

**PRZEDSIĘBIORSTWO PROJEKTOWO - USŁUGOWE "INKOM" S.C.
SPÓŁKA PRAWA CYWILNEGO**



**40-053 KATOWICE, ul. Św. Barbary 21a * Tel/fax: (0-32) 257-08-66(-67)
Pocztą: inkom@inkom.katowice.pl * Strona: www.inkom.katowice.pl**

PROJEKT NR K - 09 030

Tytuł opracowania: **POŁĄCZENIE AUTOSTRADY A1 Z AUTOSTRADĄ A4 POPRZEZ PRZEBUDOWĘ UKŁADU KOMUNIKACYJNEGO – OPRACOWANIE DOKUMENTACJI PROJEKTOWEJ POŁĄCZENIA PROJEKTOWANEGO IV ODCINKA UL. NOWO PADEREWSKIEGO Z ISTNIEJĄCYM UKŁADEM KOMUNIKACYJNYM MIASTA ZABRZE.**

Zadanie 2. Tymczasowe połączenie projektowanego odcinka z istniejącym układem komunikacyjnym miasta Zabrze.

ANALIZA RUCHOWA.

Zamawiający: **WBP Zabrze sp. z o.o.**

Numer umowy (zamówienia): **DP3/Ze-3954E/2009 (INKOM: 30/09) z dnia 14.07.2009 roku**

Projektant: **mgr inż. Jan GREGOROWICZ
mgr inż. Piotr TRYBUŚ
Z ZESPÓŁEM**

KATOWICE, LIPIEC 2009 ROKU

K - 09 030 - A

A U T O R Z Y :

mgr inż. Jan GREGOROWICZ

mgr inż. **Piotr TRYBUŚ**

SYMULACJE RUCHOWE

mgr inż. Wojciech ZAWADZKI

ANALIZY PRZEPUSTOWOŚCI

mgr inż. Sylwester PASZENDA

mgr inż. **Marcin BĄCZEK**

EDYCJA

mgr inż. **Katarzyna BARYŻEWSKA**

Lucyna JANIKOWSKA

Anna NASIEK

KATOWICE, LIPEC 2009 ROKU

K - 09 030 - B

PRZEDSIĘBIORSTWO PROJEKTOWO-USŁUGOWE

„INKOM” S. C.

SPÓŁKA PRAWA CYWILNEGO

40 - 053 KATOWICE, ul. Św. Barbary 21a * Tel/fax:(0-32) 257-08-66(-67)

Poczta: inkom@inkom.katowice.pl * Strona: www.inkom.katowice.pl

Tytuł opracowania: **POŁĄCZENIE AUTOSTRADY A1 Z AUTOSTRADĄ A4 POPRZEC PRZEBUDOWĘ UKŁADU KOMUNIKACYJNEGO – OPRACOWANIE DOKUMENTACJI PROJEKTOWEJ POŁĄCZENIA PROJEKTOWANEGO IV ODCINKA UL. NOWO PADEREWSKIEGO Z ISTNIEJĄCYM UKŁADEM KOMUNIKACYJNYM MIASTA ZABRZE.**

Zadanie 2. Tymczasowe połączenie projektowanego odcinka z istniejącym układem komunikacyjnym miasta Zabrze.

ANALIZA RUCHOWA.

S P I S D O K U M E N T A C J I :

L.p.	Pozycja	Numer	L. arkuszy
CZĘŚĆ OPISOWA			
1	Metryka projektu	K - 09 030 - A	2
2	Spis dokumentacji	K - 09 030 - B	2
3	Opis z częścią tabelaryczno-graficzną	K - 09 030 - C	34
CZĘŚĆ MULTIMEDIAŁNA			
4	WIZUALIZACJA ANALIZY PRZEPUSTOWOŚCI METODĄ MIKROSYMULACJI.	K - 09 030 – DVD	1 szt.

KATOWICE, LIPIEC 2009 ROKU

K - 09 030 - C

O P I S

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	3
1.CEL OPRACOWANIA	4
2.ZAKRES OPRACOWANIA	4
3. MATERIAŁY WEJŚCIOWE	4
4. SYMULACJE RUCHOWE METODĄ MODELOWANIA	4
POMIAR RUCHU NA SKRZYŻOWANIU ULIC: 3 go Maja – Makoszowska	5
5. WARIANTY ROZWIĄZAŃ ANALIZOWANEGO SKRZYŻOWANIA	13
6. ANALIZA PRZEPUSTOWOŚCI METODĄ MIKROSYMULACJI	15
Model ruchu w stanie istniejącym	16
Okres operacyjny - 2015 rok (<i>bez analizowanego odcinka ul. Nowo Paderewskiego</i>)	18
Okres operacyjny - 2015 rok (<i>z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego</i>) – rozwiązanie z przebudową skrzyżowania w ciągu ulicy Makoszowskiej	20
Okres operacyjny - 2015 rok (<i>z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego</i>) – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowo wydzielonym lewoskrętem na analizowanym skrzyżowaniu	22
Okres operacyjny - 2015 rok (<i>z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego</i>) – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowo wydzielonym lewoskrętem na analizowanym skrzyżowaniu	24
Okres operacyjny - 2015 rok (<i>z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego</i>) – rozwiązanie z skrzyżowaniem o ruchu okrężnym typu rondo.	26
7. ANALIZA PRZEPUSTOWOŚCI METODĄ KLASYCZNĄ	28
7.1. Metodologia obliczeń	28
7.2. Analiza przepustowości skrzyżowania	30
8. WNIOSKI KOŃCOWE	33

WPROWADZENIE

Podstawę formalną niniejszego opracowania stanowi Zlecenie DP3/Ze-3954E/2009 (INKOM: 30/09) z dnia 14.07.2009 roku wystosowane przez WBP Zabrze sp. z o.o.

1. CEL OPRACOWANIA.

Celem opracowania była ocena ruchowa tymczasowego podłączenia odcinka ul. Nowo Paderewskiego do ul. Makoszowskiej w Zabrze.

Analizę ruchową wykonano dla okresu operacyjnego + 5-6 lat czyli na rok 2015, przy założeniu realizacji DTŚ minimum do autostrady A1.

2. ZAKRES OPRACOWANIA.

W ramach opracowania wykonano :

- Model ruchu w stanie istniejącym.
- Symulacje ruchowe metodą modelowania dla horyzontu czasowego 2015 roku.
- Analizę przepustowości strefy oddziaływania inwestycji metodą mikrosymulacji.
- Analizę przepustowości włączenia projektowanego odcinka do ul. Smakoszowskiej metodą HCM.
- Wnioski.

3. MATERIAŁY WEJŚCIOWE.

Jako materiały wejściowe do opracowania posłużyły:

- Geometria proponowanych wariantów skrzyżowania z ul. Smakoszowską – WBP Zabrze – 2009 rok.
- Pomiar ruchu W strefie oddziaływania skrzyżowania – INKOM – 2005 rok.
- Analizy ruchowe wykonywane dla miasta Zabrze i strefy oddziaływania DTŚ – INKOM – 2002 – 2009 rok.

4. SYMULACJE RUCHOWE METODĄ MODELOWANIA.

Symulacje ruchowe zostały wykonane na sieci układu drogowego powstałej w trakcie prac na układem komunikacyjnym Zabrze i aglomeracji katowickiej.

Dla horyzontu czasowego 2015 roku założono realizację DTŚ oraz autostrady A1 na pełnym przebiegu.

Jako element kalibrujący ruch w stanie istniejącym posłużył pomiar ruchu z 2005 roku na skrzyżowaniu ulic 3-go Maja – Smakoszowska.

Wyniki pomiaru przedstawiono na kolejnych stronach opracowania.

