjnych. Moduł ten powinien zawierać matematyczny model ruchu na sieci objętej zarządzaniem aby umożliwić wykonywanie prognoz ruchu dla różnych wariantów sterowania. Analizy i przygotowywanie strategii operacyjnych powinno być wykonywane w trybie prac biurowych

(ang. „off-line”). Natomiast krótkoterminowe prognozy warunków ruchu, potrzebne do decyzji operacyjnych oraz do przekazywania informacji kierowcom i innym centrom ZR, powinny być wykonywane na bieżąco, na podstawie bieżących pomiarów ruchu i danych historycznych. Elementem tego modułu będzie także algorytm predykcji czasów przejazdu różnymi trasami w obszarze Etapu 2 ZSZR. Informacje o warunkach ruchu i prognozy czasów przejazdu przekazywane będą kierowcom m.in. za pomocą Portalu Internetowego, sterowanego bezpośrednio z Centrum Zarządzania Ruchem.

Moduł zarządzania zdarzeniami

Moduł ten obejmuje funkcje zarządzania ruchem w sytuacjach wyjątkowych i niespodziewanych. Za zdarzenie drogowe przyjmuje się wypadek, awarię lub pogorszenie warunków pogodowych powodujące czasowe ograniczenie przepustowości. Sygnały o zdarzeniach spływają do modułu z różnych źródeł – automatycznie z podsystemu pomiaru ruchu i monitoringu bądź też telefonicznie, np. od Policji, Straży Miejskiej lub innych służb. Zgłoszenia są weryfikowane i analizowane w celu sklasyfikowania typu zdarzenia i ustalenia czy potrzebne są działania dla zminimalizowania jego skutków. System powinien reagować automatycznie to znaczy wyszukać plan operacyjny najbardziej odpowiedni do zaistniałej sytuacji. W ramach planu następuje rozesłanie ostrzeżenia o zdarzeniu poprzez kanały informacji dla kierowców, a w uzasadnionych przypadkach także do innych systemów ZR.

Moduł zarządzania danymi

Moduł ten obejmuje funkcje pozyskiwania, przetwarzania i archiwizowania danych różnych kategorii. Kategorie danych odpowiadają różnym bazom danych i obejmują: dane o ruchu, dane o sieci drogowej, dane o zdarzeniach i dane o warunkach środowiskowych. Dane mogą być pozyskane z podsystemów (np. z podsystemu pomiarów i monitorowania ruchu) lub od innych systemów ZR. Po pozyskaniu i sprawdzeniu, dane są przesyłane do modułów, które z nich korzystają oraz magazynowane czyli zapisywane w odpowiedniej bazie. Dane w bazach (z wyjątkiem danych o sieci) dzielą się na dane historyczne, bieżące i prognozy. Funkcją modułu jest też udostępnianie danych innym uprawnionym użytkownikom w odpowiednich formatach.

5.3.2. Centrum Zarządzania Ruchem

Przewiduje się rozbudowę istniejącego Centrum o następujące elementy wyposażenia:

- Dodatkowe 3 stanowiska operacyjne, które zostaną przeznaczone dla:
 - o analityka danych, mającego umiejętność samodzielnej eksploracji danych (*data mining*), w tym analizy istniejących i tworzenia nowych raportów,
 - o funkcjonariusza Policji (stanowisko zdalne lub lokalne),
 - o pracownika Biura Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Urzędu m.st. Warszawy lub funkcjonariusza Straży Miejskiej (stanowisko zdalne lub lokalne).

- Dodatkowe serwery będą służyły do eksploatacji oprogramowania dostarczonego w ramach realizacji Etapu 2.
- Bazy i repozytoria danych będą służyły do integracji danych pochodzących z elementów Systemu zbudowanych w Etapie 1 i Etapie 2, przy założeniu, że Etap 2 zostanie zrealizowany inaczej niż poprzez rozbudowę obszaru działania systemu SITRAFFIC. (SITRAFFIC został dostarczony w Etapie 1 przez firmę Siemens).
- Urządzenia sieciowe w CZR do przyłączenia dodatkowych elementów Systemu. W CZR zostaną zainstalowane wysokowydajne przełączniki sieciowe, stanowiące styk podsystemu łączności z CZR. Tą drogą będzie realizowana łączność z infrastrukturą zewnętrzną ZSZR powstałą w Etapie 2 (sterowniki sygnalizacji świetlnej, tablice i znaki zmiennej treści, itd.)
- Moduł interfejsów danych do/od zewnętrznych partnerów CZR. Zadaniem tego modułu będzie generowanie danych do przekazywania i odbieranie danych w popularnym formacie DATEX 2, przeznaczonych do przekazywania do/z innych centrów zarządzania ruchem (np. GDDKiA) jak i pozostałych wymienionych na rys. 4.2. Moduł ten będzie także służył udostępnianiu materiału wizyjnego on-line pozyskiwanego przez CZR z kamer Systemu. CZR będzie także mógł pozyskiwać materiał wizyjny on-line z innych centrów oglądowych, w tym ZOSM i GDDKiA.

Jeśli chodzi o oprogramowanie, to niezbędne będzie rozszerzenie w następującym zakresie:

- Model prognoz krótkoterminowych ruchu dla całej Warszawy. Model powinien umożliwiać wykonywanie prognoz warunków ruchu dla okresów 15-30 min., potrzebnych do decyzji operacyjnych oraz do przekazywania kierowcom i innym centrom ZR. Prognozy te powinny być wykonywane na bieżąco, na podstawie ciągłych pomiarów ruchu i danych historycznych. Wyniki modelu powinny zasilać algorytm predykcji czasów przejazdu różnymi trasami w mieście. Czasy przejazdu znajdą zastosowanie w planerze podróży (Nowy Portal ZSZR) oraz w podsystemie Dynamicznego Wskazywania Trasy.
- Rozbudowa funkcjonalna serwisu WWW i innych środków przekazu. System będzie udostępniał dane o warunkach ruchu poprzez protokół Alert-C (RDS/TMC). Dane będą przeznaczone dla zewnętrznych operatorów świadczących bezpłatne usługi przekazywania tych informacji do radioodbiorników w samochodach i do pokładowych urządzeń nawigacyjnych.
- Dodatkowe oprogramowanie podsystemu sterującego ruchem. Oprogramowanie takie będzie niezbędne w przypadku wprowadzenia na obszarze prawobrzeżnej Warszawy alternatywnej do algorytmu MOTION metody sterowania obszarowego. Rozwiązanie takie może okazać się bardziej ekonomiczne.

5.3.3. Podsystem obszarowego sterowania ruchem

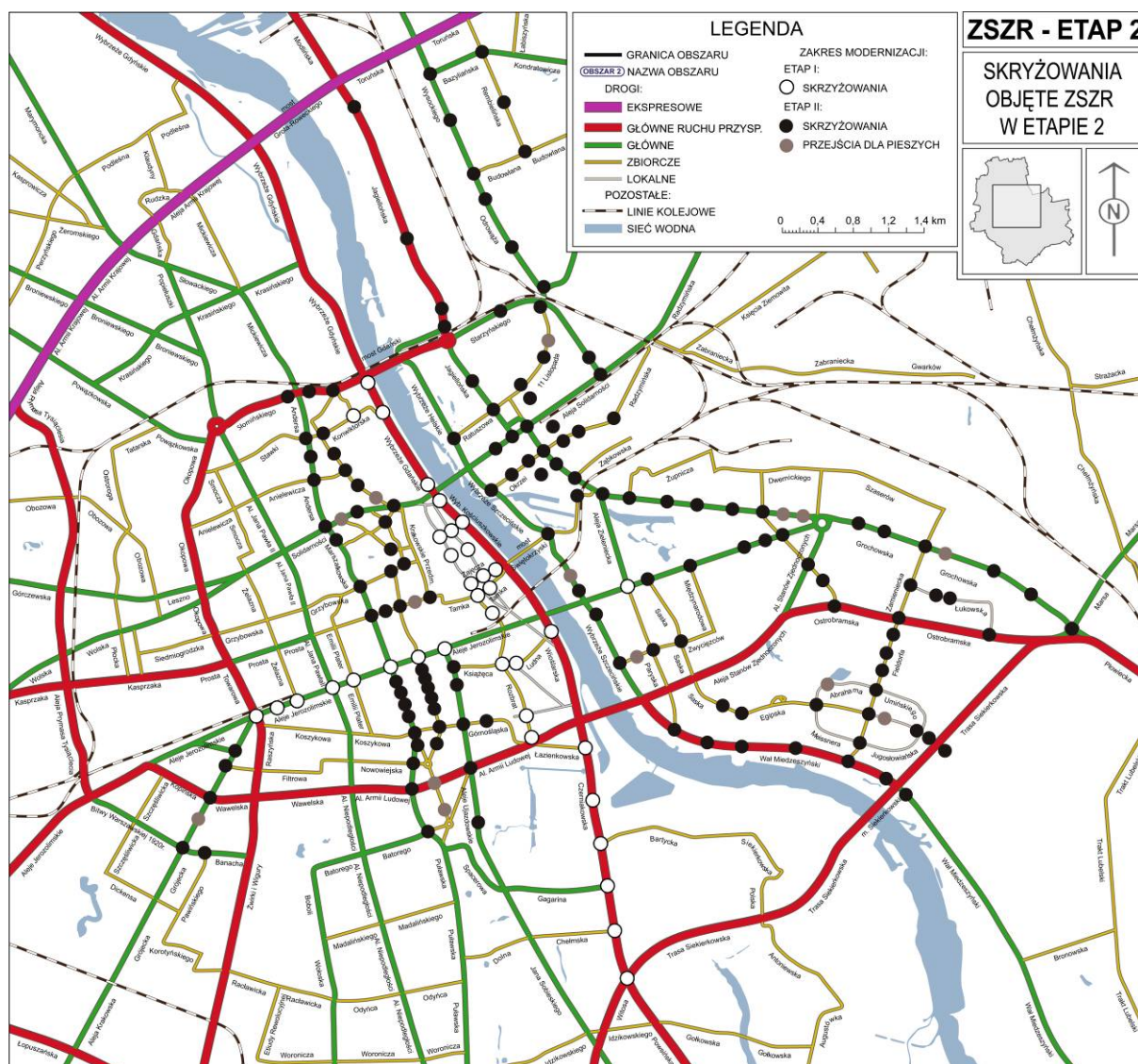
Podsystem sterowania ruchem pełni najważniejszą dla działania całego Systemu funkcję wykonawczą. Polega ona na realizacji planów operacyjnych poprzez sterowanie sygnalizacją świetlną oraz znakami o zmiennej treści, a tym samym dostarczenie kierowcom konkretnych sygnałów i informacji.

Zgodnie z przyjętym założeniem objęcia Systemem tylko Obszaru II i III, w Wariantcie W1 podsystem sterowania sygnalizacją obejmie 148 istniejących i 4 projektowane skrzyżowania. Tabela 5.1 oraz rys. 5.2 przedstawiają wykaz skrzyżowań w podziale na obszary oraz rejony (dzielnice miasta). Po rozbudowie w Etapie 2, ZSZR obejmie 189 skrzyżowań i przejść dla pieszych.

Na obecnym etapie nie przesądza się preferowanego modelu rozszerzenia sterowania obszarowego – system jednorodny w oparciu o metodę MOTION czy też wprowadzenie drugiej alternatywnej metody sterowania od innego dostawcy. Wprowadzenie alternatywnej metody sterowania byłoby możliwe na przykład w Obszarze III – dla prawobrzeżnej Warszawy. Jak wykazano w opracowaniu [4], oba warianty są wykonalne i oba mają swoje zalety i wady. Specyfikacja przetargowa na realizację Systemu powinna umożliwiać oba rozwiązania. Przy opracowywaniu specyfikacji należy kierować się z jednej strony troską o zachowanie warunków konkurencyjności, a z drugiej potrzebą maksymalnego wykorzystania urządzeń i zasobów pozyskanych przez ZDM w pierwszym etapie budowy ZSZR. W każdym wypadku rozszerzenie odbywać się musi w ramach istniejącego CZR i z pełną integracją funkcjonalną jeśli chodzi o wymianę i wykorzystanie danych.

Tabela 5.1 Sterowanie obszarowe w Wariantcie W1

Etap	Numer Obszaru	Rejon	Liczba skrzyżowań	Razem
1 - stan istniejący	I	Powisłe – Wisłostrada	28	37
		Aleje Jerozolimskie	9	
2	II	Śródmieście	50	66
		Ochota (ul. Grójecka)	6	
		Praga Południe (Al. Waszyngtona – Grochowska)	10	
	III	Praga Południe	46	86
		Targówek	9	
		Praga Północ	31	
	Razem Etap 2			152
Razem Etap 1 + 2				189



Rys. 5.2 Skrzyżowania włączone do systemu sterowania w Etapie 2

5.3.4. Podsystem pomiaru i monitorowania ruchu

Podstawowym zadaniem podsystemu jest zbieranie danych o ruchu przy pomocy czujników (pętle indukcyjne, wideodetektory). Przetworzenie danych o wykrytej obecności i typach pojazdów stwarza możliwość określenia stanu ruchu na drodze, to znaczy natężenia, gęstości i prędkości ruchu. Parametry określające stan ruchu będą przekazywane do modułów CZR do wykorzystania w zarządzaniu ruchem.

Specjalne znaczenie ma funkcja wykrywania potencjalnych zdarzeń drogowych. Zarówno dane o parametrach ruchu jak i obrazy wideo mogą być używane jako dane wyjściowe. Dane te będą analizowane w celu wykrycia wzorców (np. nagłe zmiany prędkości i natężenia ruchu) wskazujących na zdarzenie drogowe. Dane o potencjalnych zdarzeniach będą przesyłane do modułu zarządzania zdarzeniami w celu identyfikacji zdarzenia i jego

klasyfikacji według typu. Elementem procedury weryfikacji zdarzenia będą obrazy z kamer do podglądu wizyjnego.

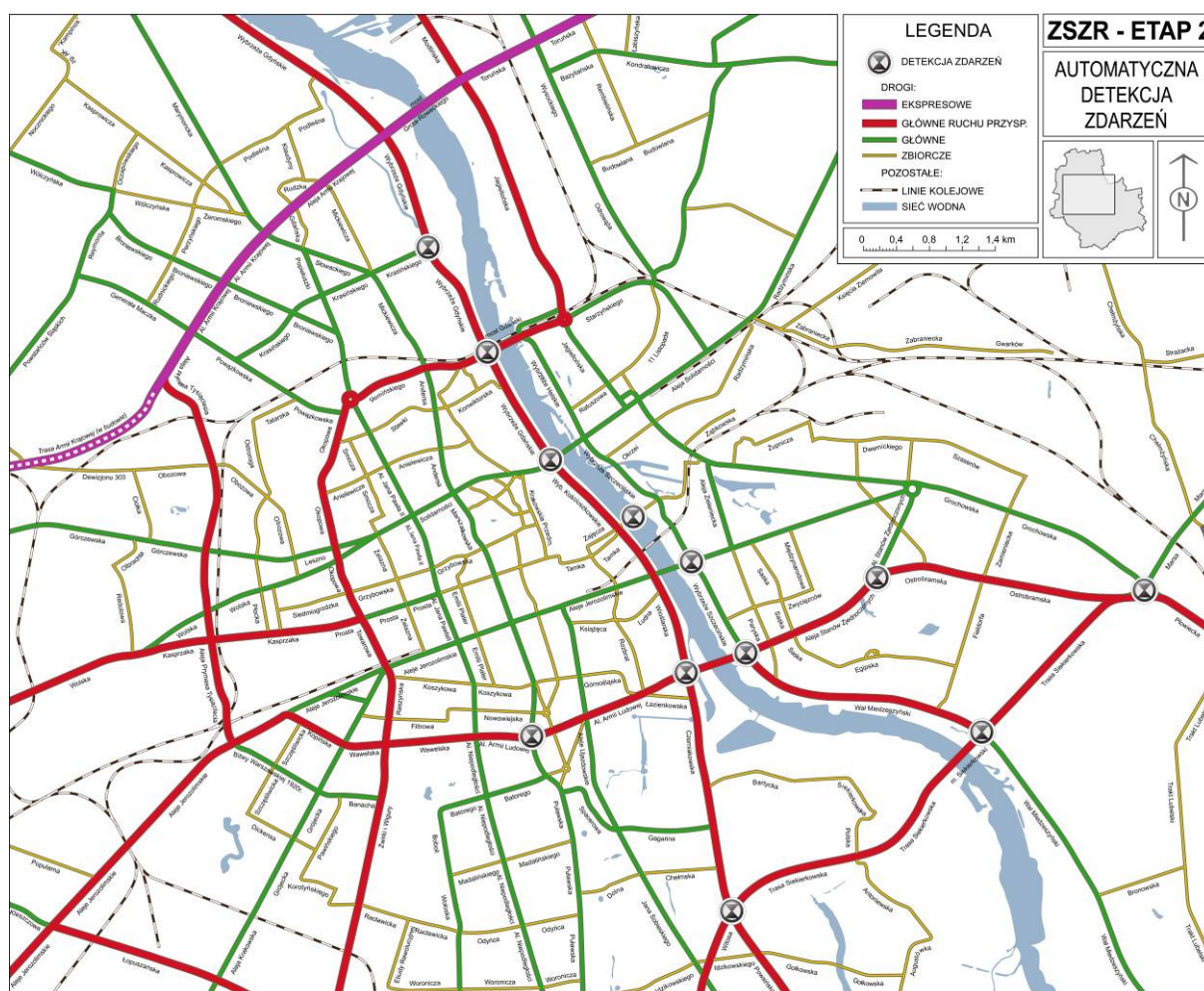
Proponuje się wprowadzenie w Etapie 2 rozbudowy ZSZR następujących elementów monitorowania ruchu i wykrywania zdarzeń:

- Urządzeń do automatycznej detekcji zdarzeń (ADZ) w strategicznych punktach dróg o ruchu przyspieszonym (GP) oraz na mostach w Obszarze II i III – tabela 5.2. Wstępnie proponowaną lokalizację tych urządzeń⁵ przedstawia rys. 5.3. Urządzenia te pełnią jednocześnie funkcję stacji pomiaru ruchu.
- 120 telemetrycznych stacji ciągłego pomiaru ruchu w całym mieście – rozmieszczonych w obecnie eksploatowanych punktach APR ZDM (rys. 4.4), z wyjątkiem lokalizacji w których umieszczono urządzenia ADZ. Stacje pomiarowe powinny służyć jednocześnie celom ZSZR jak i zaspokajać potrzeby Wydziału Badań Ruchu i Rozwoju Dróg ZDM.
- Około 24 punktów kamerowych ARTR do automatycznego rozpoznawania numerów rejestracyjnych w celu pomiaru odcinkowych czasów przejazdu na wybranych trasach o strategicznym znaczeniu. Pomierzone czasy przejazdu zastosowane będą do kalibracji i weryfikacji predykcji czasów podróży modelu prognoz krótkoterminowych oraz w pilotażowym wdrożeniu systemu wskazywania trasy na tablicach VMS.
- Kamer obrotowych na około połowie (70) ze 150 skrzyżowań włączanych do Systemu w Etapie 2. Ograniczenie liczby skrzyżowań wynika z faktu, że wiele z nich ma już zainstalowane kamery monitoringu miejskiego ZOSM.

Tabela 5.2 Proponowana wstępnie lokalizacja urządzeń do automatycznej detekcji zdarzeń ADZ

Lp	Lokalizacja	Liczba kamer
1	Wisłostrada – Krasieńskiego	2
2	Wisłostrada - Most Gdański	3
3	Wisłostrada - Most Śląsko-Dąbrowski	3
4	Most Świętokrzyski	2
5	Most Poniatowskiego	2
6	Al. Armii Ludowej – Waryńskiego	2
7	Trasa Łazienkowska – Wisłostrada	4
8	Trasa Łazienkowska - Wał Miedzeszyński	3
9	Trasa Łazienkowska – Ostrobramska	2
10	Trasa Siekierkowska – Czerniakowska	4
11	Trasa Siekierkowska - Wał Miedzeszyński	4
12	Trasa Siekierkowska - Marsa – Płowiecka	3
	Razem	34

⁵ Dokładne lokalizacje będą określone w toku dalszych prac projektowych.



Rys. 5.3 Lokalizacja urządzeń do automatycznej detekcji zdarzeń w Etapie 2

5.3.5. Podsystem informowania kierowców

W Etapie 2 nie przewiduje się uruchomienia serwisów informacyjnych innych niż tablice o zmiennej treści, strona internetowa ZSZR (Nowy Portal) oraz RDS/TMC za pośrednictwem innych podmiotów.

Funkcją podsystemu jest informowanie kierowców przy pomocy tablic o zmiennej treści VMS a także świadczenie sterowania prędkością czyli wyświetlanie lokalnych wartości ograniczeń prędkości ruchu. Wartości te mogą być wyznaczane automatycznie przez system w zależności od warunków ruchu i warunków pogodowych (np. ograniczenie prędkości w przypadku mgły) lub też narzucane przez operatora.

Tabela 5.3 oraz rys. 5.4 przedstawiają proponowane wstępnie rozmieszczenie tablic o zmiennej treści. Znaki VMS będą umieszczone przede wszystkim na trasach klasy GP (Wisłostrada, Trasa Łazienkowska i Trasa Siekierska) oraz przed ważnymi węzłami (np. Marsa – Płowiecka). Znaki te będą powiązane funkcjonalnie ze stacjami pomiarowymi ADZ, tak aby ostrzegać kierowców o zdarzeniach (wypadki, zatory) a w uzasadnionych wypadkach

wyświetlać ograniczenie prędkości. Propozycje przedstawione w tabeli 5.3 należy traktować jako wstępne – określenie dokładnej lokalizacji tablic nastąpi w toku dalszych prac projektowych.

Tabela 5.3 Proponowana wstępnie lokalizacja tablic VMS

Lp. trasy	Lokalizacja		Kod tablicy VMS
	Trasa - kierunek	przed skrzyżowaniem	
1	Wisłostrada – na północ	Sanguszki	T1
2	Wisłostrada – na południe	Trasa Łazienkowska	T2
3	Modlińska – na południe	Trasa AK	T3
		Golędzinowska	T4
4	Płowiecka – na zachód	Marsa	T5
5	Trasa Łazienkowska – na wschód	Rondo Jazdy Polskiej	T6
		Wisłostrada	T7
		Ostrobramska	T8
6	Trasa Łazienkowska – na zachód	Wał Miedzeszyński	T9
		Plac na Rozdrożu	T10
7	Trasa Siekierkowska – na wschód	przed Mostem Siekierkowskim	T11
		Marsa-Płowiecka	T12
8	Trasa Siekierkowska – na zachód	Bora Komorowskiego	T13
		Czerniakowska	T14
9	Wał Miedzeszyński – na północ	Trasa Siekierkowska	T15
		Trasa Łazienkowska	T16

Dynamiczne Wskazywanie Trasy

W ramach podsystemu informowania kierowców proponuje się pilotażowe wdrożenie systemu Dynamicznego Wskazywania Trasy. Propozycje tras które byłyby objęte dynamicznym wskazywaniem w Etapie 2 rozwoju ZSZR przedstawia Tablica 5.4.

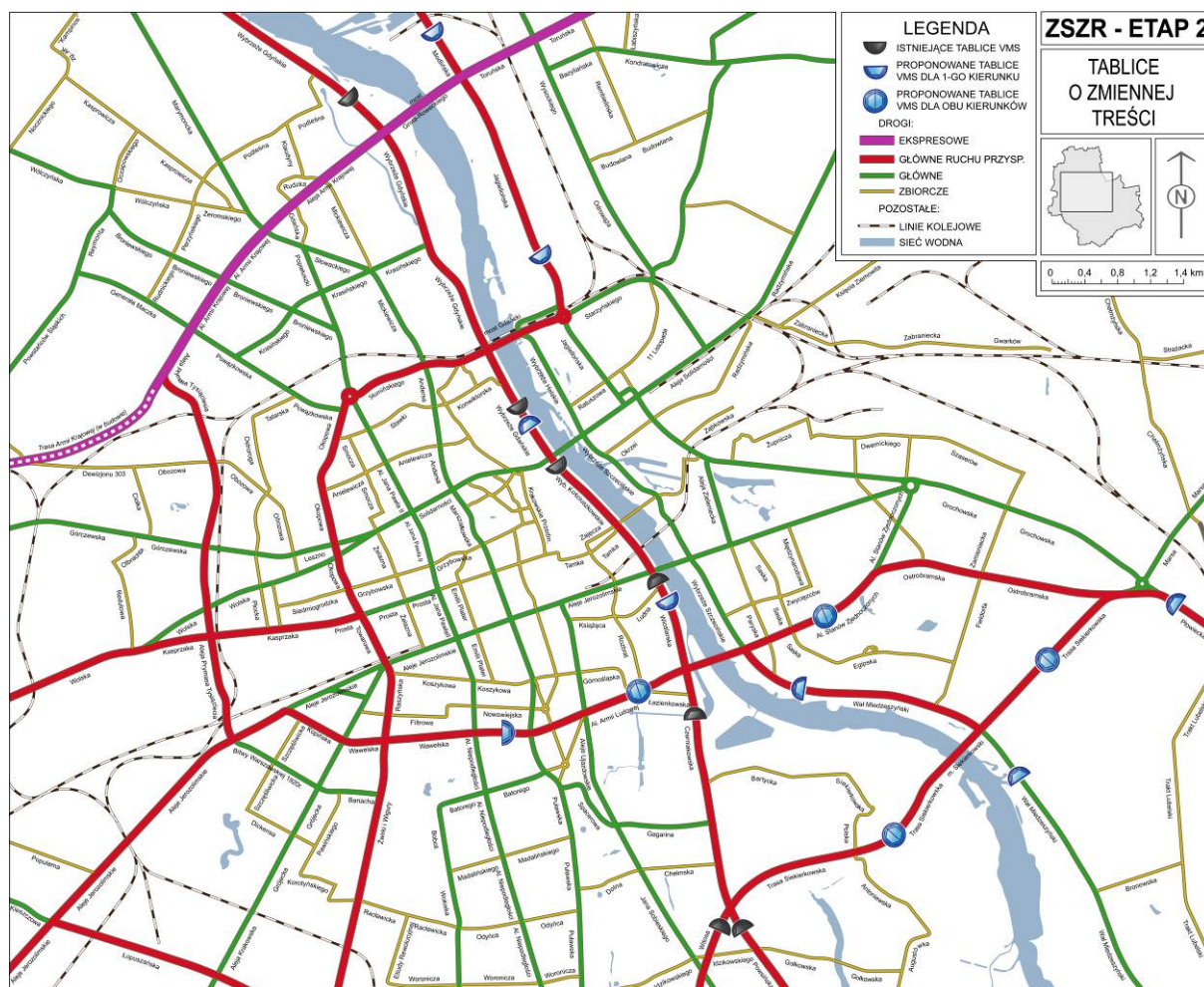
Tabela 5.4 Trasy proponowane do objęcia dynamicznym wskazywaniem

Id	Trasa od-do	przez	Długość trasy w km	Liczba miejsc wrażliwych na trasie m/w/e*
1.A	Most Łazienkowski - Most Grota	Prawym brzegiem Wisły	9,4	1/4/1
1.B		Wisłostradą	10,8	2/3/1
2.A	Most Łazienkowski – Węzeł Marsa	Trasą Łazienkowską	6,0	1/0/3
2.B		Trasą Siekierkowską	6,8	1/0/4

*/m-most lub tunel; w-wiadukt; e-estakada)

Dynamiczne wskazywanie trasy będzie realizowane poprzez:

- o pobór danych o ruchu - z podsystemu pomiaru ruchu i monitoringu,
- o przetwarzanie danych w CZR przez algorytm predykcji czasu przejazdu, który prognozuje w czasie rzeczywistym i w odpowiednim horyzoncie,
- o prezentację (wyświetlanie) prognozowanego czasu przejazdu na tablicach elektronicznych w punktach wyboru trasy – elemencie podsystemu informowania.



Rys. 5.4 Wstępna lokalizacja tablic VMS w Etapie 2

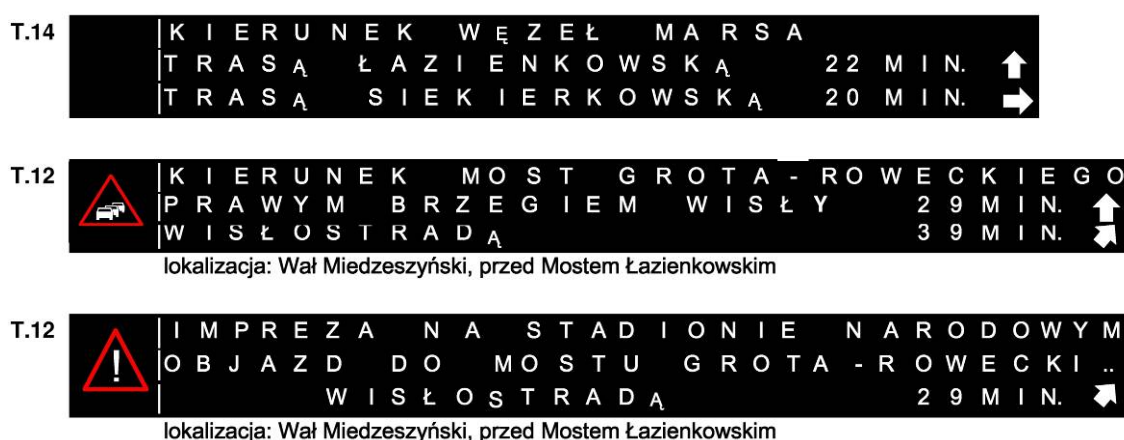
Wszystkie te elementy zostaną połączone podsystemem łączności. Podstawowym źródłem danych dla dynamicznego wskazywania trasy będą punkty kamerowe ARTR (Automatycznego Rozpoznawania Tablic Rejestracyjnych). Dodatkowo, w celu pozyskiwania informacji do ostrzeżeń wyświetlanych na tablicach operator podsystemu informowania będzie mógł wykorzystać inne dane z podsystemu pomiaru i monitorowania ruchu pochodzące z kamer automatycznej detekcji zdarzeń (ADZ) oraz ze stacji pogodowych,

Tabela 5.5 przedstawia proponowane lokalizacje tablic do DWT – są to cztery tablice spośród tych wskazanych w tabeli 5.3. Rys. 5.5 pokazuje przykładowe komunikaty, które mogłyby być wyświetlane na tablicach DWT. System DWT wymaga dokładniejszego opracowania,

zarówno pod względem lokalizacji tablic jak i formy i treści komunikatów. Ponieważ jest to rozwiązanie nowe, powinno ono być szczególnie uważnie przetestowane pod względem wpływu na zachowania kierowców i bezpieczeństwo ruchu.

Tabela 5.5 Proponowana wstępnie lokalizacja tablic - punkty wyboru trasy

Id.	Lokalizacja	
	trasa – kierunek	przed skrzyżowaniem
T5.	Płowiecka – na zachód	Nowowiśniowa
T6.	Trasa Łazienkowska – na wschód	Rondo Jazdy Polskiej
T3.	Modlińska – na południe	Trasa AK
T16.	Wał Miedzeszyński – na północ	Trasa Łazienkowska



Rys. 5.5 Propozycja komunikatów wyświetlanych przez system DWT

Tablice rejestracyjne będą rozpoznawane przez punkty kamerowe ARTR na początku i na końcu każdej trasy a następnie parowane w celu obliczenia czasu przejazdu dla każdego pojazdu, który przejechał tę trasę. Na podstawie zbioru czasów przejazdu algorytm predykcji Systemu prognozuje czas przejazdu trasy, wyświetlany potem na tablicach.