POMIAR RUCHU NA SKRZYŻOWANIU ULIC:

3 go Maja – Makoszowska

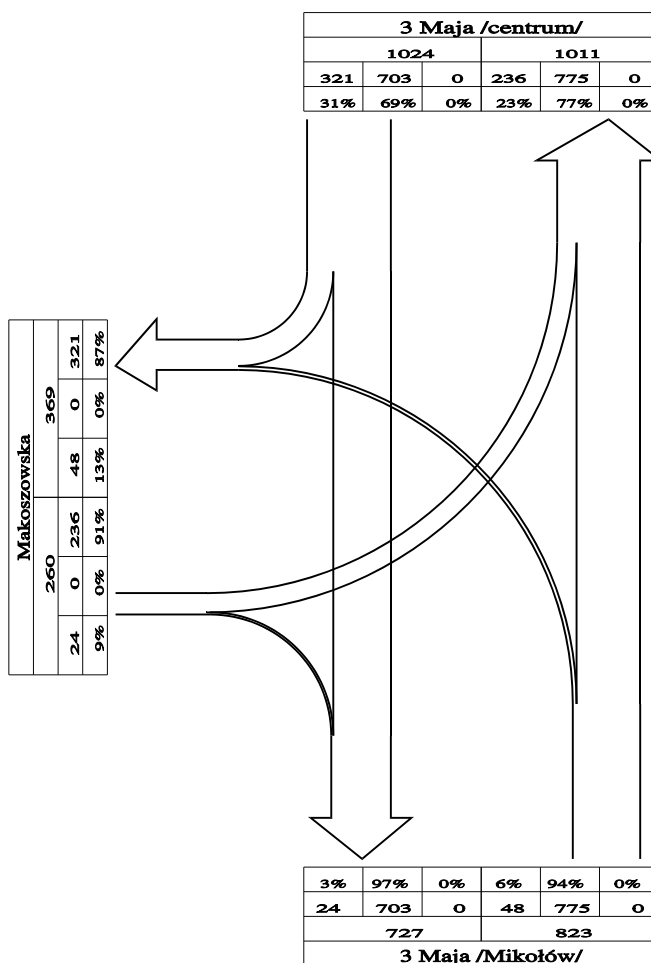
Skrzyżowanie (S-1): 3 Maja - Makoszowska

NATĘŻENIE RUCHU KOŁOWEGO W GODZ. SZCZYTU
 poj.umowne/godz. [E/h]

Pomiar: 21.04.2005 / CZWARTEK w godzinach: 12:00 - 18:00

GODZINA SZCZYTU: 15:10 - 16:10

NATĘŻENIE SUMARYCZNE: 2107



Skrzyżowanie (S-1): 3 Maja - Makoszowska

Pomiar: 21.04.2005 (CZWARTEK)

STRUKTURA RUCHU W GODZ.SZCZYTU SKRZYŻOWANIA (wg poj.um.): 15:10-16:10

Przekrój	SO	SD	A	SC	CP	SC+CP	Prz	Pum
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	=====	=====

3 Maja /centrum/								
WLOT								
w lewo								
prosto	588	44	9	15	12	27	668	703
w prawo	282	14	3	3	6	9	308	321
	870	58	12	18	18	36	976	1024
WYLOT								
	793	59	16	10	46	56	924	1011

Makoszowska								
WLOT								
w lewo	181	13	6	4	10	14	214	236
prosto	22	0	0	1	0	1	23	24
w prawo	203	13	6	5	10	15	237	260
	327	17	3	3	6	9	356	369
WYLOT								
	327	17	3	3	6	9	356	369

3 Maja /Mikołów/								
WLOT								
w lewo	45	3	0	0	0	0	48	48
prosto	612	46	10	6	36	42	710	775
w prawo	657	49	10	6	36	42	758	823
	610	44	9	16	12	28	691	727
WYLOT								
	610	44	9	16	12	28	691	727

Skrzyżowanie - razem wloty								
	1730	120	28	29	64	93	1971	2107

SO - sam.osobowe

Prz - poj.rzeczywiste

SD - sam.dostawcze

Pum - poj.umowne

A - autobusy

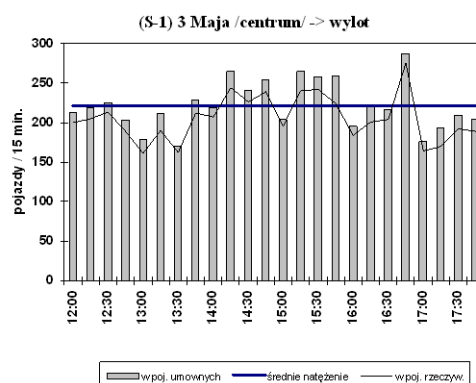
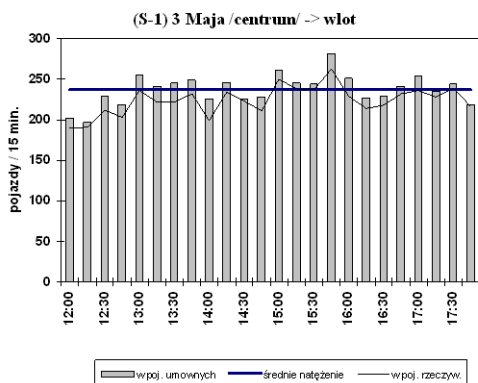
SC - sam.cieżarowe

CP - sam.cieżarowe ciężkie, TIR-y

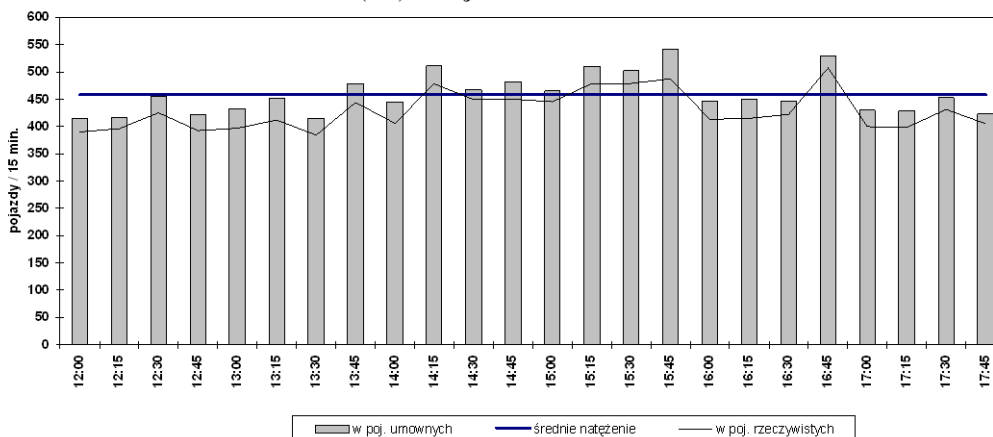
Skrzyżowanie (S-1): 3 Maja - Makoszowska

Wahania natężenia ruchu w przekroju skrzyżowania (S-1)

Pomiar: 21.04.2005 (CZWARTEK)



(S-1) 3 Maja /centrum/ -> suma



Struktura ruchu w okresie pomiarowym: 12:00-18:00 (6h)

	wlot		wylot		SUMA	
pojazdy ogółem:	5375		4928		10303	
samochody osobowe	4708	87,59%	4174	84,70%	8882	86,21%
samochody dostawcze	369	6,87%	389	7,89%	758	7,36%
autobusy	67	1,25%	73	1,48%	140	1,36%
samochody ciężarowe	90	1,67%	124	2,52%	214	2,08%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	141	2,62%	168	3,41%	309	3,00%
pojazdy umowne:	5695		5315		11010	

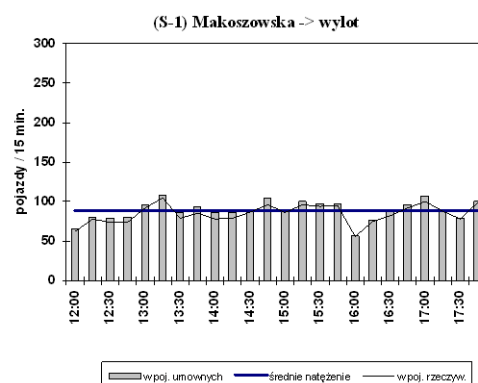
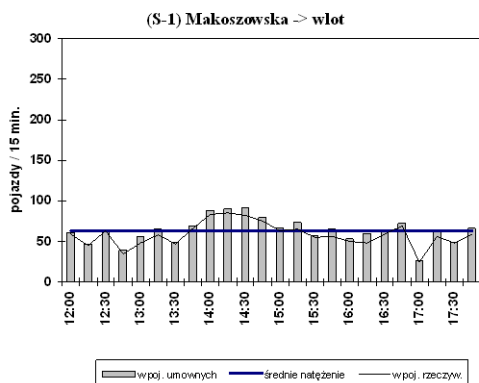
Struktura ruchu w godzinie szczytu przekroju: 15:10 - 16:10

	wlot		wylot		SUMA	
pojazdy ogółem:	976		924		1900	
samochody osobowe	870	89,14%	793	85,82%	1663	87,53%
samochody dostawcze	58	5,94%	59	6,39%	117	6,16%
autobusy	12	1,23%	16	1,73%	28	1,47%
samochody ciężarowe	18	1,84%	10	1,08%	28	1,47%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	18	1,84%	46	4,98%	64	3,37%
pojazdy umowne:	1024		1011		2035	