Prognoza czasów przejazdu może bazować na modelu ruchu dla całej sieci dróg albo na jednym z kilkunastu specjalizowanych algorytmów predykcji, przetwarzającym dane pozyskane wyłącznie na trasach objętych systemem. Wybór algorytmu powinien nastąpić z uwzględnieniem lokalnych uwarunkowań takich, jak liczba sygnalizacji świetlnych na trasie, długość i typowy czas przejazdu trasy. Uwarunkowania te przekładają się na maksymalny horyzont czasowy predykcji, który może wynosić od 5 do 60 minut. Właściwie dobrany algorytm daje dużą dokładność predykcji i, w rezultacie, system wiarygodny, cieszący się zaufaniem kierowców. Badania amerykańskie pokazują, że mniej informacji lub nawet jej brak jest lepszy niż błędna informacja. Kierowcy najbardziej cenią sobie jasno podaną informację o czasach przejazdu a mniej - o zakłóceniach w ruchu, wypadkach itp. Dobrze zaprojektowany i wykonany system dynamicznego wskazywania trasy może podawać czasy

przejazdu z dokładnością sięgającą 95%. Warto pamiętać, że w źle dobranych algorytmach dokładność predykcji w warunkach zatłoczenia trasy może obniżyć się nawet do 70%.

Łączność niezbędna dla komunikacji tablic i punktów kamerowych ARTR z CZR będzie realizowana za pośrednictwem podsystemu łączności. W zależności od lokalizacji będzie można wykorzystać jedną z metod opisanych w punkcie 5.3.6 albo nawet na technologię GPRS/EDGE z uwagi na to, że nie są transmitowane obciążające łącza dane wizyjne. Rozpoznanie tablic rejestracyjnych (OCR) odbywa się w punkcie kamerowym ARTR.

5.3.6. Podsystem łączności

Do połączenia z CZR wszystkich proponowanych elementów Systemu proponuje się trzy komplementarne metody:

- wydłużenie istniejącej sieci światłowodowej ZDM o około 40 km;
- wykorzystanie sieci światłowodowej monitoringu miejskiego (ZOSM);
- wykorzystanie dedykowanych połączeń bezprzewodowych (radiolinii) lub – w ostateczności – GSM/GPRS w przypadkach skrzyżowań i urządzeń odosobnionych.

Tabela 5.6 przedstawia sposoby podłączenia przewidywanych 202 elementów Systemu. Wykorzystanie sieci ZOSM pozwoli na podłączenie do istniejących światłowodów sterowniki sygnalizacji i kamery monitoringu na 63 ze 152 skrzyżowań (41%). Aby połączenie to było możliwe, wymagane są pewne urządzenia techniczne w dzielnicowych Centrach Oglądowych ZOSM (opisane szerzej w punkcie 6.1). Potrzebne też będzie sprawdzenie czy przepustowość sieci ZOSM jest wystarczająca.

Tabela 5.6 Proponowane podłączenie elementów do Systemu

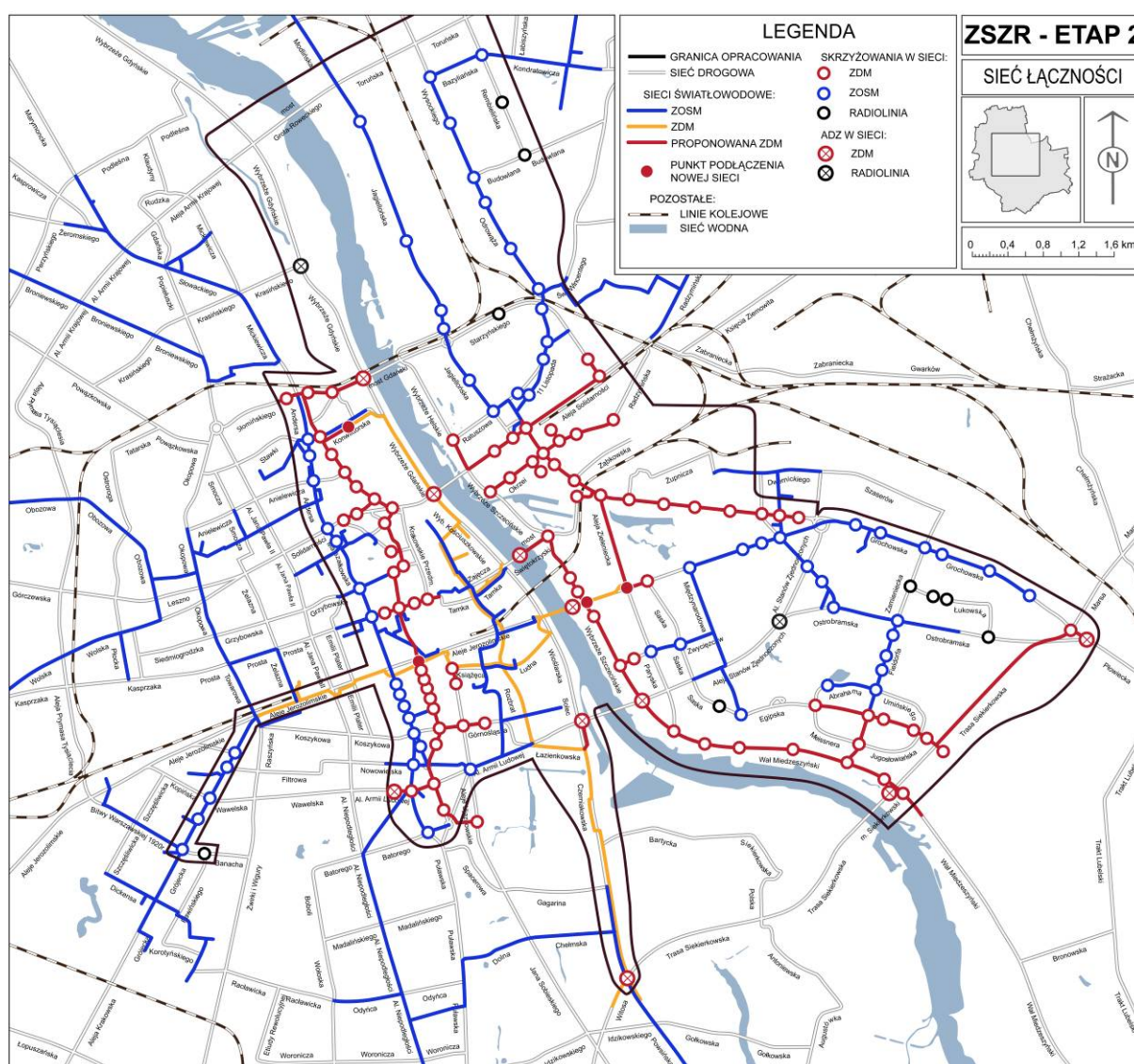
Elementy	Sposób podłączenia			Razem
	Światłowod ZDM	Światłowod ZOSM	Radiolinia lub GSM/GPRS	
Skrzyżowania	81	63	8	152
Tablice VMS	9	1	6	16
Kamery ADZ	30	-	4	34
Razem	120	64	18	202
	59%	32%	9%	100%

Schemat proponowanej sieci łączności przedstawia rys. 5.6. Rysunek pokazuje podłączenie nowych światłowodów do istniejącej sieci światłowodu ZDM (kolor pomarańczowy na rys. 5.6) w czterech punktach:

- skrzyżowanie ul. Konwiktorskiej z ul. Zakroczymską,
- skrzyżowanie Al. Jerozolimskich z ul. Kruczą,
- rondo Waszyngtona - Al. Zieleniecka,
- skrzyżowanie mostu Poniatowskiego z Walem Miedzeszyńskim.

Proponowany nowy światłowód ZDM (kolor czerwony na rys. 5.6) przebiegać będzie w następujących trzech głównych ciągach wzdłuż ulic:

- Bonifraterska – Miodowa – Moliera – Mazowiecka – Szpitalna – Krucza – Mokotowska – Marszałkowska,
- Wybrzeże Szczecińskie – Wał Miedzeszyński – Fieldorfa – Bora-Komorowskiego – Trasa Siekierska,
- Al. Zieleniecka – Targowa – Al. Solidarności, z rozgałęzieniem wzdłuż Okrzei i Żąbkowskiej.



Rys. 5.6 Proponowana sieć łączności światłowodowej w Etapie 2

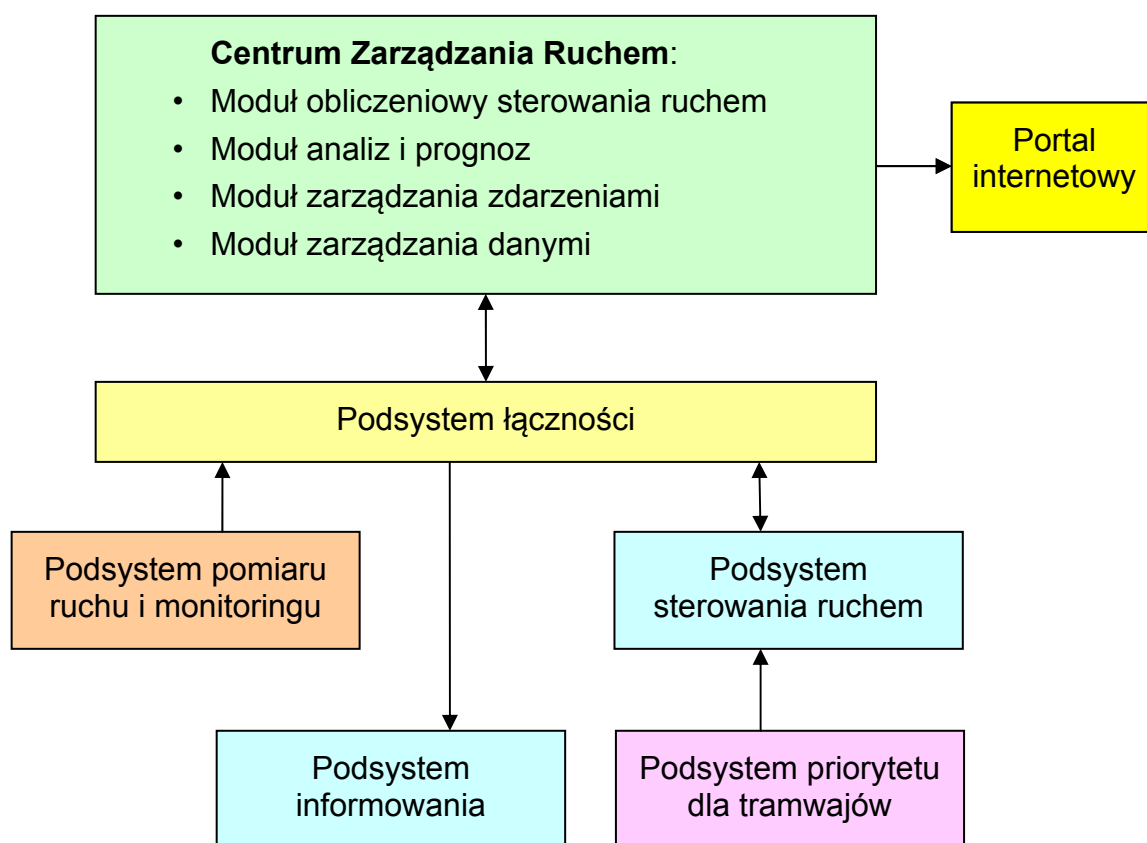
Radiolinie wykorzystane będą do podłączenia skrzyżowań i urządzeń (tablice VMS, stacje ADZ) oddalonych od punktu dostępowego do sieci światłowodowej, lecz w zapewniających zasięg widoczności (*Line-of-Sight*) z tym punktem. Urządzeń takich według obecnej

koncepcji jest 18 (tabela 5.6). Liczba ta może ulec zmianie na etapie projektowania podsystemu łączności. Możliwe technicznie sposoby realizacji połączeń bezprzewodowych będą szerzej omówione w punkcie 6.1. W pozostałych przypadkach będą stosowane połączenia realizowane poprzez publiczną sieć GSM/GPRS/EGDE/UMTS/HSPA lub inne o porównywalnych parametrach.

5.4. Wariant W2

5.4.1. Proponowana struktura systemu

Rys. 5.7 przedstawia strukturę funkcjonalną Systemu w Wariancie W2. Wariant ten zakłada dodatkowo rozszerzenie funkcjonowania ZSZR w zakresie priorytetów dla tramwajów na skrzyżowaniach z sygnalizacją.



Rys. 5.7 Struktura funkcjonalna Systemu w Wariancie W2

Struktura funkcjonalna Systemu w Wariancie W2 obejmuje:

- Centrum Zarządzania Ruchem:
 - o Moduł obliczeniowy sterowania ruchem
 - o Moduł analiz i prognoz
 - o Moduł zarządzania zdarzeniami

- o Moduł zarządzania danymi
- Podsystem łączności
- Podsystem sterowania ruchem
- Podsystem priorytetu dla tramwajów
- Podsystem pomiaru ruchu i monitoringu
- Podsystem informowania użytkowników

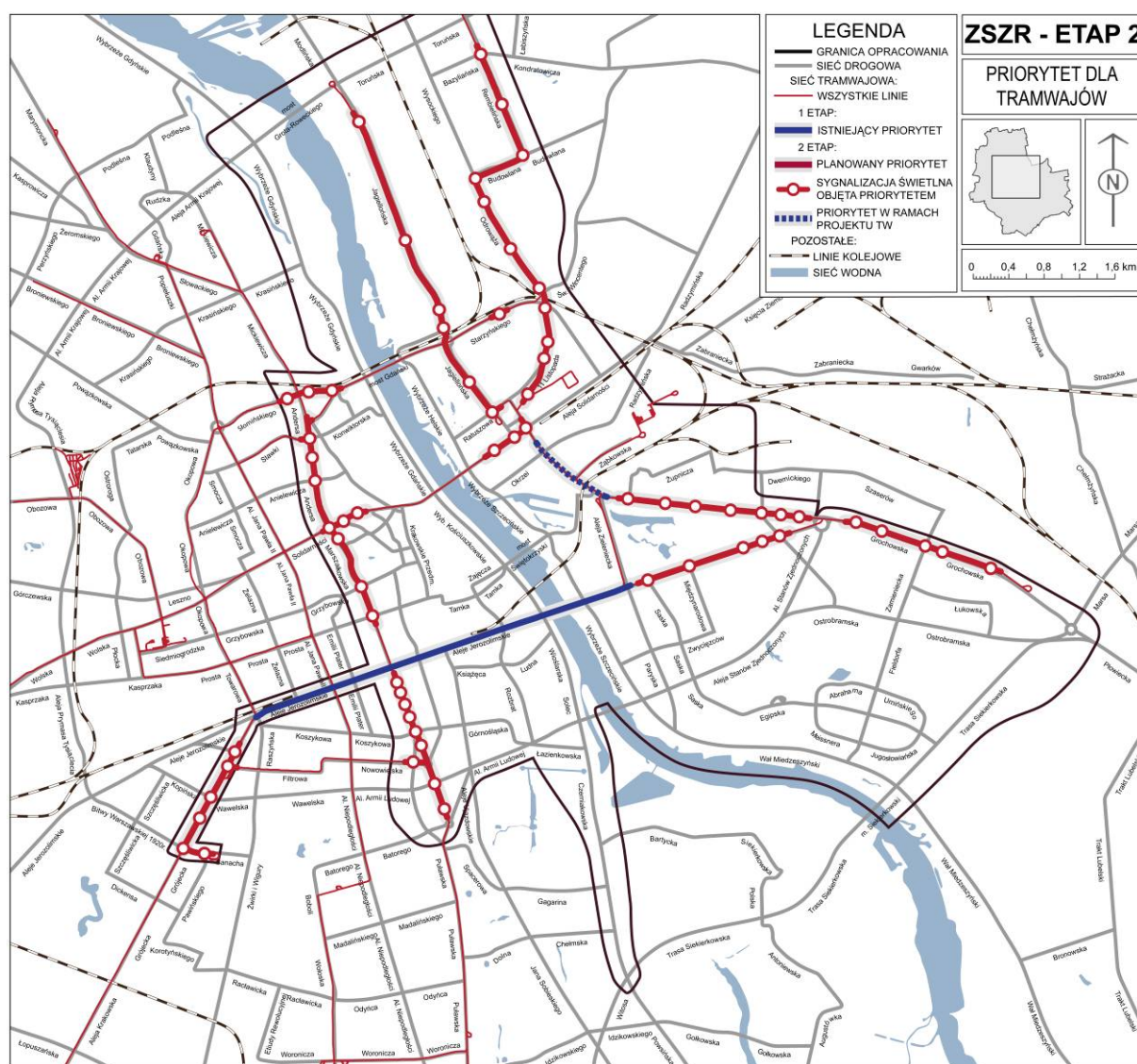
Wariant W2 różni się od wariantu W1 jedynie podsystemem priorytetu dla tramwajów, którego opis przedstawiono w punkcie 5.4.2. Opisy pozostałych podsystemów są identyczne jak przedstawione w punktach 5.3.1 – 5.3.6.