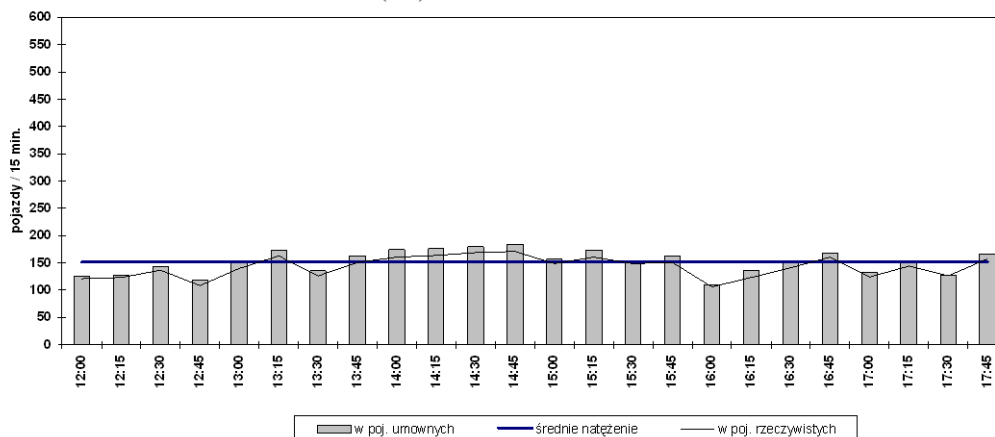
Skrzyżowanie (S-1): 3 Maja - Makoszowska

Wahania natężenia ruchu w przekroju skrzyżowania (S-1)

Pomiar: 21.04.2005 (CZWARTEK)



(S-1) Makoszowska -> suma



Struktura ruchu w okresie pomiarowym: 12:00-18:00 (6h)

	wlot		wylot		SUMA	
pojazdy ogółem	1397		2030		3427	
samochody osobowe	1198	85,76%	1805	88,92%	3003	87,63%
samochody dostawcze	89	6,37%	131	6,45%	220	6,42%
autobusy	25	1,79%	21	1,03%	46	1,34%
samochody ciężarowe	38	2,72%	28	1,38%	66	1,93%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	47	3,36%	45	2,22%	92	2,68%
pojazdy umowne	1511		2131		3642	

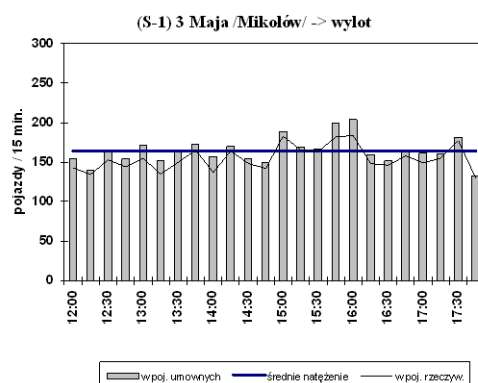
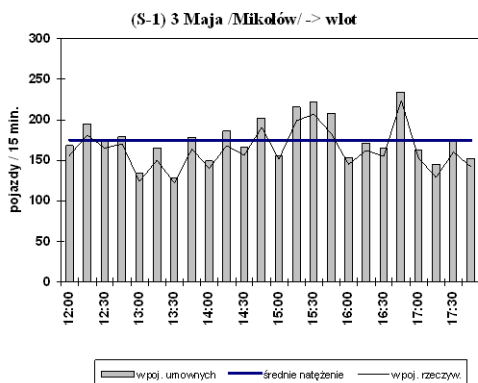
Struktura ruchu w godzinie szczytu przekroju: 13:50 - 14:50

	wlot		wylot		SUMA	
pojazdy ogółem	343		324		667	
samochody osobowe	299	87,17%	281	86,73%	580	86,96%
samochody dostawcze	20	5,83%	23	7,10%	43	6,45%
autobusy	8	2,33%	3	0,93%	11	1,65%
samochody ciężarowe	5	1,46%	4	1,23%	9	1,35%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	11	3,21%	13	4,01%	24	3,60%
pojazdy umowne	369		346		715	

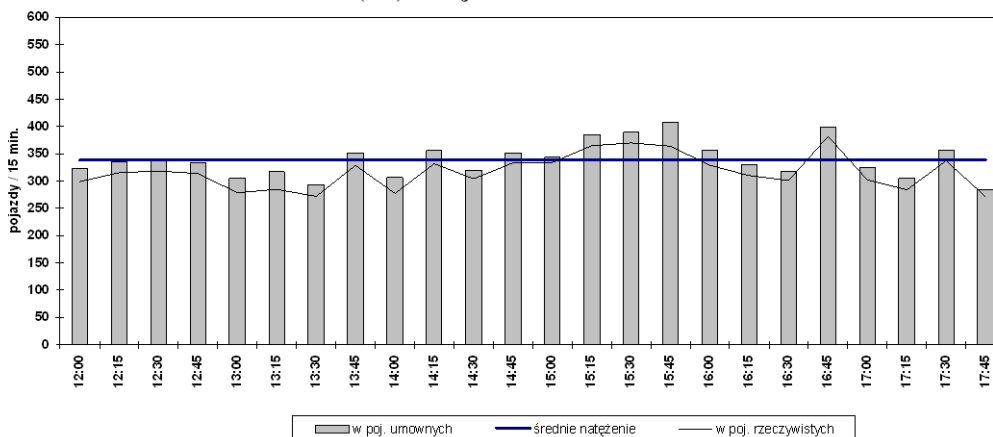
Skrzyżowanie (S-1): 3 Maja - Makoszowska

Wahania natężenia ruchu w przekroju skrzyżowania (S-1)

Pomiar: 21.04.2005 (CZWARTEK)



(S-1) 3 Maja /Mikołów/ -> suma



Struktura ruchu w okresie pomiarowym: 12:00-18:00 (6h)

	wlot		wylot		SUMA	
pojazdy ogółem:	3896		3710		7606	
samochody osobowe	3292	84,50%	3219	86,77%	6511	85,60%
samochody dostawcze	330	8,47%	268	7,22%	598	7,86%
autobusy	49	1,26%	47	1,27%	96	1,26%
samochody ciężarowe	100	2,57%	76	2,05%	176	2,31%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	125	3,21%	100	2,70%	225	2,96%
pojazdy umowne:	4186		3944		8130	

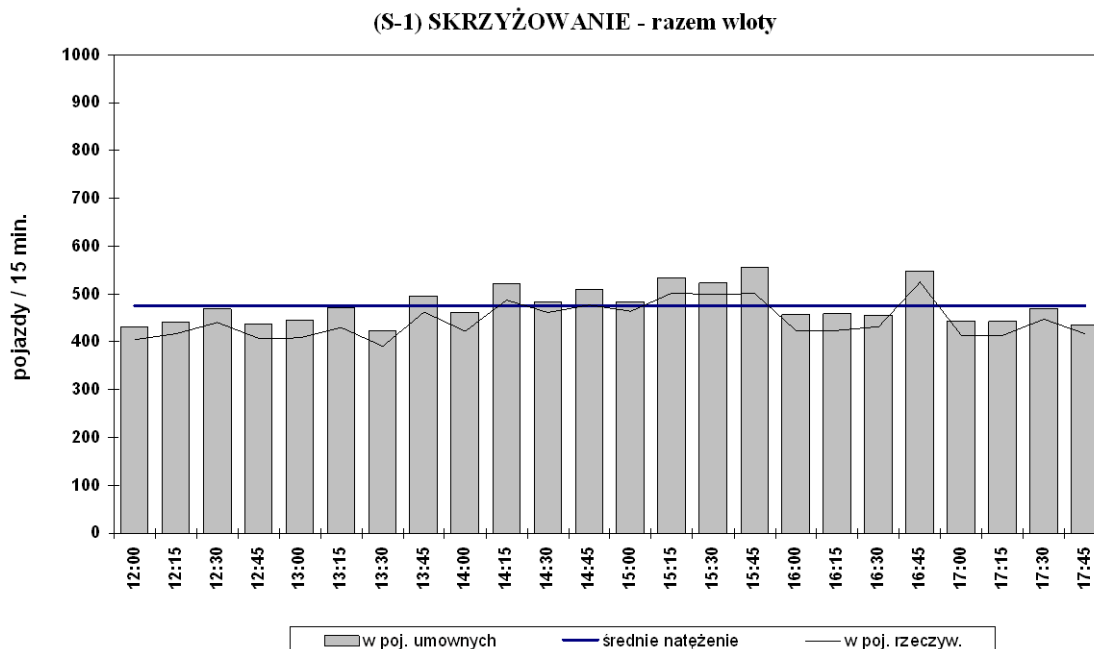
Struktura ruchu w godzinie szczytu przekroju: 15:20 - 16:20

	wlot		wylot		SUMA	
pojazdy ogółem:	735		695		1431	
samochody osobowe	628	85,44%	608	87,36%	1236	86,37%
samochody dostawcze	49	6,67%	41	5,89%	90	6,29%
autobusy	10	1,36%	9	1,29%	19	1,33%
samochody ciężarowe	9	1,22%	19	2,73%	28	1,96%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	39	5,31%	19	2,73%	58	4,05%
pojazdy umowne:	807		744		1551	