5.4.2. Podsystem priorytetów dla tramwajów

Proponuje się objęcie priorytetem dla tramwajów wszystkich skrzyżowań z sygnalizacją włączanych do Systemu w Etapie 2, przez które przebiegają linie tramwajowe. Wyjątkiem są tu 4 skrzyżowania na ul. Targowej (od ul. Żąbkowskiej do Al. Zielenieckiej), na których priorytety dla tramwajów będą wdrożone w ramach projektu modernizacji tej trasy tramwajowej, realizowanego przez Tramwaje Warszawskie. W obszarze analizy jest 65 skrzyżowań sygnalizacją na trasach tramwajowych (tabela 5.7). Zasięg proponowanego systemu priorytetów przedstawia rys. 5.8.

Tabela 5.7 Skrzyżowania objęte priorytetem dla tramwajów w Wariacie W2

Numer ciągu	Ciąg ulicy	Od skrzyżowania	Do skrzyżowania	Liczba skrzyżowań
1	Grójecka	Banacha	Niemcewicza	5
2	Banacha	Pawińskiego	-	1
3	Marszałkowska	Litewska	Żurawia	8
4	Marszałkowska	Świętokrzyska	Pl. Bankowy	3
5	Nowowiejska	Waryńskiego	-	1
6	Al. Solidarności	Pl. Bankowy	Bielańska	3
7	Andersa	Anielewicza	Muranowska	3
8	Słomińskiego	Dw. Gdański	Międzyparkowa	3
9	Al. Waszyngtona	Saska	Grenadierów	5
10	Grochowska	Lubelska	Kaleńska	7
11	Grochowska	Garwolińska	Kwatery Głównej	5
12	Al. Solidarności	Sierakowskiego	Pl. Wileński	3
13	11 Listopada	Inżynierska	Szwedzka	4
14	Starzyńskiego	Namysłowska	-	1
15	Jagiellońska	Ratuszowa	FSO	6
16	Odrowąża	Rondo Żaba	Budowlana	4
17	Rembielińska	Budowlana	Bazylińska	3
Razem				65



Rys. 5.8 Ciągi skrzyżowań objęte priorytetem dla tramwajów w Wariacie W2

Podobnie, jak w ZSZR zrealizowanym w Etapie 1, podsystem umożliwi realizację priorytetu warunkowego, zależnie od wielkości opóźnienia tramwaju względem aktualnego rozkładu jazdy. Realizacja priorytetu będzie polegała na zmianie programu lub planu sygnalizacji i będzie zależeć od obciążenia ruchem skrzyżowania w momencie detekcji tramwaju. Ewentualne zastosowanie priorytetu bezwarunkowego na wybranych skrzyżowaniach musi zostać poprzedzone wykonaniem analiz ruchowych (mikrosymulacji ruchu) i analizy konsekwencji wprowadzenia takiego rozwiązania.

Podsystem ten będzie bazował na następujących urządzeniach:

1. Urządzenia nadawcze w tramwajach, których zadaniem będzie przygotowanie telegramów i wysyłanie ich do sterowników sygnalizacji świetlnej. W ten sposób sterownik będzie otrzymywać z komputera pokładowego dane o osiągnięciu przez tramwaj punktu zgłoszeniowego oraz o opóźnieniu/przyspieszeniu względem rozkładu jazdy. W

przypadku przystanków położonych na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną urządzenie nadawcze będzie przekazywało sygnał otwarcia lub zamknięcia drzwi tramwaju. W przypadku wykorzystania sygnału otwarcia drzwi na przystankach najbardziej obciążonych wymianą pasażerów niezbędne może być zbadanie przeciętnego czasu wymiany z uwzględnieniem pory dnia, dnia tygodnia i miesiąca. Należy także zapewnić sprzętową kompatybilność i funkcjonalną zgodność z urządzeniami nadawczymi zastosowanym w Etapie 1 realizacji ZSZR.

2. Dodatkowe pętle indukcyjne lub inne detektory w/nad torowiskiem. W odległości ok. 100 metrów przed skrzyżowaniem z sygnalizacją świetlną (lista skrzyżowań w tabeli 5.4) oraz w bezpośredniej bliskości skrzyżowania zostaną zamontowane detektory zwiększające niezawodność podsystemu. Ich zadaniem będzie wykrycie tramwaju na każdym kierunku jazdy. Detektory zostaną podłączone bezpośrednio do sterownika sygnalizacji świetlnej. Dokładna lokalizacja tych detektorów zostanie ustalona w projekcie organizacji ruchu dla skrzyżowania.
3. Urządzenia odbiorcze w sterownikach sygnalizacji świetlnej. Do każdego sterownika sygnalizacji świetlnej z listy w tabeli 5.7 zostanie podłączony odbiornik telegramów wysłanych przez urządzenia nadawcze zamontowane w tramwajach. Komunikaty o obsłudze telegramu przez sterownik będą wysyłane do CZR za pośrednictwem podsystemu łączności. Sterownik będzie także realizował funkcję wykrywania awarii urządzenia nadawczego i detektora, o którym mowa powyżej. W przypadku braku jednoczesnego zgłoszenia od któregośkolwiek z tych urządzeń, sterownik przekaze poprzez podsystem łączności odpowiednią informację do CZR umożliwiając służbom serwisowym podjęcie działań. W ten sposób wykrywane będą:
 - kursowanie tramwaju bez urządzenia nadawczego lub awaria urządzenia nadawczego (nie nadawanie sygnału),
 - wysłanie błędnego identyfikatora punktu zgłoszeniowego lub niewysłanie takiego identyfikatora, wynikające z błędów systemu GPS,
 - awaria detektora.

Należy podkreślić, że dla zapewnienia odpowiedniej jakości pracy podczas eksploatacji podsystemu priorytetów konieczna będzie każdorazowa kontrola poprawności pracy urządzenia nadawczego przed wyjazdem tramwaju na trasę a także kontrola odbiornika w sterowniku podczas przeglądów serwisowych oraz zdalnie, z CZR.

Liczbę pociągów tramwajowych, w których zostaną zamontowane urządzenia nadawcze po konsultacjach z Tramwajami Warszawskimi ustala się na 100, po uwzględnieniu że:

- 160 pociągów tramwajowych zostało wyposażonych w urządzenia nadawcze w ramach realizacji Etapu 1 ZSZR,
- 30 pociągów tramwajowych jest planowanych do wyposażenia w urządzenia nadawcze w ramach realizacji remontu torowiska na Trasie WZ i Mostu Śląsko-Dąbrowskiego,

- 30 pociągów tramwajowych będzie wyposażonych w urządzenia nadawcze w ramach realizacji planowego remontu torowiska na trasie Targowa/Zieleniecka.

6. Analiza aspektów technicznych, ekonomiczno-społecznych oraz finansowych rozwoju ZSZR

6.1. Aspekty techniczne

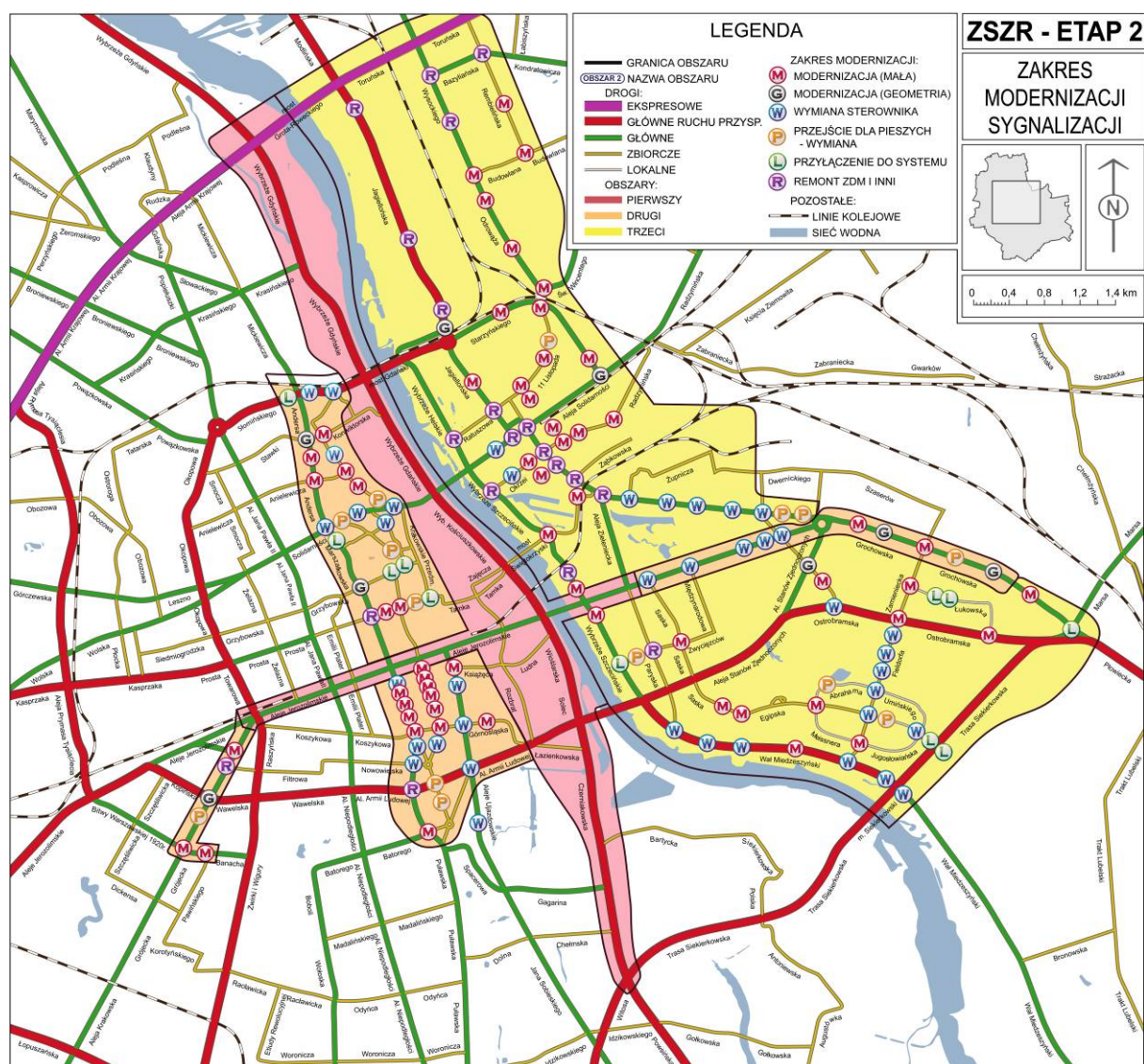
6.1.1. Zakres modernizacji skrzyżowań

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji skrzyżowań oraz konsultacji w ZDM i BDiK, proponuje się podział skrzyżowań na 6 kategorii, biorąc pod uwagę zakres modernizacji:

- Mała modernizacja (M) – polegająca na wymianie urządzeń sygnalizacji, instalacji detektorów ruchu, dostosowaniu skrzyżowania do potrzeb osób niepełnosprawnych oraz niezbędnych zmianach organizacji ruchu.
- Modernizacja ze zmianą geometrii (G) – polega na wymianie urządzeń sygnalizacji, dostosowaniu skrzyżowania do potrzeb osób niepełnosprawnych oraz niezbędnych zmianach geometrii (np. wydzielenie lub wydłużenie pasów dla relacji skrętnych) i zmianach organizacji ruchu.
- Wymiana urządzeń (W) – polegająca na wymianie urządzeń sygnalizacji w celu wprowadzenia oszczędności energii oraz dostosowania do pracy w systemie.
- Modernizacja przejść dla pieszych (P) – polegająca na wymianie urządzeń sygnalizacji oraz dostosowaniu przejścia do potrzeb osób niepełnosprawnych.
- Podłączenie do Systemu (L) – operacja podłączenia do pracy w Systemie skrzyżowań, które były ostatnio modernizowane i są wyposażone w kompatybilne sterowniki.
- Podłączenie do Systemu (R) – podłączenie do pracy w Systemie skrzyżowań, które będą w najbliższym czasie remontowane/budowane przez ZDM, ZMID lub inne jednostki miejskie.

Rysunek 6.1 przedstawia obszar rozszerzenia Systemu wraz z klasyfikacją skrzyżowań według powyższych kategorii. Bardziej dokładne plany Obszarów II i III z oznaczeniem wszystkich skrzyżowań przedstawiają rysunki w Załączniku I. Pełne zestawienie skrzyżowań i przejść dla pieszych przewidzianych do włączenia do Systemu zawiera tabela 6.1. W tabeli podano także proponowany sposób podłączenia skrzyżowania do systemu (patrz tabela 5.6):

- S – podłączenie do istniejącego lub proponowanego światłowodu ZDM,
- Z – podłączenie do istniejącego światłowodu ZOSM,
- R – podłączenie przy pomocy radiolinii lub GSM/GPRS..



Rys. 6.1 Skrzyżowania włączone do systemu wraz z zakresem modernizacji

Tabela 6.1 Zakres modernizacji skrzyżowań z sygnalizacją w wariantach W1 i W2

Lp	Nazwa skrzyżowania/ przejścia dla pieszych	Kod modernizacji	Wydzielenie pasów dla skrętów	Sposób podłączenia*	Uwagi
1	Andersa-Anielewicz-Świętojerska	M	Tak	Z	
2	Andersa-Dubois-przejście	M	Nie	Z	
3	Andersa-Stawki-Muranowska	G	Tak	Z	
4	Banacha-Pawińskiego-Wolnej Wszechnicy	M	Nie	R	
5	Bonifraterska-Długa-Miodowa	M	Nie	S	
6	Bonifraterska-Franciszkańska	W	Nie	S	
7	Bonifraterska-Muranowska-Konwiktorska	M	Nie	S	
8	Bonifraterska-Świętojerska	M	Tak	S	
9	Grójecka-Banacha-Bitwy Warszawskiej 1920r	M	Tak	Z	

10	Grójecka-Częstochowska- przejście	P	Nie	Z	
11	Grójecka-Niemcewicza	M	Nie	Z	
12	Grójecka-Wawelska-Kopińska	G	Tak	Z	
13	Koszykowa-Mokotowska	W	Nie	S	
14	Królewska-Mazowiecka	L	Nie	S	
15	Królewska-Moliera-pl. Piłsudskiego	L	Nie	S	
16	Krucza-Hoża	M	Nie	S	
17	Krucza-Nowogrodzka	M	Nie	S	
18	Krucza-Piękna-Mokotowska	M	Nie	S	
19	Krucza-Wilcza	M	Nie	S	
20	Krucza-Wspólna	M	Nie	S	
21	Krucza-Żurawia	M	Nie	S	
22	Książęca-Nowy Świat-pl. Trzech Krzyży	M	Nie	S	
23	Marszałkowska - Litewska przejście	P	Nie	S	
24	Marszałkowska - Trasa Ł przejście	P	Nie	S	
25	Marszałkowska-Hoża	M	Nie	Z	
26	Marszałkowska-Królewska	G	Tak	Z	
27	Marszałkowska-Piękna, pl. Konstytucji	M	Nie	Z	
28	Marszałkowska-Świętokrzyska	R		Z	Remont Metro
29	Marszałkowska-Wilcza	M	Nie	Z	
30	Marszałkowska-Wspólna	M	Tak	Z	
31	Marszałkowska-Żurawia	W	Nie	Z	
32	Miodowa-Kapitulna- przejście	P	Nie	S	
33	Miodowa-Senatorska	W	Nie	S	
34	Piękna-Wiejska	M	Nie	S	
35	pl. Bankowy-przejście	L	Nie	Z	
36	pl. na Rozdrożu	W	Nie	Z	
37	pl. Narutowicza-Grójecka	R	Tak	Z	Remont ZDM
38	r. Jazdy Polskiej-Waryńskiego-Armii Ludowej	R	Nie	Z	
39	Senatorska-Moliera	W	Nie	S	
40	Słomińskiego - Dw. Gdański	L		S	
41	Słomińskiego - Międzyparkowa	W		S	
42	Słomińskiego-Bonifraterska	W		S	
43	Solidarności-Andersa-pl. Bankowy	W	Nie	Z	
44	Solidarności-zawrotka	W	Nie	S	
45	Solidarności-Bieleńska-przejście	P	Nie	S	
46	Świętokrzyska-Czackiego-przejście	P	Nie	S	
47	Świętokrzyska-Jasna-pl. Powstańców W-wy	M	Nie	S	
48	Świętokrzyska-Mazowiecka	M	Nie	S	

49	Świętokrzyska-Nowy Świat	L	Nie	S	
50	Ujazdowskie-Bagatela	W	Nie	S	
51	Ujazdowskie-Hoża-Mokotowska	W	Nie	S	
52	Ujazdowskie-Piękna	W	Nie	S	
53	Waryńskiego - Batorego	M	Nie	Z	
54	Waryńskiego-Nowowiejska	W	Tak	Z	
55	Waryńskiego-Śniadeckich	W	Nie	Z	
56	Wierzbowa-przejście	P	Nie	S	
57	11 Listopada-Szwedzka	M	Nie	Z	
58	11-Listopada-Bródnowska-przejście	P	Nie	Z	Nowe przejście
59	11-Listopada-Kowieńska	M	Nie	Z	
60	Abrahama przejście	P	Nie	Z	
61	Afrykańska-Egipska	M	Nie	Z	
62	Al. Solidarności-Sierakowskiego	W	Nie	S	
63	Al. Solidarności-Szwedzka	G	Tak	S	
64	Al. Stanów Zjednoczonych-Grenadierów	G	Tak	Z	
65	Białostocka-Brzeska	M	Nie	S	
66	Bora Komorowskiego - Kwiatkowskiego- przejście	P	Nie	S	
67	Bora Komorowskiego - Trasa Siekierkowska	L	Nie	S	
68	Bora Komorowskiego-Abrahama-Meisnera	M	Nie	S	
69	Bora Komorowskiego-Umińskiego- Jugosłowiańska	W	Nie	S	
70	Bora Komorowskiego-wyjazd z pętli	L	Nie	S	
71	Egipska-Ateńska-Saska	M	Nie	R	
72	Fieldorfa - Nowaka Jeziorańskiego	W	Nie	Z	
73	Fieldorfa - Umińskiego - Abrahama	W	Nie	Z	ZDM
74	Fieldorfa-Bora Komorowskiego	W	Nie	S	
75	Fieldorfa-Bukowskiego-Okulickiego	W	Tak	Z	Remont ZDM
76	Fieldorfa-Jugosłowiańska-Meisnera	M	Nie	S	
77	Fieldorfa-Perkuna	W	Nie	Z	
78	Grenadierów-Majdańska	M	Nie	Z	
79	Grochowska-Bliska	W	Nie	S	
80	Grochowska-Garwolińska	M	Nie	Z	
81	Grochowska-Gocławska	W	Nie	S	
82	Grochowska-Jubilerska-REAL	M	Tak	Z	
83	Grochowska-Kaleńska-przejście	P	Nie	S	
84	Grochowska-Kickiego-przejście	P	Nie	S	
85	Grochowska-Lubelska	W	Nie	S	
86	Grochowska-Podolska-Kwatery Głównej	G	Tak	Z	

87	Grochowska-Podskarbińska	W	Nie	S	
88	Grochowska-Terespolska	W	Nie	S	
89	Grochowska-Wspólna Droga	G	Nie	Z	
90	Grochowska-Zamieniecka-Plac Szembeka	M	Nie	Z	
91	Grochowska-Żółkiewskiego-przejście	P	Nie	Z	
92	Jagiellońska -Golędzinowska	R	Tak	Z	Nowe skrzyżowanie
93	Jagiellońska-Droga Objazdowa-(Wybrz. Helskie)	G	Nie	Z	
94	Jagiellońska-FSO	R	Nie	Z	Remont ZMID
95	Jagiellońska-Kępna	M	Nie	S	
96	Jagiellońska-Kłopotowskiego-Okrzei	M	Tak	S	
97	Jagiellońska-Plac Hallera	M	Nie	Z	
98	Jagiellońska-Pożarowa-Platerówek	R	Nie	Z	Remont ZMID
99	Jagiellońska-Ratuszowa	R	Nie	Z	Remont ZMID
100	Jagiellońska-Solidarności	R	Tak	S	Nowe skrzyżowanie
101	Kondratowicza-Rembielińska-Bazylińska	R	Nie	Z	Remont ZDM
102	Łukowska - Osiecka	L	Nie	R	
103	Łukowska - Tarnowiecka	L	Nie	R	
104	Odrowąża-Pożarowa	M	Nie	Z	
105	Odrowąża-Staniewicka	M	Nie	Z	
106	Odrowąża-Św. Wincentego-Rondo Żaba	M	Nie	Z	
107	Odrowąża-Wysockiego-Budowlana	M	Nie	Z	
108	Ostrobramska-Fieldorfa-Zamieniecka	M	Tak	Z	
109	Ostrobramska-Polygonowa-Grenadierów	W	Nie	Z	
110	Ostrobramska-Rodziejewiczówny	M	Nie	R	
111	Płowiecka-Marsa-Ostrobramska	L	Tak	S	
112	Ratuszowa-Inżynierska-Dąbrowszczaków	M	Nie	Z	
113	Rembielińska-Bartnicza-Wyszogrodzka	M	Nie	R	
114	Rembielińska-Budowlana	M	Nie	R	
115	Sierakowskiego-Kłopotowskiego	W	Nie	S	
116	Sokoła - Zamoyskiego	M	Nie	S	
117	Stalowa-11 Listopada-Inżynierska	M	Nie	Z	
118	Stalowa-Szwedzka	M	Nie	S	
119	Starzyńskiego-Namysłowska	M	Nie	R	
120	Targowa-Al. Solidarności-Wileńska	R	Tak	S	Remont Metro
121	Targowa-Al. Zieleniecka-Zamoyskiego	R	Nie	S	Remont Tramwaje
122	Targowa-Kijowska	R	Nie	S	Remont Tramwaje

123	Targowa-przejście przy Oazie	R	Nie	S	Remont Tramwaje
124	Targowa-Ząbkowska-Okrzei	R	Nie	S	Remont Tramwaje
125	Wał Miedzeszyński - przejście Ośrodek Cora	M	Nie	S	
126	Wał Miedzeszyński-Afrykańska	W	Nie	S	
127	Wał Miedzeszyński-Ateńska	W	Nie	S	
128	Wał Miedzeszyński-Fieldorfa	W	Nie	S	
129	Wał Miedzeszyński-M.Poniatowskiego-łącznica Pd	M	Nie	S	
130	Wał Miedzeszyński-M.Poniatowskiego-łącznica Pn	M	Nie	S	
131	Wał Miedzeszyński-Tr.Siekierkowska-łącznica Pd	W	Nie	S	
132	Wał Miedzeszyński-Tr.Siekierkowska-łącznica Pn	W	Nie	S	
133	Wał Miedzeszyński-Wersalska	W	Nie	S	
134	Wał Miedzeszyński-Zwycięzców	L	Nie	S	
135	Waszyngtona-Grenadierów	W	Nie	Z	
136	Waszyngtona-Kinowa	W	Nie	Z	
137	Waszyngtona-Międzyborska	W	Nie	Z	
138	Waszyngtona-Międzynarodowa	W	Nie	Z	
139	Waszyngtona-Saska	W	Nie	S	
140	Wybrzeże Helskie-Ratuszowa	R	Nie	S	Remont ZDM
141	Wybrzeże Szczecińskie-Kłopotowskiego-Okrzei	R	Nie	S	Remont ZDM
142	Wybrzeże Szczecińskie-Most Świętokrzyski	M	Nie	S	
143	Wybrzeże Szczecińskie-Stadion Narodowy- przejście	R	Tak	S	Nowe przejście
144	Wysockiego - Bartnicza	R	Tak	Z	Remont ZDM
145	Wysockiego - Bazyliańska	R	Tak	Z	Remont ZDM
146	Ząbkowska-Brzeska	M	Nie	S	
147	Ząbkowska-Markowska	M	Nie	S	
148	Ząbkowska-Radzywińska-Kawęczyńska	M	Nie	S	
149	Zamieniecka-Lukowska	M	Nie	R	
150	Zwycięzców-Francuska-Paryska	R	Nie	Z	Remont ZMID
151	Zwycięzców-Katowicka-przejście	P	Nie	S	
152	Zwycięzców-Saska	M	Nie	Z	

* S = nowy światłowód ZDM

Z = światłowód ZOSM

R = radiolinia

6.1.2. Wymagania podsystemu łączności

Praktyczna realizacja propozycji wykorzystania sieci ZOSM wymaga spełnienia szeregu warunków. W szczególności, aby umożliwić transmisję z punktów dostępowych ZOSM na skrzyżowaniach do Centrum ZR na ul. Chmielnej, wymagana jest instalacja modemów i przełączników światłowodowych w Centrach Oglądowych ZOSM. W tabeli 6.2 zestawiono liczby i typy urządzeń, niezbędne do zapewnienia łączności.

Tabela 6.2 Urządzenia umożliwiające wykorzystanie sieci ZOSM

Lp	Centrum Oglądowe	Lokalizacja	Liczba podłączonych punktów kamerowych	Typ przełącznika światłowodowego
1.	CO1	KSP (Śródmieście)	16	24xFX
2.	CO2	KRP II (Mokotów)	1	8xFX
3.	CO3	KRP III (Ochota)	5	8xFX
4.	CO6	KRP VI (Praga Płn.)	7	8xFX
5.	CO7	KRP VI (Praga Płd.)	34	48xFX (2*24xFX)
Razem			63	

Uwagi:

1. CO - Centrum Oglądowe ZOSM w KRP
2. KRP - Komenda Rejonowa Policji
3. KSP - Komenda Stołeczna Policji. Jest tam punkt styku z siecią łączącą ZOSM i Centrum Oglądowe dla Śródmieścia
4. komplet modemów – np. Teleste CFO 321
5. przełącznik (*switch*) 8xFX – np. 3COM 5500G-EI - 8xSFP, SNMP, VLAN, warstwa 2
6. przełącznik (*switch*) 24xFX – np. 3COM 5500-EI 28-Port FX (24xSFP, 2xGigabit SFP, 2x10-100-1000), SNMP v.3, VLAN, QoS, warstwy 2, 3,4

Zarządzanie tak zbudowaną siecią teletransmisji danych powinno zostać powierzone Biuro Informatyki i Przetwarzania Informacji Urzędu (BliPI) lub ZOSM. Do celów wspomagania zarządzania przewiduje się zastosowanie pakietów oprogramowania, które są obecnie eksploatowane w BliPI.

Jako alternatywę do budowy sieci łączności przedstawionej w punkcie 5.3.6, należy rozważyć możliwość dostarczenia usług teletransmisyjnych przez Biuro Informatyki i Przetwarzania Informacji Urzędu m.st. Warszawy. Możliwość taka powinna być sprawdzona na dalszym etapie prac projektowych.

6.1.3. Podsystem priorytetu dla tramwajów

Jak wspomniano w punkcie 5.4.2, należy zapewnić sprzętową i funkcjonalną kompatybilność podsystemu z rozwiązaniami zastosowanymi w Etapie 1 realizacji ZSZR. Podsystem priorytetu dla tramwajów będzie bazował na czterech elementach:

1. Urządzenia nadawcze w tramwajach,
2. Dodatkowe pętle indukcyjne lub inne detektory w/nad torowiskiem,
3. Urządzenia odbiorcze w sterownikach sygnalizacji świetlnej,
4. Dziennik transportu zbiorowego (DTZ) i archiwum DTZ w CZR oraz narzędzie do analizy tych danych dostępne w Systemie zbudowanym w Etapie 1.

Ad. 1 Poprzez urządzenie nadawcze sterownik sygnalizacji świetlnej będzie dokonywał detekcji i identyfikacji tramwaju oraz otrzymywał informacje o zgodności kursu z rozkładem jazdy. Urządzenie nadawcze w tramwajach będzie otrzymywać z komputera pokładowego systemu SNRT2000 dane o osiągnięciu przez tramwaj punktu zgłoszeniowego oraz o opóźnieniu/przyspieszeniu względem rozkładu jazdy. Zadaniem urządzenia nadawczego będzie niezwłoczne przygotowanie telegramu w formacie VDV- R09.16 i wysłanie go do sterownika sygnalizacji świetlnej. Urządzenie nadawcze będzie pracowało w częstotliwości 448,5MHz. Wykonawca zapewni prawidłową detekcję wszystkich pociągów tramwajowych wyposażonych w urządzenia nadawcze na obszarze całego Systemu. Wykonawca przedstawi do akceptacji Zamawiającego listę punktów zgłoszeniowych.

Ad. 2 W odległości ok. 100 metrów przed skrzyżowaniem z sygnalizacją świetlną (lista skrzyżowań w tabeli nr 5.7) oraz w bezpośredniej bliskości skrzyżowania należy zamontować detektory zwiększające niezawodność podsystemu. Ich zadaniem będzie wykrycie tramwaju na każdym kierunku jazdy. Detektory zostaną podłączone do sterownika sygnalizacji świetlnej. Detektorami mogą być:

- pętle indukcyjne w kasetach zamontowane w torowisku,
- detektory naciskowe (tensometryczne), zamontowane w torowisku,
- kamery.

Sterownik będzie potwierdzał detekcję tramwaju sygnałem świetlnym w sposób czytelny dla motorniczego.

Ad. 3 Do każdego sterownika sygnalizacji świetlnej zostanie podłączony odbiornik telegramów wysłanych przez urządzenia nadawcze zamontowane w tramwajach. Sterownik będzie potwierdzał otrzymanie telegramu sygnałem świetlnym w sposób czytelny dla motorniczego. Komunikaty o obsłudze telegramu przez sterownik będą wysyłane do CZR za pośrednictwem podsystemu łączności i protokołu OCIT 1.1. Opis formatu komunikatu jest w dyspozycji ZDM.

Ad. 4 Wszystkie komunikaty napływające ze sterowników dotyczące priorytetów zostaną umieszczone w pliku dziennika transportu zbiorowego (DTZ). W DTZ aktualnie gromadzone są komunikaty o obsłudze telegramów przez sterowniki włączone do Systemu w Etapie 1.

Dane w DTZ są przechowywane w formacie tekstowym. Oprogramowanie Systemu zrealizowanego w Etapie 1 zapewnia narzędzia do analizy danych gromadzonych w DTZ.

6.1.4. Bezpieczeństwo Systemu

Jak podkreślono w opracowaniu [4], Zintegrowany System Zarządzania Ruchem zbiera, przetwarza, przechowuje i dystrybuje dane, które mają znaczenie strategiczne w zarządzaniu i sterowaniu ruchem w mieście. Są to m.in. dane ruchowe, dane z kamer przemysłowych, pogodowe i środowiskowe. Ze względu na rolę jaką pełni ZSZR w mieście Warszawa, jednym z kluczowych zadań przy rozszerzeniu ZSZR jest wprowadzenie systemu zarządzania bezpieczeństwem informacji (SZBI). W celu zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa należy opracować dokument „Polityka Bezpieczeństwa Informacji” (PBI), który określi, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, normami i regulacjami wewnętrznymi, zasady bezpiecznego zarządzania informacją. W skład PBI wchodzi m.in. definicje ogólnych i szczegółowych obowiązków w odniesieniu do zarządzania bezpieczeństwem informacji, klasyfikacja informacji (z uwzględnieniem ich wartości, wymagań prawnych i krytyczności dla ZSZR), konsekwencje naruszenia PBI (jasne zdefiniowanie obszarów i odpowiedzialności, co sprowadza się do opracowania procedur, które określają, kto i kiedy ma dostęp do danych elementów systemu lub innych jednostek jak np. Policja czy Straż Pożarna oraz jak powinny być zgłaszane występujące incydenty), określenie ryzyka związanego z dostępem stron zewnętrznych (bezpieczeństwo zasobów ludzkich), zasady korzystania z poczty elektronicznej, Internetu i urządzeń przenośnych. Celem nadrzędnym opracowania Polityki Bezpieczeństwa Informacji jest zapewnienie możliwości prawidłowego działania z ryzykiem ograniczonym do minimum.