Skrzyżowanie (S-1): 3 Maja - Makoszowska

Wahania natężenia ruchu na skrzyżowaniu (S-1)

Pomiar: 21.04.2005 (CZWARTEK)



Struktura ruchu w okresie pomiarowym: 12:00-18:00 (6h)

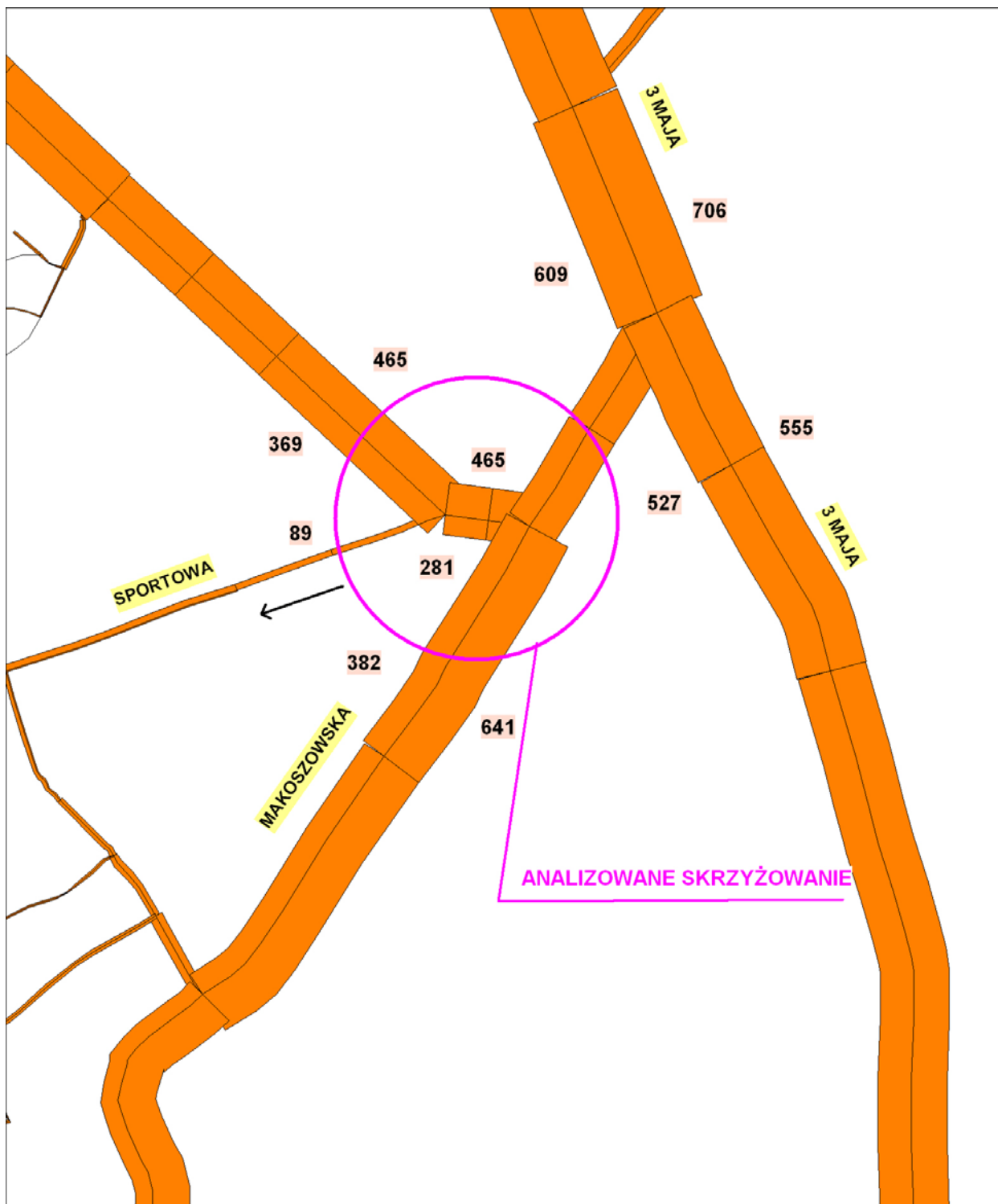
	wloty		wyloty	
pojazdy ogółem	10668		10668	
samochody osobowe	9198	86,22%	9198	86,22%
samochody dostawcze	788	7,39%	788	7,39%
autobusy	141	1,32%	141	1,32%
samochody ciężarowe	228	2,14%	228	2,14%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	313	2,93%	313	2,93%
pojazdy umowne	11397		11397	

Struktura ruchu w godzinie szczytu na skrzyżowaniu: 15:10 - 16:10

	wloty		wyloty	
pojazdy ogółem	1971		1971	
samochody osobowe	1730	87,77%	1730	87,77%
samochody dostawcze	120	6,09%	120	6,09%
autobusy	28	1,42%	28	1,42%
samochody ciężarowe	29	1,47%	29	1,47%
sam. ciężarowe ciężkie, TIR	64	3,25%	64	3,25%
pojazdy umowne	2107		2107	

Po skalibrowaniu modelu stanu istniejącego wykonano prognozę ruchu, której wyniki przedstawiono na poniższym kartogramie.

Wartości podano dla godziny szczytu popołudniowego (E/h)



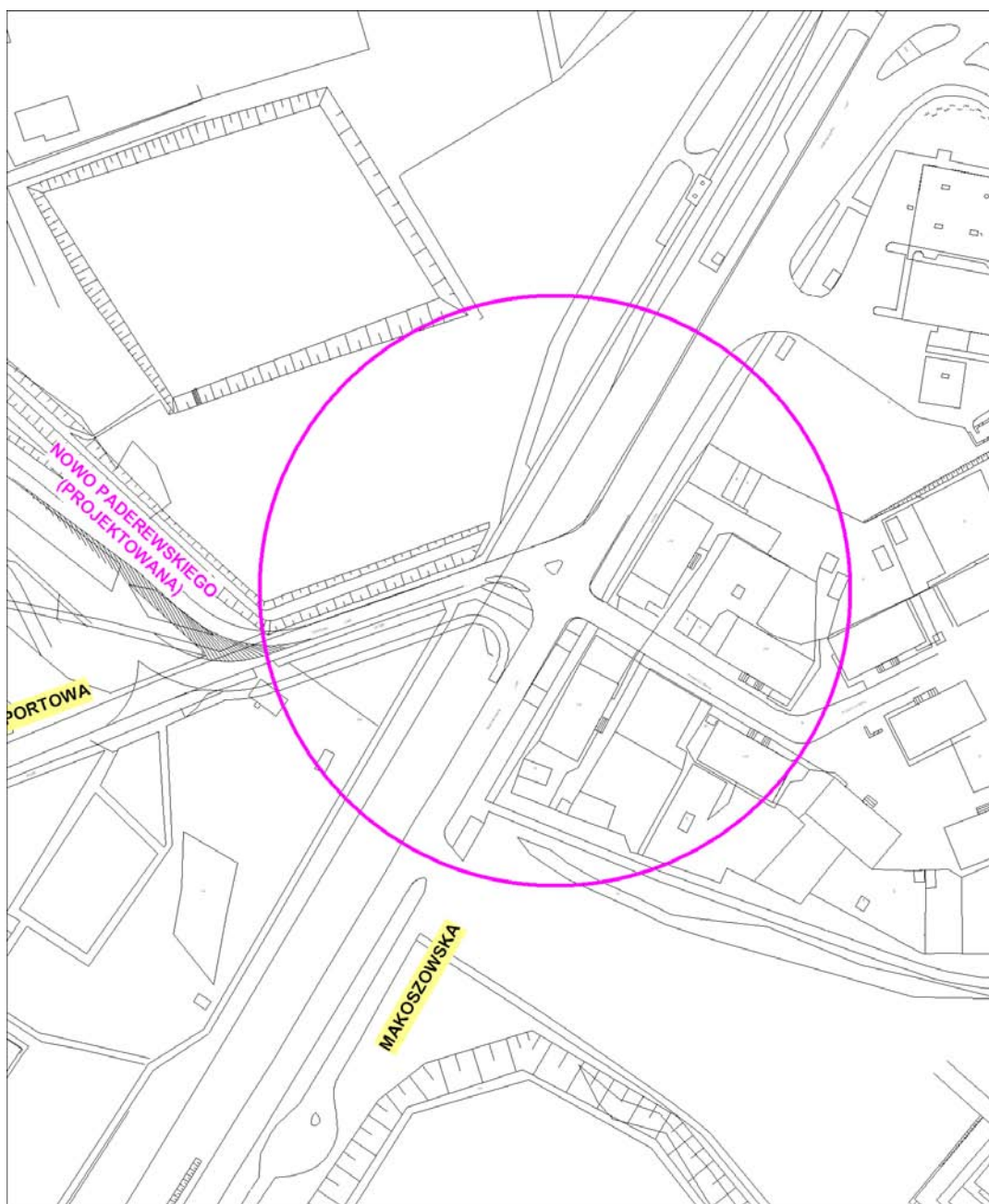
Obliczone potoki ruchu posłużyły jako materiały wejściowe do wykonania analiz przepustowości metodą mikrosymulacji o raz HCM.

5. WARIANTY ROZWIĄZAŃ ANALIZOWANEGO SKRZYŻOWANIA.

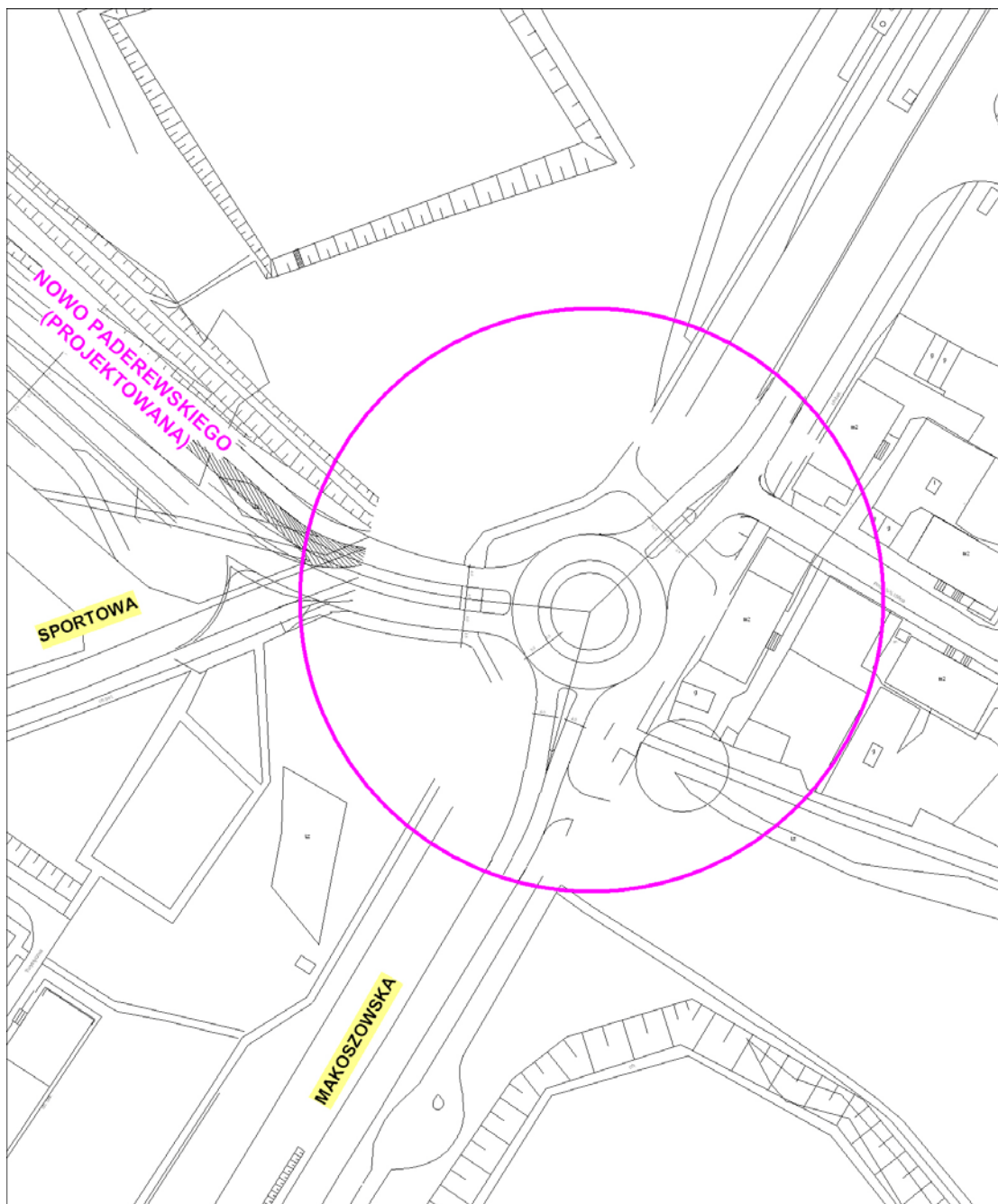
WBP Zabrze sp. z o.o. opracowała dwa warianty geometrii analizowanego skrzyżowania:

- Skrzyżowanie, częściowo skanalizowane,
- Rondo kompaktowe (R = 15 m)

Geometrię proponowanych rozwiązań przedstawiono na rysunkach zamieszczonych poniżej.



WARIANT 1 - klasyczne skrzyżowanie skanalizowane



WARIANT - skrzyżowanie w postaci ronda kompaktowego.

Przedstawione geometrie skrzyżowań zostały zakodowane w oprogramowaniu do mikrosymulacji.

Dla WARIANT-u 1 dodatkowo w analizach uwzględniono wariant zmodyfikowany przez INKOM w którym w ciągu ul. Makoszowskiej założono dobudowę dodatkowego pasa dla lewoskrętów.

6. ANALIZA PRZEPUSTOWOŚCI METODĄ MIKROSYMULACJI.

Przedstawione poniżej symulacje ruchowe dotyczą analizy ruchowej przeprowadzonej dla podpięcia planowanego obiektu handlowego zlokalizowanego po zachodniej stronie skrzyżowania ulic 3 Maja z ulicą Makoszowską w Zabrze.

Do przeprowadzonych symulacji ruchowych na rozpatrywanym w ramach opracowania obszarze przyjęto istniejące oraz projektowane rozwiązania geometryczne, wielkości poszczególnych potoków ruchu prognozowane na rok 2015 przy uwzględnieniu podpięcia planowanej inwestycji.

Dla wykonanych symulacji funkcjonowania skrzyżowań przyjęto podstawowe parametry ruchowe takie jak: szerokość pasów ruchu, pochylenie podłużne, zakładana średnia prędkość pojazdów, procentowy udział pojazdów ciężkich w ruchu, występowanie oraz rodzaj kanalizacji ruchu.

Poszczególne symulacje ruchowe wykonano przy użyciu programu *Synchro Studio 7* firmy *Trafficwre*. Sporządzono je dla 20 minutowych interwałów przy obciążeniu sieci drogowo – ulicznej rozpatrywanego obszaru prognozowanym na rok 2015 ruchem pojazdów w godzinie popołudniowego szczytu komunikacyjnego.

Dla każdego wariantu symulacji uzyskane wyniki przedstawiono w piątej, dziesiątej, piętnastej oraz dwudziestej minucie jej trwania i zamieszczono poniżej w postaci graficznej.