W opracowaniu Polityki Bezpieczeństwa Informacji należy brać pod uwagę Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 11 października 2005 r. w sprawie minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych. Stwierdzono tam między innymi:

§3.1 „Podmiot publiczny opracowuje, modyfikuje w zależności od potrzeb oraz wdraża politykę bezpieczeństwa dla systemów teleinformatycznych używanych przez ten podmiot do realizacji zadań publicznych” oraz „przy opracowaniu polityki bezpieczeństwa (...), podmiot publiczny powinien uwzględniać postanowienia Polskich Norm z zakresu bezpieczeństwa informacji.”

Na podstawie Regulaminu Organizacyjnego Urzędu m.st. Warszawy i Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie można stwierdzić, że jednostką organizacyjną w zakresie opracowania Polityki Bezpieczeństwa Informacji powinno być Biuro Ochrony Urzędu lub Wydział Informatyki ZDM. Obowiązki Biura Ochrony obejmują m.in. realizację „zadań administratora bezpieczeństwa informacji oraz zadań administratora bezpieczeństwa systemów informatycznych w Urzędzie.”

6.2. Aspekty ekonomiczno-społeczne

6.2.1. Korzyści z realizacji projektu

Realizacja projektu przyniesie wielorakie korzyści ekonomiczno-społeczne. Można tu wymienić następujące aspekty:

- Oszczędności czasu podróży dla pasażerów transportu publicznego i indywidualnego wynikające z koordynacji sygnalizacji oraz uprzywilejowania w ruchu tramwajów na skrzyżowaniach z sygnalizacją;
- Poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- Zmniejszenie zużycia energii poprzez redukcję czasu podróży i zmniejszenie liczby zatrzymań na skrzyżowaniach;
- Zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza dzięki redukcji zużycia energii i upłynnieniu ruchu;
- Przystosowanie skrzyżowań i przejść dla pieszych z sygnalizacją do potrzeb osób niepełnosprawnych.

Korzyści z wprowadzenia optymalizacji sterowania obszarowego sygnalizacją w miastach są udokumentowane na podstawie wielu studiów zagranicznych, co przedstawia tabela 6.3.

Tabela 6.3 Korzyści z wprowadzenia obszarowego sterowania ruchem

Miasto	Redukcja czasów przejazdu %
Southampton	18.0
Tuluza	10.0
Los Angeles	18.0
Kolonia	8.0
Toronto	8.0
Średnio	12.4

Korzyści dla najliczniejszej grupy użytkowników, czyli pasażerów transportu publicznego, stwarza priorytetowe traktowanie na skrzyżowaniach z sygnalizacją pojazdów TP czyli tramwajów i autobusów. Korzyści z takiego rozwiązania są udokumentowane na podstawie wielu opracowań zagranicznych, co przedstawia tabela 6.4.

Redukcja czasów przejazdu pojazdów transportu indywidualnego i publicznego pokazana w tabelach 6.3 i 6.4 spowodowana jest głównie przez zmniejszenie liczby zatrzymań i strat czasu na skrzyżowaniach z sygnalizacją włączonych do systemu obszarowego sterowania ruchem. Redukcja ta daje konkretne korzyści ekonomiczne, wyrażone przez oszczędności czasu podróży w skali miasta. Naturalną konsekwencją redukcji czasów przejazdu jest też zmniejszenie zużycia energii, a co za tym idzie także zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza dzięki redukcji emisji spalin.

Tabela 6.4 Korzyści z wprowadzenia priorytetu dla pojazdów TP na skrzyżowaniach

Miasto	Redukcja czasów przejazdu %	Zakres redukcji czasów przejazdu %
Cardiff	11.0	
Monachium	14.0	
Glasgow	10.0	
London	8.0	
Turyń	14.0	
Ateny	15.5	12-19
Goeteborg	15.0	
Tuluza	7.5	5-10
Sapporo	6.0	
Lyon	12.5	11-14
Melbourne	8.0	6-10
Średnio	11.0	

6.2.2. Poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego

Jak wykazano w rozdziale 3, wprowadzenie zarządzania ruchem w Etapie 1 przyniosło wymierne korzyści jeśli chodzi o poprawę BRD. Na przestrzeni lat 2004-2009 liczba wypadków i kolizji oraz wszystkich poszkodowanych w nich osób malała w całej Warszawie. Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 6.5 można jednak zauważyć, iż w roku 2009 po wprowadzeniu ZSZR w Obszarze I, w każdym przypadku, spadki w stosunku do średniej z lat 2004-2008, były tam większe niż w Obszarze II + III. Wyraża to współczynnik redukcji (stosunek zdarzeń w roku 2009 do średniej z lat 2004-08), którego wszystkie wartości w tabeli 6.5 są niższe dla Obszaru I niż dla Obszarów II i III.

Tabela 6.5 Wskaźniki poprawy BRD po wprowadzeniu ZSZR

Obszar	Wskaźnik	Wypadki	Zabici	Ranni	Kolizje
I	Średnia z lat 2004-08	111,8	9,0	150,4	189,8
	Liczba w roku 2009	55,0	5,0	58,0	163,0
	Współczynnik redukcji w 2009	0,492	0,556	0,386	0,859
II + III	Średnia z lat 2004-08	327,6	22,8	404,4	496,0
	Liczba w roku 2009	183,0	18,0	217,0	479,0
	Współczynnik redukcji w 2009	0,559	0,789	0,537	0,966
I	Współczynnik dodatkowej redukcji ze względu na ZSZR	0,881	0,760	0,719	0,889
	Obserwowany procent dodatkowej redukcji	11,9%	24,0%	28,1%	11,1%
II + III	Założona redukcja dla W1-W2	4,0%	8,0%	9,4%	3,7%

Chociaż okres po wprowadzeniu w życie ZSZR w Obszarze I (1 rok) jest zbyt krótki, aby przeprowadzić wnioskowanie statystyczne, przedstawione dane wskazują jednoznacznie na pozytywny wpływ zarządzania ruchem i monitoringu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. Efekt ten można wyrazić stosunkiem współczynników redukcji liczby zdarzeń dla Obszarów I oraz II+III. Te „współczynniki dodatkowej redukcji ze względu na ZSZR”, pokazane w tabeli 6.5, mieszczą się w granicach 0,719 – 0,889, co sugeruje że dzięki ZSZR było o 12% mniej wypadków, o 24% mniej zabitych, o 28% mniej rannych i o 11% mniej kolizji. Wartości te wykorzystano w prognozie liczby zdarzeń i liczby ofiar na lata 2015-2024, jednakże przyjęto ostrożne założenie, że długotrwały efekt zarządzania ruchem będzie równy jedynie 1/3 wielkości zaobserwowanych w roku 2009. Tak więc prognozę dla wariantu W1 i W2 obliczono przy założeniu redukcji w stosunku do wariantu W0 o następujące wielkości: 4% wypadków, 8% zabitych, 9,4% rannych i 3,7% kolizji.

Ponieważ liczba kolizji, wypadków oraz ich ofiar ma ogólną tendencję spadkową, do prognozy ich przyszłej liczby wykorzystano następujący model wykładniczy:

$$Y_n = Y_0 (1 + r)^n$$

gdzie:

Y_n = liczba zdarzeń/ofiar wypadków w roku n

Y_0 = liczba zdarzeń/ofiar w roku bazowym (rok 2007)

r = średnioroczny procentowy spadek zdarzeń/ofiar na terenie Warszawy (2005-2009)

n = liczba lat od roku bazowego 2007

Model powyższy zakłada stały trend spadkowy liczby zdarzeń i ofiar, wyrażający się stałym procentowym spadkiem z roku na rok. Tabela 6.6 przedstawia parametry modeli i wyniki prognozy liczby wypadków, zabitych, rannych i kolizji na lata 2015-2024. Założono że korzyści z rozszerzenia Systemu urzeczywistnią się począwszy od roku 2015 (pierwszy rok po zakończeniu rozbudowy). Jako parametry r czterech modeli przyjęto wartości średnie dla całej Warszawy z lat 2005-2009. Rok bazowy to 2007 czyli środek tego 5-cio letniego okresu. Jako wartości Y_0 przyjęto średnie liczby wypadków, zabitych, rannych i kolizji z tego właśnie okresu dla obszaru II+III.

Rys. 6.2 przedstawia ilustrację modelu liczby zabitych w Obszarze II+III. Krzywa trendu (W0) to krzywa wykładnicza z parametrem $r = -5\%$ oraz $Y_0 = 22,6$ dla roku 2007. Krzywa dla wariantu W1 przedstawia wartości trendu, dodatkowo pomniejszone o 8% za względu na efekt ZSZR.

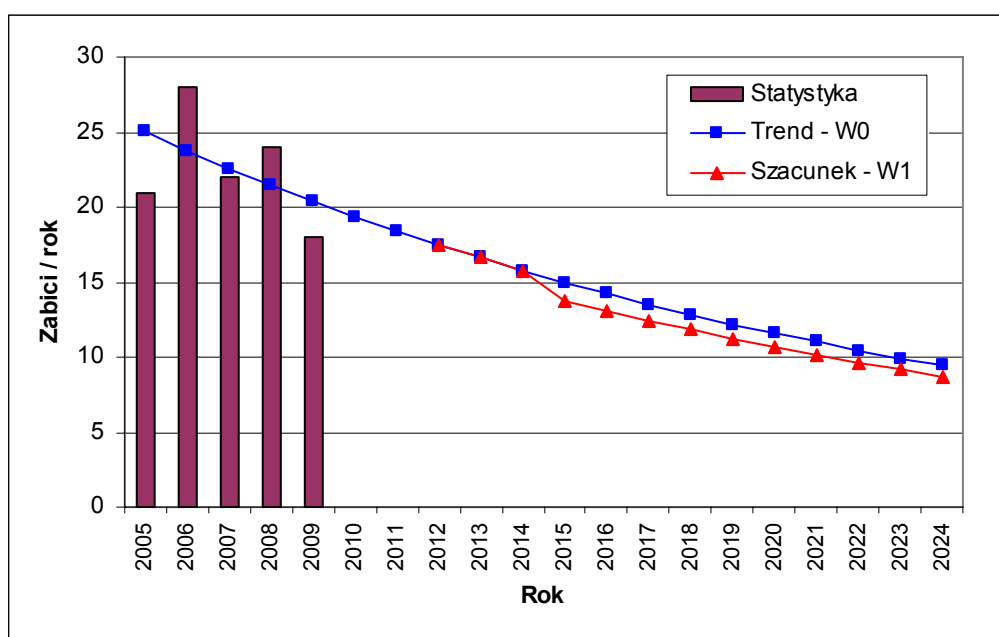
Z tabeli 6.6 wynika, że dzięki wprowadzeniu zarządzania ruchem w Obszarze II+III, w okresie dziesięcioletnim 2015-2024 można się spodziewać korzyści w postaci zmniejszenia:

- liczby wypadków o około 49,
- liczby zabitych o około 10,

- liczby rannych o około 143,
- liczby kolizji o około 121.

Tabela 6.6 Prognoza poprawy BRD w Obszarze II i III po wdrożeniu ZR

	Wypadki		Zabici		Ranni		Kolizje	
Średnioroczny spadek, r	-7,1%		-5,0%		-7,2%		-3,0%	
Wartość w roku bazowym, Y ₀	303,8		22,6		376,4		477,0	
Rok\wariant	W0	W1	W0	W1	W0	W1	W0	W1
2015	168,3	161,6	15,0	13,8	207,9	188,4	373,8	360,0
2016	156,3	150,1	14,2	13,1	193,1	175,0	362,6	349,2
2017	145,1	139,4	13,5	12,4	179,3	162,4	351,8	338,8
2018	134,8	129,5	12,8	11,8	166,4	150,8	341,2	328,6
2019	125,2	120,2	12,2	11,2	154,5	140,0	331,0	318,7
2020	116,3	111,7	11,6	10,7	143,5	130,0	321,0	309,2
2021	108,0	103,7	11,0	10,1	133,2	120,7	311,4	299,9
2022	100,3	96,3	10,5	9,6	123,7	112,1	302,1	290,9
2023	93,2	89,5	9,9	9,1	114,9	104,1	293,0	282,2
2024	86,5	83,1	9,4	8,7	106,6	96,6	284,2	273,7
Suma	1234,1	1185,0	120,2	110,6	1523,1	1380,3	3272,1	3151,3



Rys. 6.2 Prognozowany spadek liczby zabitych w Obszarze II i III

6.3. Aspekty finansowe

Wariant W0 polega na kontynuacji status quo funkcjonowania ZSZR.

Zarówno wariant W1 jak i wariant W2 jako inwestycja jest przedsięwzięciem publicznym nieprzynoszącym dochodu. Źródłami finansowania kosztów projektu będą:

- Dotacja z funduszy UE (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego) w ramach programu POIŚ (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko) – Priorytet VIII: Bezpieczeństwo transportu i krajowe sieci transportowe, Działanie 8.3: Rozwój Inteligentnych Systemów Transportu. Dotacja pozwoli sfinansować 85% kosztów kwalifikowalnych projektu.
- Środki własne ZDM. Środki te muszą wystarczyć na pokrycie 15% kosztów kwalifikowalnych projektu.

Urząd m.st. Warszawy nie planuje zaciągać kredytów na finansowanie realizacji przedsięwzięcia.

7. Etapowanie realizacji wariantów rozwoju ZSZR

Przewidywany okres realizacji inwestycji to lata 2010-2014. Okres ten podzielono umownie na 4 podokresy:

- Okres przygotowawczy (13 miesięcy) – od 09.2010 do około 09.2011 (przewidywane rozstrzygnięcie przetargu na projekt i budowę Systemu),
- Etap 2A (8 miesięcy) – od 10.2011 do 05.2012 (Mistrzostwa UEFA EURO 2012),
- Etap 2B (13 miesięcy) – od 06.2012 do 06.2013,
- Etap 2C (18 miesięcy) – od 07.2013 do 12.2014.

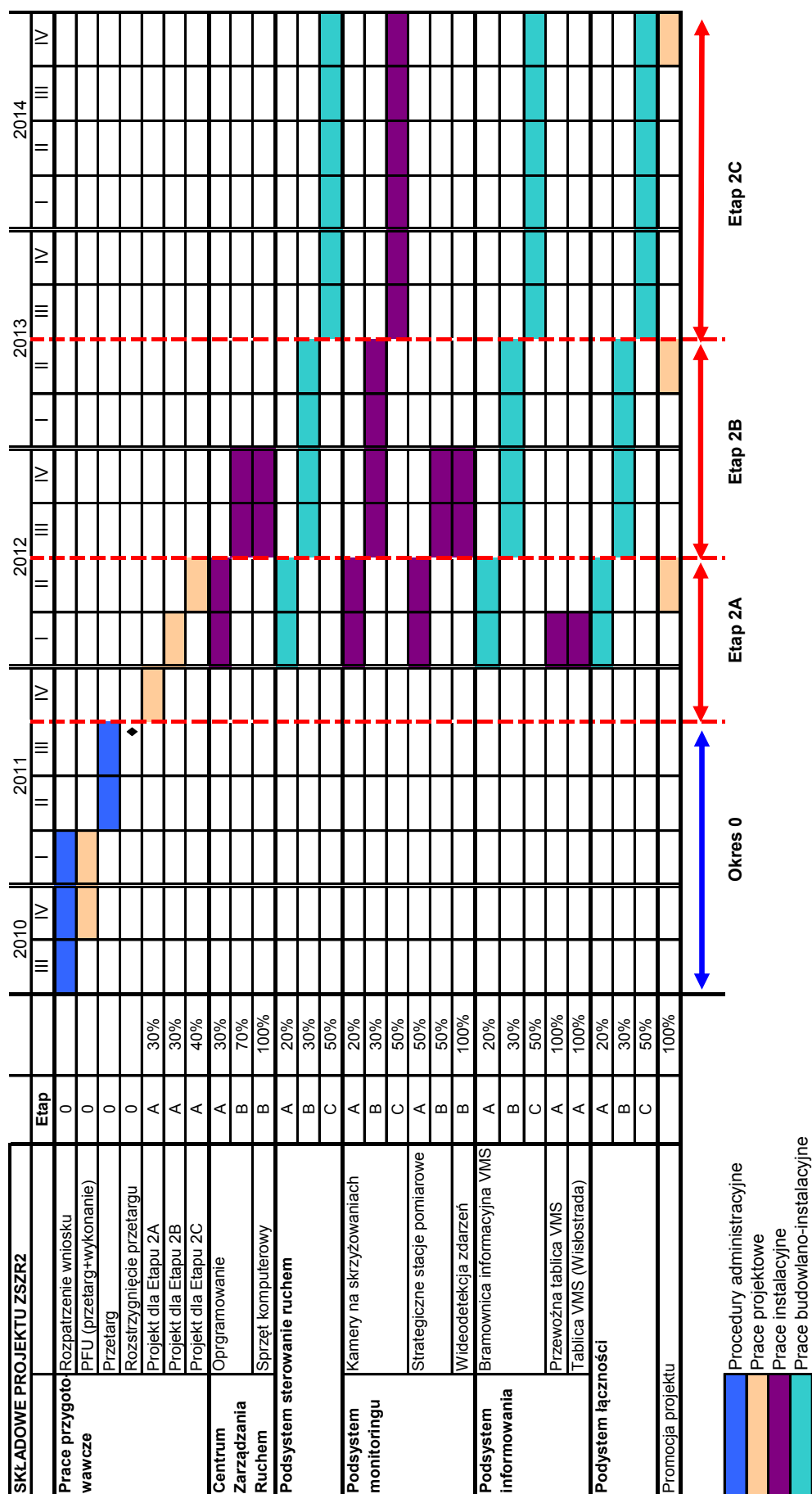
Harmonogramy realizacji projektu przedstawiają rys. 7.1 – dla wariantu W1 – oraz rys. 7.2 – dla wariantu W2.