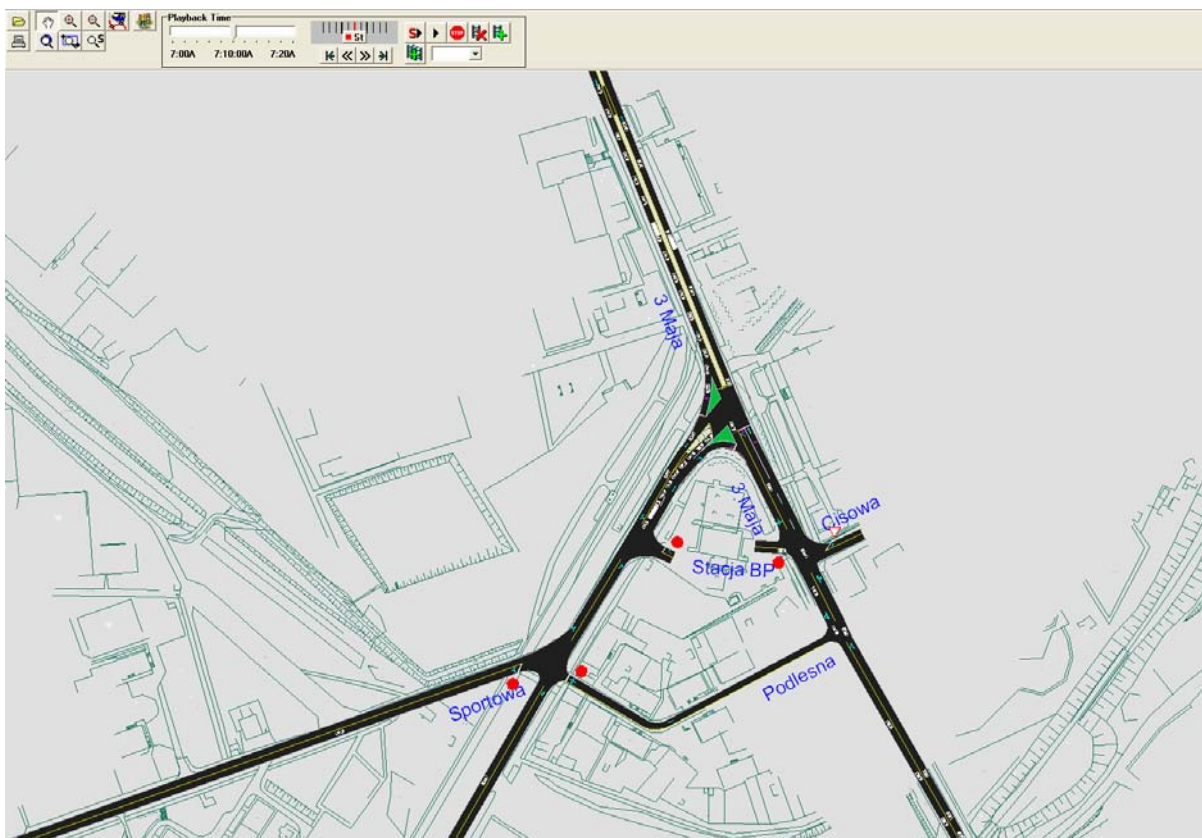
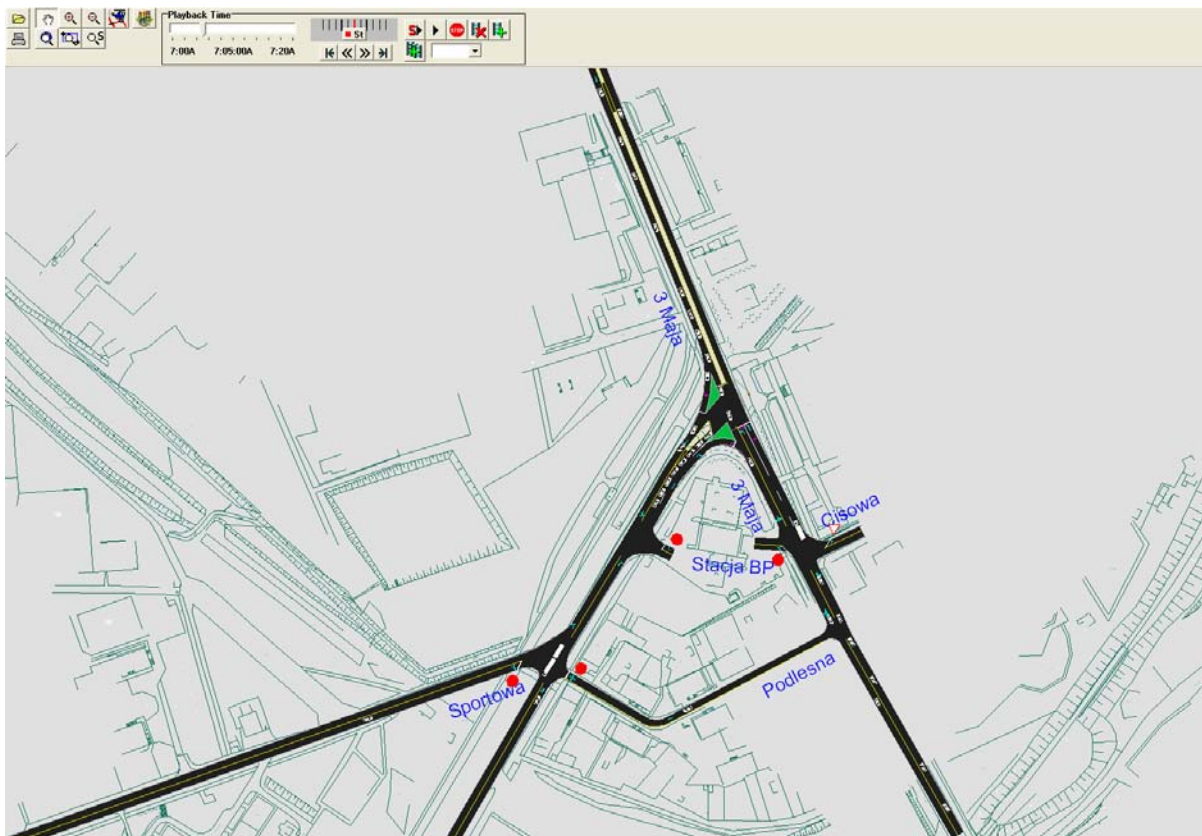
Symulacje wykonano w następującym zakresie:

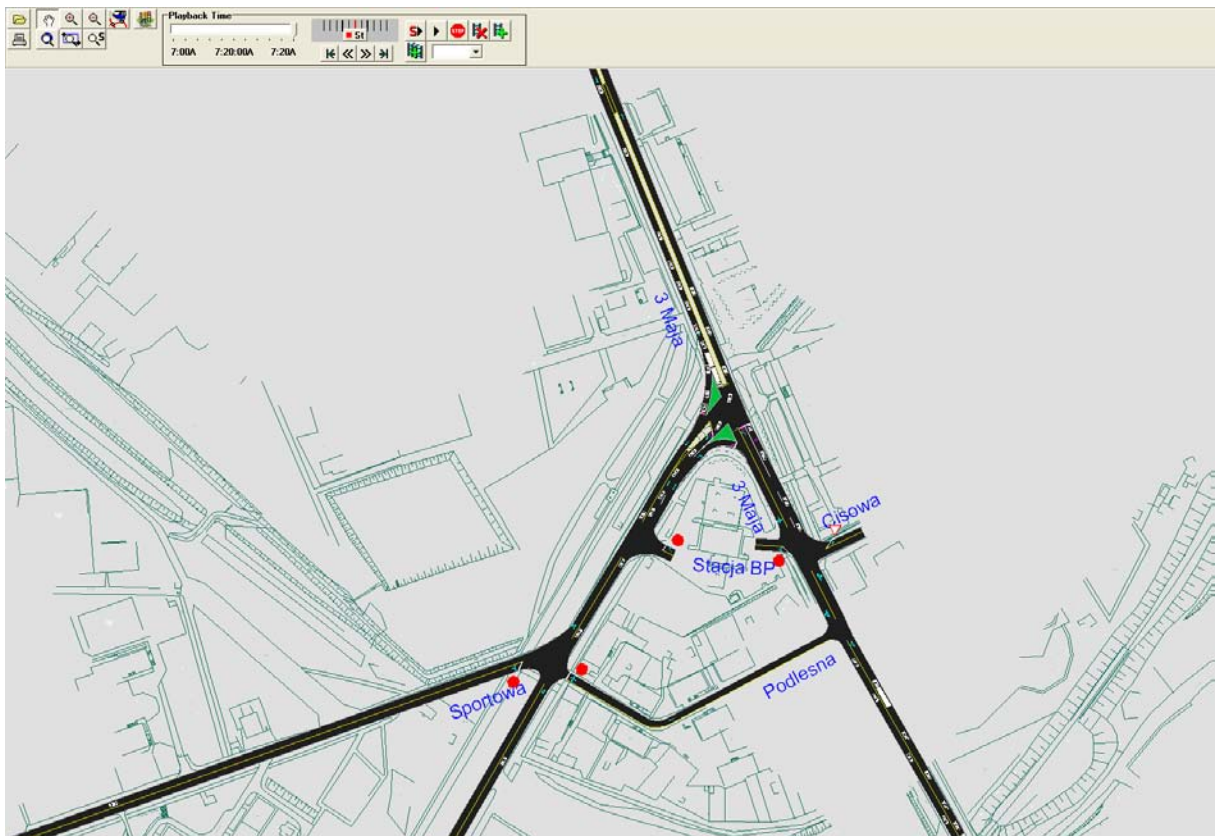
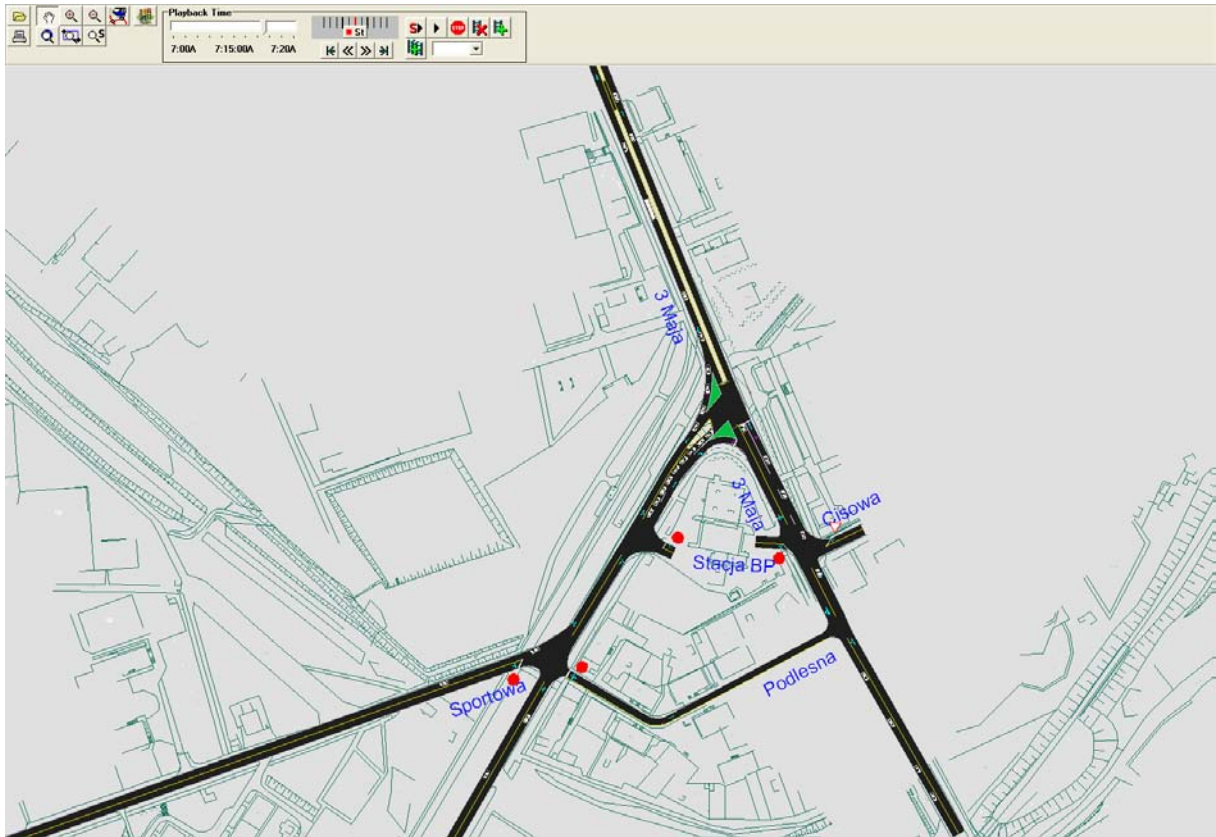
- Model stanu istniejącego (ruch wg pomiarów, bez analizowanego obiektu handlowego).
- Okres operacyjny - 2015 rok (bez analizowanego obiektu),
- Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym obiektem) – rozwiązanie z przebudową skrzyżowania w ciągu ulicy Makoszowskiej,
- Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym obiektem) – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej na analizowanym skrzyżowaniu,
- Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym obiektem) – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowo wydzielonym lewoskrętem na analizowanym skrzyżowaniu
- Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym obiektem) – rozwiązanie z skrzyżowaniem o ruchu okrężnym typu rondo.

Dla okresu operacyjnego przyjęto wzrost ruchu o 15 % (średnioroczny wzrost ruchu na poziomie +2,5 % - procent składany).

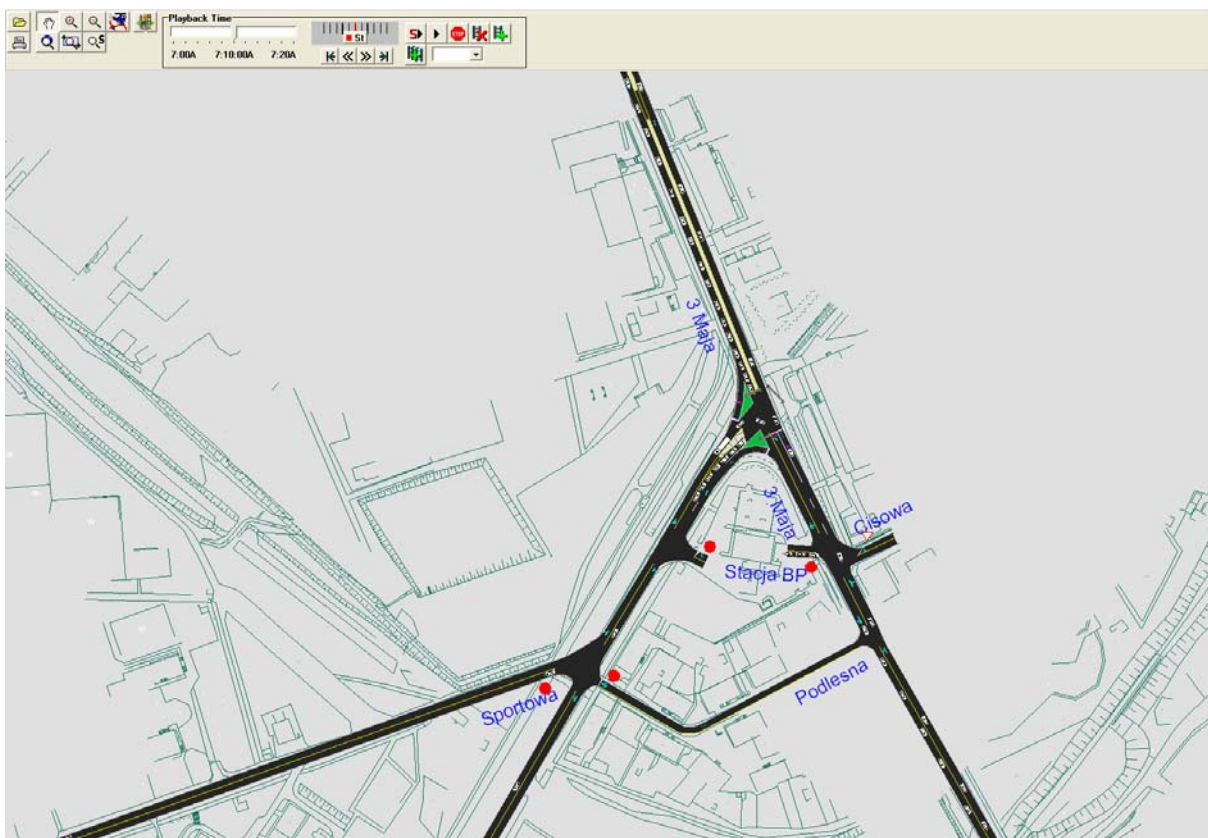
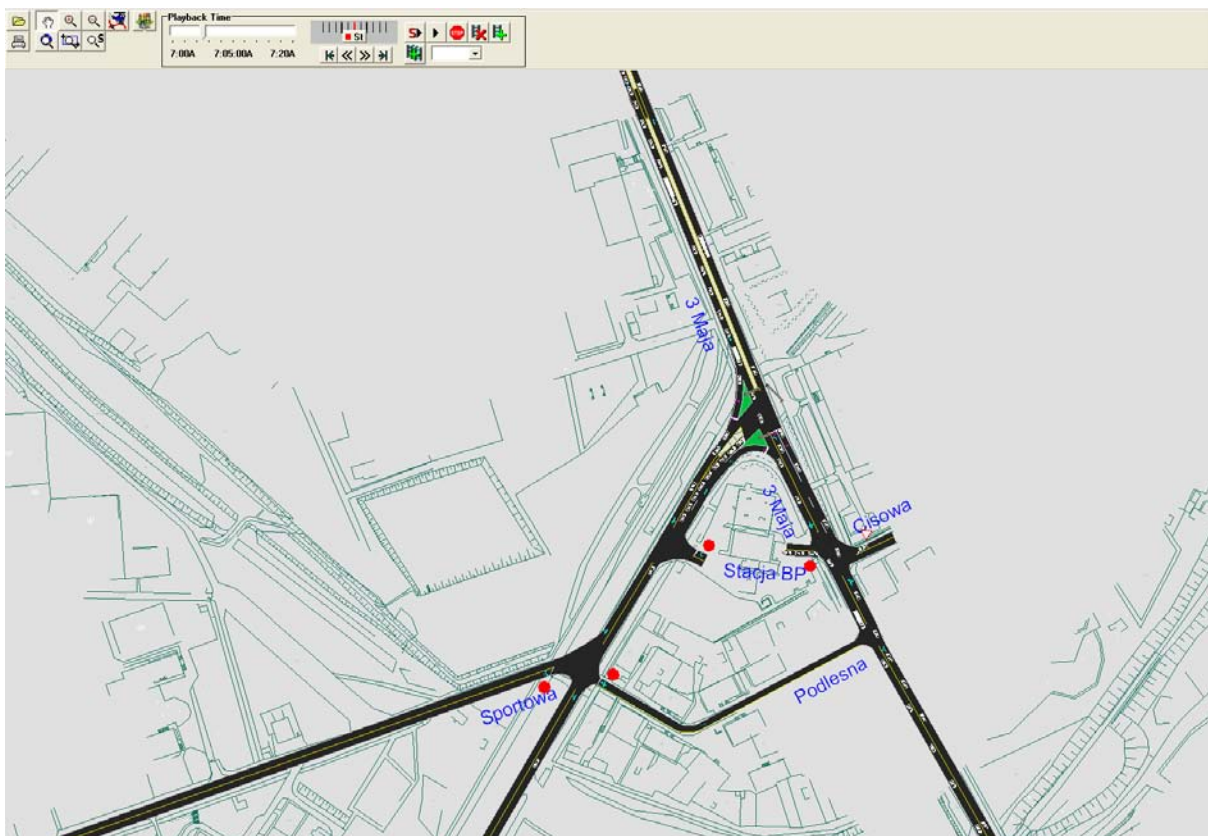
W celu uśrednienia wyników - symulacje dla każdego z wariantów obliczeniowych wykonywano 10-cio krotnie i jako ich wynik przyjęto wartości średnie.