W okresie przygotowawczym, równoległe z rozpatrywaniem wniosku o dofinansowanie w ramach programu POiŚ, powinna być opracowana specyfikacja (Program funkcjonalno-użytkowy – PFU lub szczegółowa koncepcja) do przetargu właściwego na projekt i budowę Systemu. Natychmiast po rozstrzygnięciu konkursu o dofinansowanie projektów, miasto powinno ogłosić przetarg na rozbudowę ZSZR w trybie „projektuj i buduj”.

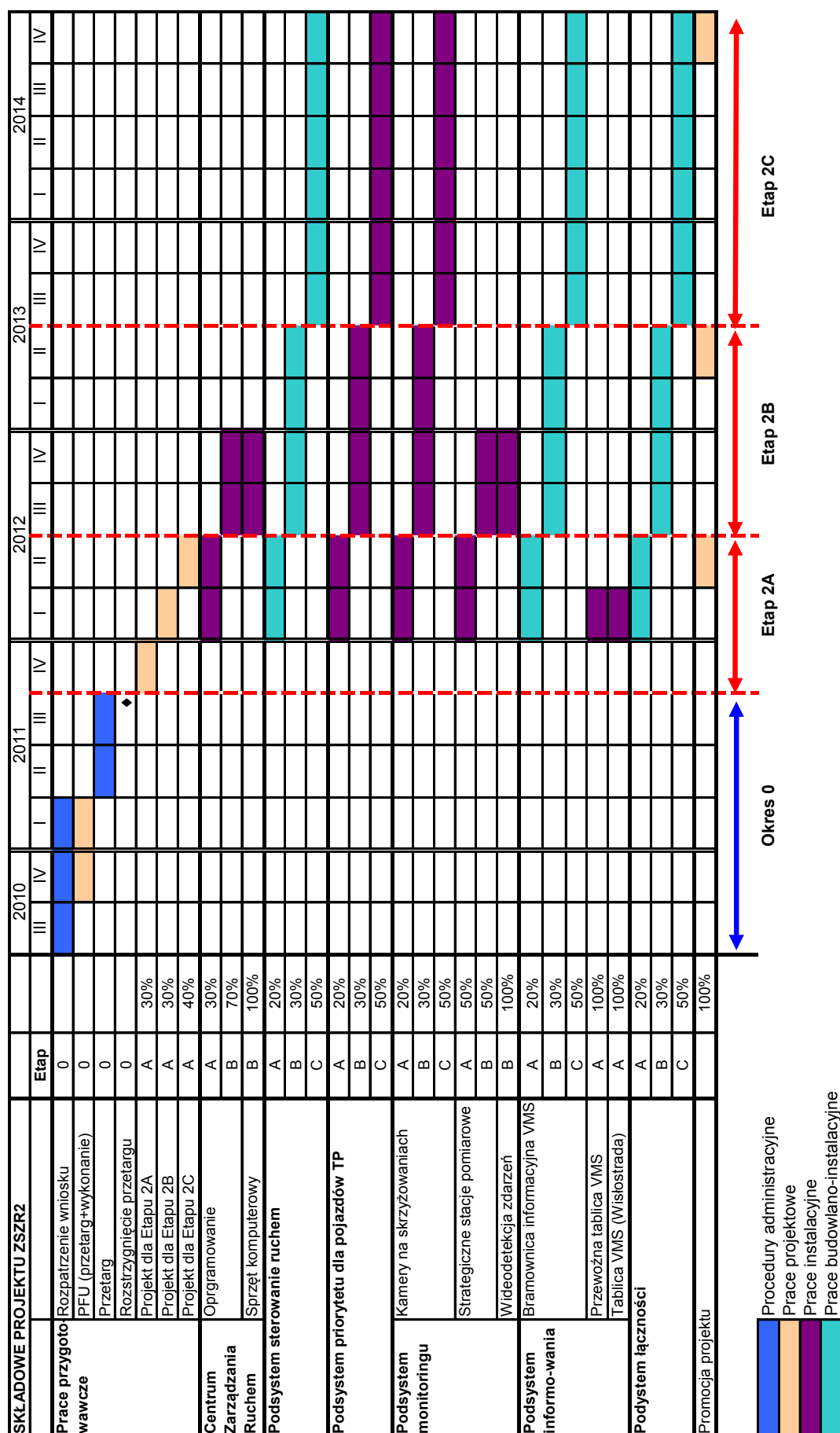
W Etapie 2A należy wykonać prace projektowe i realizację pierwszej fazy projektu tak, aby pierwsze rezultaty były widoczne przed rozpoczęciem mistrzostw UEFA EURO 2012 w czerwcu 2012. Realistycznie rzecz biorąc, wydaje się możliwe wykonanie do maja 2012 r. następujących zadań:

- utworzenie nowej, wzbogaconej strony internetowej (Nowy Portal ZSZR);
- uruchomienie i podłączenie do Systemu około połowy (~50) z planowanych telemetrycznych stacji do ciągłego pomiaru ruchu, obejmujących strategiczne punkty miasta;
- zakup i uruchomienie modelu ruchu dla całej Warszawy w celu wykonywania krótkoterminowych prognoz warunków ruchu i czasów przejazdu;
- budowa sieci światłowodowej wzdłuż Al. Zielenieckiej i ul. Targowej i podłączenie do Systemu kamer monitoringu i ewentualnie sterowników na skrzyżowaniach w okolicach Stadionu Narodowego;
- zakup i wykorzystanie przewoźnych znaków o zmiennej treści do informowania kierowców o czasowej organizacji ruchu w okolicach Stadionu Narodowego.

W Etapie 2B planuje się wykonanie i zakończenie pozostałych prac nad rozbudową systemu komputerowego w Centrum ZR – dodatkowe serwery, stanowiska operacyjne i urządzenia sieciowe oraz instalacja dodatkowego oprogramowania i uruchomienie planowanych połączeń z partnerami zewnętrznymi. W etapie tym powinny zakończyć się prace nad utworzeniem sieci strategicznych stacji pomiarowych oraz sieci urządzeń ADZ na mostach i w okolicach strategicznych węzłów na drogach klasy GP.



Rys. 7.1 Harmonogram realizacji projektu – wariant W1



Rys. 7.2 Harmonogram realizacji projektu – wariant W2

We wszystkich trzech etapach 2A, 2B i 2C planowane jest stopniowe wykonywanie następujących działań:

- rozszerzanie sieci łączności,
- modernizacja kolejnych skrzyżowań i urządzeń sygnalizacji,
- instalowanie na skrzyżowaniach kamer do monitoringu,
- instalowanie kolejnych bramownic z tablicami VMS,
- wprowadzanie priorytetu dla tramwajów (tylko w wariantcie W2).

Przewiduje się, że około 20% tych prac wykonane będzie w Etapie 2A, następne 30% w Etapie 2B, a pozostałe 50% w Etapie 2C.

8. Koszty realizacji i sposób finansowania wariantów rozwoju ZSZR

8.1. Koszty inwestycyjne

Najważniejszym elementem kosztów rozbudowy ZSZR będzie modernizacja skrzyżowań przewidzianych do włączenia do Systemu. Modernizacja taka jest niezbędna, aby umożliwić właściwe funkcjonowanie skrzyżowań w Systemie oraz ze względu na konieczność dostosowania do obowiązujących przepisów.

Tabela 8.1 przedstawia szacunkowe koszty modernizacji według kategorii zakresu robót przedstawionych w punkcie 6.1. Całkowity koszt modernizacji i podłączenia 152 skrzyżowań szacuje się na 37,2 miliona PLN netto, a średni koszt modernizacji jednego skrzyżowania to 245 tys. PLN. W dalszych obliczeniach jako podstawę przyjęto koszt średni modernizacji.

Tabela 8.1 Koszty modernizacji skrzyżowań

Kod	Zakres modernizacji	Liczba skrzyżowań	Średni koszt tys. PLN netto	Całkowity koszt tys. PLN netto
M	Mała modernizacja	59	410	24 190
G	Modernizacja ze zmianą geometrii	8	890	7 120
W	Wymiana urządzeń	40	96	3 840
P	Modernizacja przejścia dla pieszych	14	105	1 470
L/R	Tylko podłączenie do systemu	31	20	620
	Razem	152	245	37 240

Zestawienie kosztów rozbudowy ZSZR dla obu wariantów inwestycyjnych W1 i W2 przedstawia tabela 8.2. Koszty jednostkowe zostały przyjęte na podstawie danych z Etapu 1 budowy Systemu oraz podobnych inwestycji krajowych i zagranicznych. Koszty podzielono na związane z Centrum ZR (dodatkowy sprzęt i oprogramowanie) oraz nakłady na poszczególne podsystemy opisane w rozdziale 5. Łączne nakłady na sprzęt, instalacje i roboty budowlane zamykają się sumą 71,7 mln PLN netto w wariantcie W1 oraz 72,9 mln PLN w wariantcie W2. Ponadto przewidziano wydatki na prace projektowe (10% nakładów plus 1% na nadzór autorski), nieprzewidziane wydatki (10% nakładów) oraz wynagrodzenie inżyniera kontraktu (3% nakładów).

Jak widać z tabeli 8.2, koszt całkowity brutto Etapu 2 rozbudowy ZSZR zamyka się sumą 108,7 mln PLN w wariantcie W1 oraz 110,6 mln PLN w wariantcie W2.

Tabela 8.2 Koszty rozbudowy ZSZR w Etapie 2

SKŁADOWE SYSTEMU ZSZR	Liczba elementów		Cena jednostkowa	Nakłady inwestycyjne	
	W1	W2		W1	W2
	szt.	szt.	PLN netto	PLN netto	PLN netto
Centrum Zarządzania Ruchem				4 400 000	4 400 000
Dodatkowe stanowiska operacyjne [kpl]	3	3	10 000	30 000	30 000
Serwery [kpl]	1	1	600 000	600 000	600 000
Bazy i repozytoria danych [kpl]	1	1	200 000	200 000	200 000
Urządzenia sieciowe w CZR [kpl]	1	1	110 000	110 000	110 000
Moduł interfejsów danych dla zewnętrznych partnerów	1	1	500 000	500 000	500 000
System zasilania awaryjnego UPS	1	1	60 000	60 000	60 000
Model ruchu dla całej Warszawy [szt.]	1	1	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Rozbudowa funkcjonalna serwisu WWW	1	1	400 000	400 000	400 000
Oprogramowanie dodatkowe sterowania ruchem [szt.]	1	1	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Podsystem sterowanie ruchem				39 615 000	39 615 000
Modernizacja skrzyżowań	152	152	245 000	37 240 000	37 240 000
Oprogramowanie istniejących sterowników (Siemens)	15	15	25 000	375 000	375 000
Znaki o zmiennej treści [kpl]	20	20	100 000	2 000 000	2 000 000
Podsystem priorytetu dla tramwajów				0	1 210 000
Urządzenia nadawcze w tramwajach [kpl]	0	100	6 500	0	650 000
Odbiornik w sterowniku sygnalizacji [kpl]	0	65	5 600	0	364 000
Detektory w torowisku	0	140	1 400	0	196 000
Podsystem monitoringu				8 050 000	8 050 000
Kamery na skrzyżowaniach [kpl]	70	70	35 000	2 450 000	2 450 000
Strategiczne stacje pomiarowe	120	120	30 000	3 600 000	3 600 000
Urządzenie do detekcji zdarzeń ADZ [kpl]	35	35	40 000	1 400 000	1 400 000
Punkty kamerowe ARTR [kpl]	24	24	25 000	600 000	600 000
Podsystem informowania				7 300 000	7 300 000
Bramownica informacyjna VMS [kpl]	16	16	400 000	6 400 000	6 400 000
Przewoźna tablica VMS	5	5	100 000	500 000	500 000
Tablica 3xVMS (Wisłostrada)	2	2	200 000	400 000	400 000
Podsystem łączności				12 310 000	12 310 000
Łączność światłowodowa [km]	40	40	200 000	8 000 000	8 000 000
Przyłącze do sieci teletransmisyjnych [szt]	200	200	12 000	2 400 000	2 400 000
Osprzęt sieciowy w punkcie dostępowym [szt]	200	200	6 000	1 200 000	1 200 000
Radiolinie [kpl]	18	18	20 000	360 000	360 000
Osprzęt umożliwiający wykorzystanie ZOSM	1	1	350 000	350 000	350 000
RAZEM nakłady				71 675 000	72 885 000
Prace projektowe = 10% nakładów				7 167 500	7 288 500
Wydatki nieprzewidziane = 10% nakładów				7 167 500	7 288 500
Promocja projektu				250 000	250 000
Inżynier kontraktu 3%				2 150 250	2 186 550
Nadzór autorski 1%				716 750	728 850
SUMA (netto)				89 127 000	90 627 400
SUMA (brutto)				108 734 940	110 565 428

Zgodnie z harmonogramem projektu (rozdział 7), przyjęto że w roku 2011 rozstrzygnięty zostanie przetarg na projekt i budowę systemu a potem rozpocznie się jego realizacja. Przewidywany rozkład wydatków w kolejnych latach przedstawia tabela 8.3.

Tabela 8.3 Rozkład w czasie kosztów rozbudowy ZSZR

Rok	Wariant W1	Wariant W2
	PLN (z VAT)	PLN (z VAT)
2010	437 217	444 598
2011	4 586 139	5 035 191
2012	47 371 886	48 162 761
2013	28 093 599	28 385 189
2014	28 246 099	28 537 689
Razem	108 734 940	110 565 428

8.2. Koszty utrzymania i odtworzenia

Koszty utrzymania całego Systemu zostały oszacowane na podstawie kosztów jednostkowych poszczególnych komponentów zestawionych w tabeli 8.4. Podobnie jak w przypadku nakładów, jednostkowe koszty utrzymania zostały przyjęte na podstawie danych z Etapu 1 budowy ZSZR oraz realizacji porównywalnych inwestycji krajowych i zagranicznych. Tabela 8.4 podaje szacunkowe koszty netto w cenach z roku 2010.

Założono, że koszty utrzymania będą rosnąć stopniowo w okresie budowy Systemu w miarę przybywania komponentów, a potem skokowo po okresie gwarancji. Zakładając, że docelowo roczne koszty utrzymania całego Systemu to X PLN, przyjęto następującą eskalację kosztów utrzymania:

- rok 2012 – 10% X
- rok 2013 – 20% X
- rok 2014 – 30% X
- lata 2015-2016 – 30% X (okres gwarancji)
- po roku 2016 – 100% X

Jeśli chodzi o skrzyżowania, przyjęto roczne koszty utrzymania jednego skrzyżowania równe 36 tys. PLN netto przed modernizacją oraz 26 tys. PLN po modernizacji sygnalizacji świetlnej. Różnica wynika z faktu, że nowe urządzenia oparte na instalacji nisko-napięciowej oraz źródłach światła typu LED są bardziej energooszczędne oraz bardziej niezawodne. Sumaryczne koszty utrzymania dla wszystkich skrzyżowań zmieniają się co roku w zależności od tego ile skrzyżowań już zmodernizowano.

Całkowite szacunkowe koszty utrzymania części Systemu ZSZR zrealizowanej w Etapie 2 po okresie gwarancyjnym (po roku 2016) zamykają się sumą 8,182 mln PLN rocznie netto, czyli około 680 tys. PLN netto miesięcznie, co jest zgodne z szacunkami ZDM.

Tabela 8.4 Roczne koszty utrzymania oraz cykl życia elementów ZSZR

Podsystem	Element Systemu	Jednostka	Jednostkowy koszt utrzymania PLN/rok	Całkowity koszt* utrzymania PLN/rok	Cykl życia lat
Centrum Zarządzania Ruchem	Lokal, płace, energia		-	900 000	
	Urządzenia komputerowe w CZR		-	600 000	5
	Oprogramowanie		-	900 000	
Podsystem sterowanie ruchem	Skrzyżowania przed modernizacją		36 000	0	
	Skrzyżowania po modernizacji		26 000	3 952 000	15
	Znaki o zmiennej treści	szt	20 000	400 000	10
Podsystem priorytetu dla tramwajów	Urządzenia nadawcze w tramwajach	szt	360	36 000	10
	Odbiorniki w sterownikach sygnalizacji	szt	400	26 000	10
	Detektory w torowisku	szt	200	28 000	10
Podsystem monitoringu	Kamery na skrzyżowaniach	kpl	3 000	210 000	10
	Strategiczne stacje pomiarowe	kpl	1 500	180 000	7
	Urządzenia ADZ	kpl	2 200	77 000	10
	Punkty kamerowe ARTR	kpl	1 375	33 000	10
Podsystem informowania	Bramownice informacyjna VMS	kpl	30 000	480 000	10
	Przewoźne tablice VMS	szt	8 000	40 000	10
	Tablice 3xVMS	szt	20 000	40 000	10
Podsystem łączności	Łączność światłowodowa	km	4 000	160 000	20
	Przyłącza do sieci teletransmisyjnej	kpl	400	80 000	15
	Osprzęt sieciowy, radiolinie	kpl	-	40 000	15
Razem (dla wariantu W2)				8 182 000	

* Po okresie budowy i gwarancji.

W tabeli 8.4 podano też przyjętą długość cyklu życia C dla poszczególnych komponentów Systemu. W wariantach W1 i W2 zakłada się powtórzenie nakładów inwestycyjnych dla nowych komponentów po okresie C lat, licząc od roku zakończenia budowy (rok 2014). Jeśli chodzi o skrzyżowania to odtwarzane będą tylko te ostatnio zmodernizowane (15). Koszt wymiany urządzeń sygnalizacji przyjęto (zgodnie z tabelą 8.1) na 96 tys. PLN netto. W wariantcie W0 zakładane jest odtworzenie czyli wymiana urządzeń sygnalizacji w tempie 11 skrzyżowań rocznie – odpowiada to dotychczasowemu tempu prac ZDM w tym zakresie.

Tabela 8.5 zestawia szacunkowe koszty utrzymania i odtworzenia części Systemu ZSZR realizowanej w Etapie 2 w perspektywie 15 lat dla wariantów W0, W1 oraz W2.

Tabela 8.5 Szacunkowe koszty utrzymania i odtworzenia Systemu ZSZR

Rok	Koszty odtworzenia tys. zł netto			Koszty utrzymania tys. zł netto		
	W0	W1	W2	W0	W1	W2
2010	0	0	0	5328	5328	5328
2011	1056	0	0	5270	5270	5270
2012	1056	0	0	5212	6176	6185
2013	1056	0	0	5102	6000	6018
2014	1056	0	0	4992	5824	5851
2015	1056	0	0	4882	5824	5851
2016	1056	0	0	4772	5824	5851
2017	1056	0	0	4662	8092	8182
2018	1056	0	0	4552	8092	8182
2019	960	1500	1500	4452	8092	8182
2020	960	0	0	4352	8092	8182
2021	960	3600	3600	4252	8092	8182
2022	960	0	0	4152	8092	8182
2023	960	0	0	4052	8092	8182
2024	960	16450	17660	3952	8092	8182

8.3. Sposób finansowania wariantów rozwoju ZSZR

Źródłami finansowania kosztów projektu rozwoju ZSZR będą:

- Dotacja z funduszy UE (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego) w ramach programu POIŚ (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko) – Priorytet VIII: Bezpieczeństwo transportu i krajowe sieci transportowe, Działanie 8.3: Rozwój Inteligentnych Systemów Transportu. Dotacja pozwoli sfinansować 85% kosztów kwalifikowalnych projektu.
- Środki własne ZDM. Środki te muszą wystarczyć na pokrycie 15% kosztów kwalifikowalnych projektu.

Tabela 8.6 (dla wariantu W1) oraz tabela 8.7 (dla wariantu W2) przedstawiają rozbięcie kosztów rozszerzenia ZSZR na komponenty oraz na części finansowane przez POIŚ i wkład własny beneficjenta. Zakłada się, że wszystkie koszty poniesione na rozbudowę będą kosztami kwalifikowalnymi w rozumieniu wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego [15] jako, że są to wydatki niezbędne dla realizacji projektu. Jak wynika z tabeli 8.6-8.7, znaczna większość nakładów (66,3% dla W1 oraz 66,8% dla W2) to wydatki na instalacje i maszyny lub sprzęt, a tylko 1/3 nakładów to roboty budowlane niezbędne do zbudowania Systemu.

Tabela 8.6 Finansowanie rozszerzenia ZSZR – wariant W1

Wyszczególnienie	Całkowite koszty projektu	Koszty niekwalifikowalne	Koszty kwalifikowalne	Środki POIŚ	Wkład własny beneficjenta
				85%	15%
	PLN brutto	PLN brutto	PLN brutto	PLN brutto	PLN brutto
Prace projektowe	8744350	0	8744350	7432698	1311653
Roboty budowlane	29453240	0	29453240	25035254	4417986
Instalacja i maszyny/sprzęt	57990260	0	57990260	49291721	8698539
Wydatki nieprzewidziane	8744350	0	8744350	7432698	1311653
Promocja	305000	0	305000	259250	45750
Inżynier Kontraktu	2623305	0	2623305	2229809	393496
Nadzór autorski	874435	0	874435	743270	131165
RAZEM (z VAT)	108734940	0	108734940	92424699	16310241

Tabela 8.7 Finansowanie rozszerzenia ZSZR – wariant W2

Wyszczególnienie	Całkowite koszty projektu	Koszty niekwalifikowalne	Koszty kwalifikowalne	Środki POIŚ	Wkład własny beneficjenta
				85%	15%
	PLN brutto	PLN brutto	PLN brutto	PLN brutto	PLN brutto
Prace projektowe	8891970	0	8891970	7558175	1333796
Roboty budowlane	29501064	0	29501064	25075904	4425160
Instalacja i maszyny/sprzęt	59418636	0	59418636	50505841	8912795
Wydatki nieprzewidziane	8891970	0	8891970	7558175	1333796
Promocja	305000	0	305000	259250	45750
Inżynier Kontraktu	2667591	0	2667591	2267452	400139
Nadzór autorski	889197	0	889197	755817	133380
RAZEM (z VAT)	110565428	0	110565428	93980614	16584814

Wykaz wykorzystanych opracowań i źródeł

1. Studium Wykonalności Zintegrowany System Zarządzania Ruchem Etap I: 2005 – 2007, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, wrzesień 2004.
2. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, Prezydent Miasta Stołecznego Warszawy, Uchwała Rady m.st. Warszawy nr LXXXII/2746/2006 z dn. 10 października 2006 r.
3. Strategia Zrównoważonego Rozwoju Systemu Transportowego Warszawy do 2015 roku i na lata kolejne, w tym Zrównoważony Plan Rozwoju Transportu Publicznego Warszawy, Urząd m.st. Warszawy, kwiecień 2009.
4. Ramowa koncepcja kontynuacji rozwoju Zintegrowanego Systemu Zarządzania Ruchem w Warszawie, Suchorzewski Konsulting, 2009.
5. Raport o stanie bezpieczeństwa drogowego w mieście st. Warszawie w 2008 roku, Zarząd Dróg Miejskich, Warszawa, marzec 2009.
6. Raport o stanie bezpieczeństwa drogowego w mieście st. Warszawie w 2009 roku, Zarząd Dróg Miejskich, Warszawa, kwiecień 2010.
7. Koncepcja monitoringu i zarządzania ruchem w Warszawskim Węźle Dróg Krajowych z uwzględnieniem wielkiej obwodnicy Warszawy (drogi krajowe nr 50 i 62). Opracowanie w ramach projektu UE CONNECT – Koordynacja wdrażania Inteligentnego Systemu Transportu w krajach Europy Środkowo-Wschodniej. Krajowy koordynator projektu: IBDiM, koordynator tematu: Suchorzewski Konsulting. 2008.
8. Wieloletnie Programy Inwestycyjne Miasta Stołecznego Warszawy na lata 2010-2014; Tekst jednolity po sesji 16.07.2010.
9. Strategia Transportowa Warszawy, Miasto Stołeczne Warszawa, 2010.
10. Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Mazowieckiego, Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego, Warszawa 2004.
11. Materiały wewnętrzne (niepublikowane) Biura Drogownictwa i Komunikacji, Warszawa, 2010.
12. Główny Urząd Statystyczny - Strona internetowa, <http://www.gus.gov.pl> , 2010.
13. Urząd Lotnictwa Cywilnego - Strona internetowa, <http://www.ulc.gov.pl> , 2010.
14. Zarząd Dróg Miejskich w Warszawie - Strona internetowa, <http://www.zdm.waw.pl> , 2010.
15. Minister Rozwoju Regionalnego, Wytyczne w zakresie kwalifikowania wydatków w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, Warszawa 2009.

Załącznik I

Mapy Obszarów II i III z zakresem modernizacji skrzyżowań

ROZMIESZCZENIE SYGNALIZACJI ŚWIETLNYCH W OBSZARZE 2

 GRANICA OBSZARU

OBZAR 2 NAZWA OBSZARU

DROGI:

 GŁÓWNE RUCHU PRZYSŁ.

 GŁÓWNE

 ZBIORCZE

 LOKALNE

ZAKRES MODERNIZACJI:

 MODERNIZACJA (MAŁA)

 MODERNIZACJA (GEOMETRIA)

 WYMIANA STEROWNIKA

 PRZEJŚCIE DLA PIESZYCH
- WYMIANA

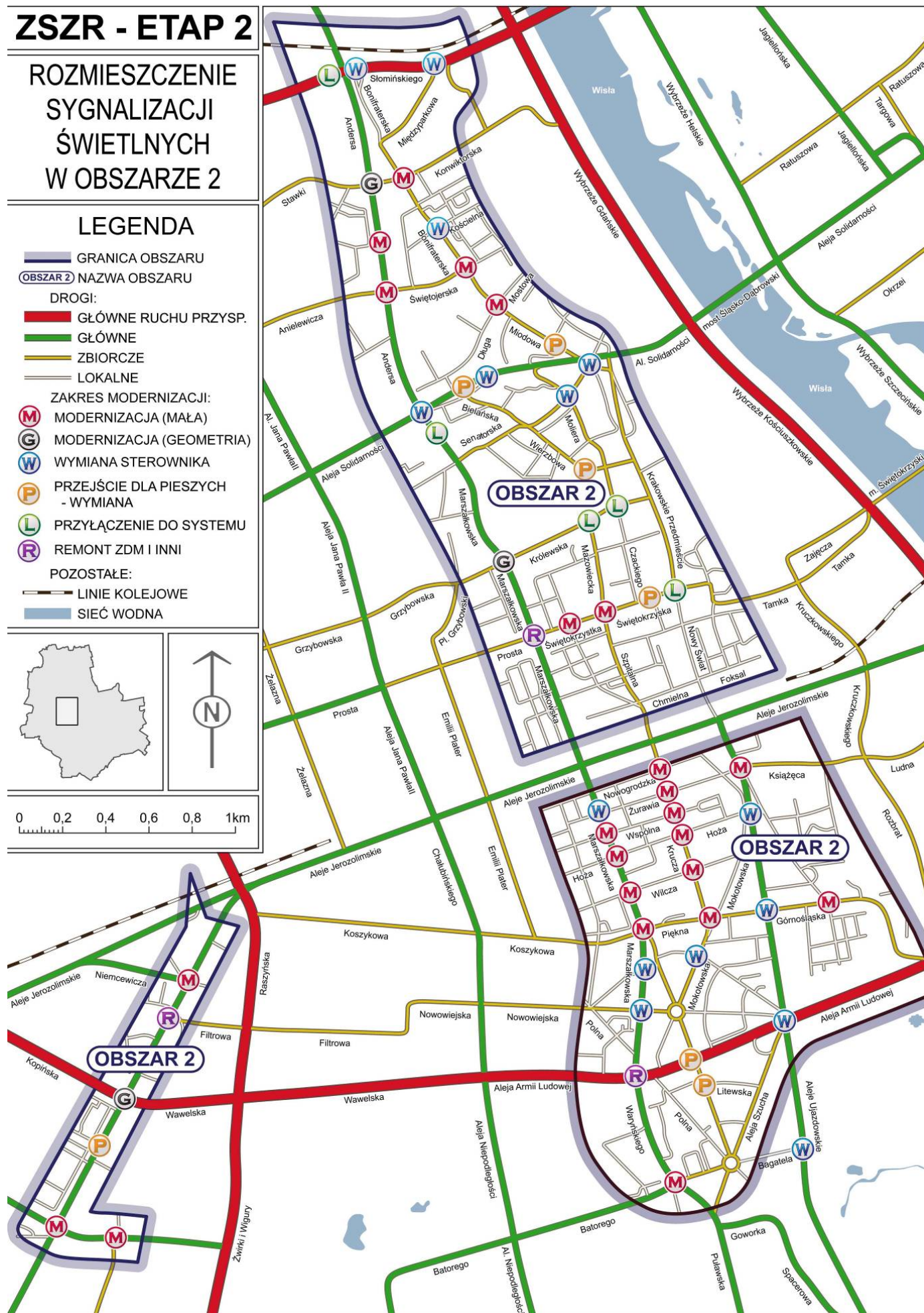
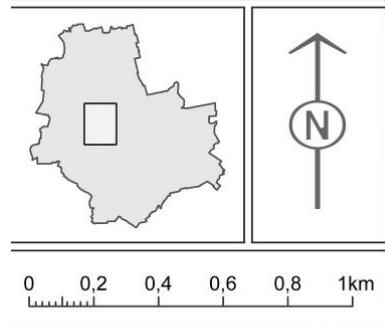
 PRZYŁĄCZENIE DO SYSTEMU

 REMONT ZDM I INNI

POZOSTAŁE:

 LINIE KOLEJOWE

 SIEĆ WODNA



ROZMIESZCZENIE SYGNALIZACJI ŚWIELNYCH W OBSZARZE 3

 GRANICA OBSZARU

 NAZWA OBSZARU

DROGI:

 DROGA EKSPRESOWA

 GŁÓWNE RUCHU PRZYSYP.

 GŁÓWNE

 ZBIORCZE

 LOKALNE

ZAKRES MODERNIZACJI:

 MODERNIZACJA (MAŁA)

 MODERNIZACJA (GEOMETRIA)

 WYMIANA STEROWNIKA

 PRZEJŚCIE DLA PIESZYCH
- WYMIANA

 PRZYŁĄCZENIE DO SYSTEMU

 REMONT ZDM I INNI

POZOSTAŁE:

 LINIE KOLEJOWE

 SIEĆ WODNA