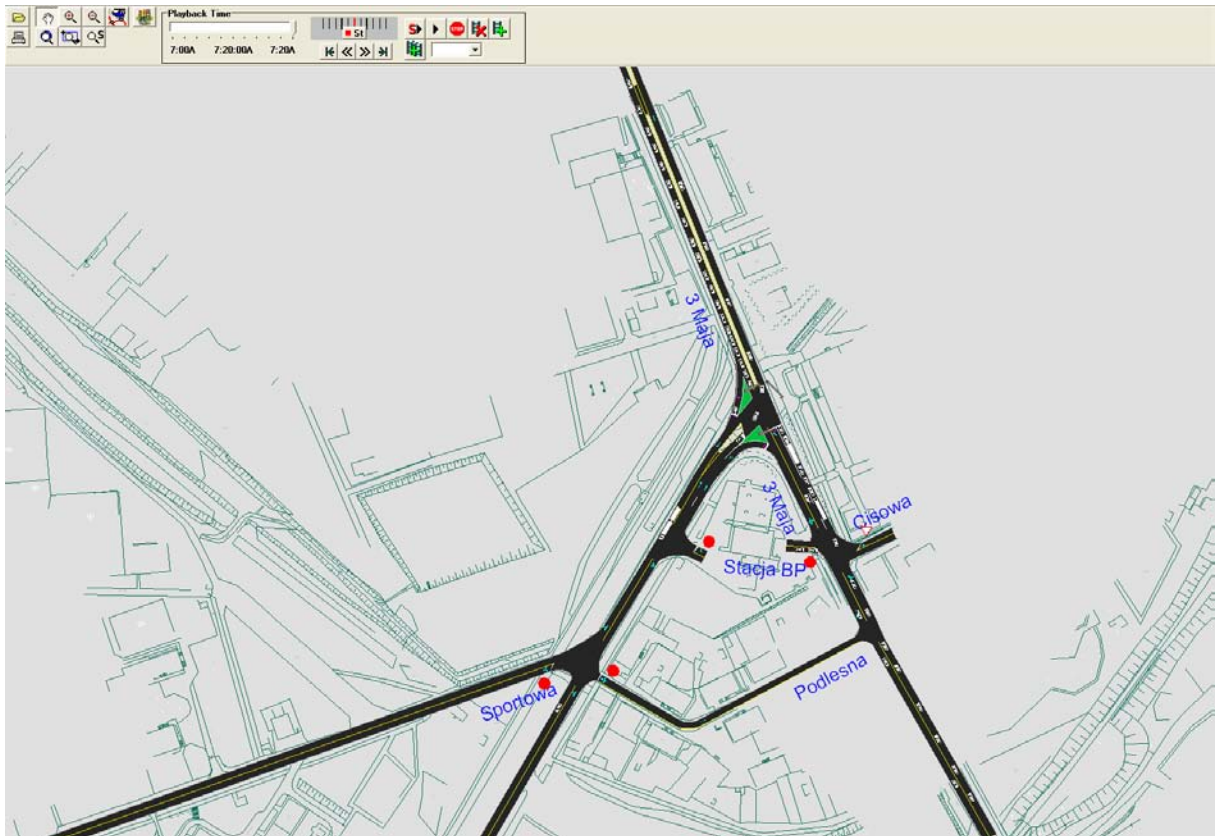
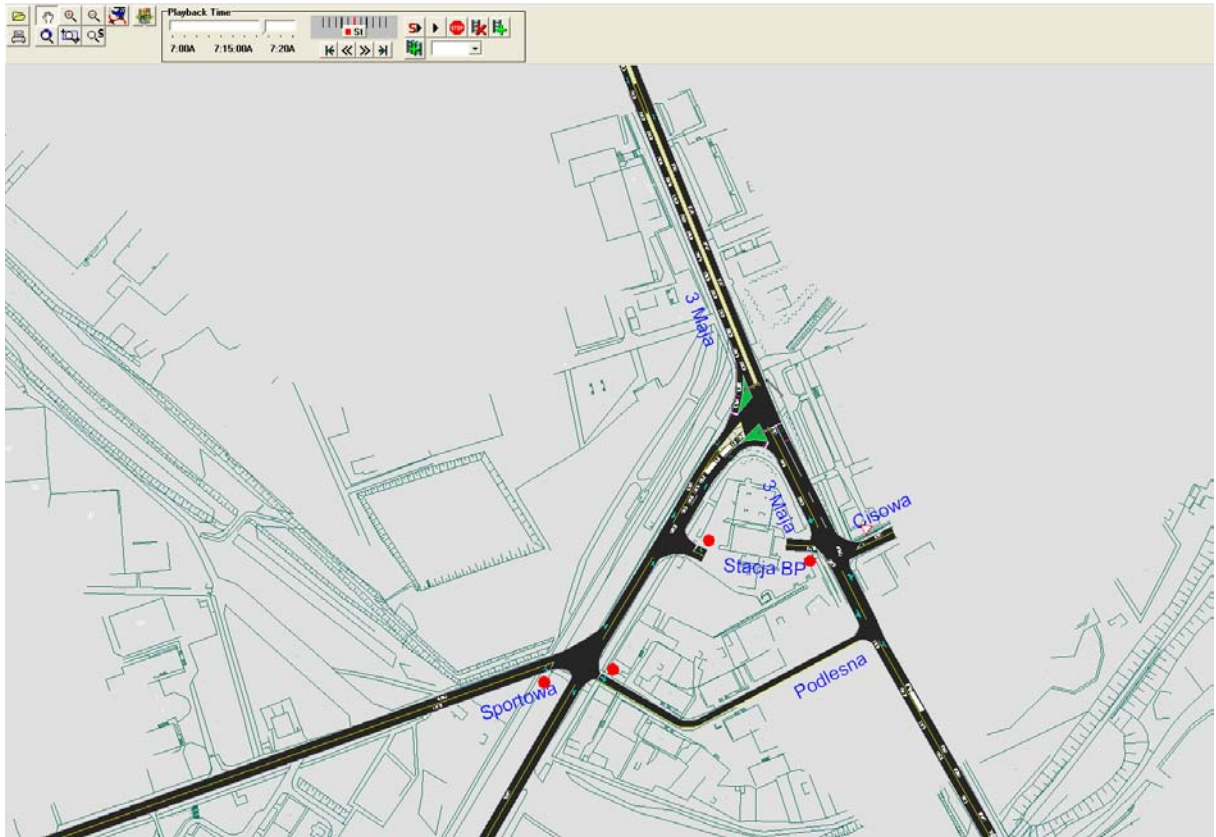
Model ruchu w stanie istniejącym



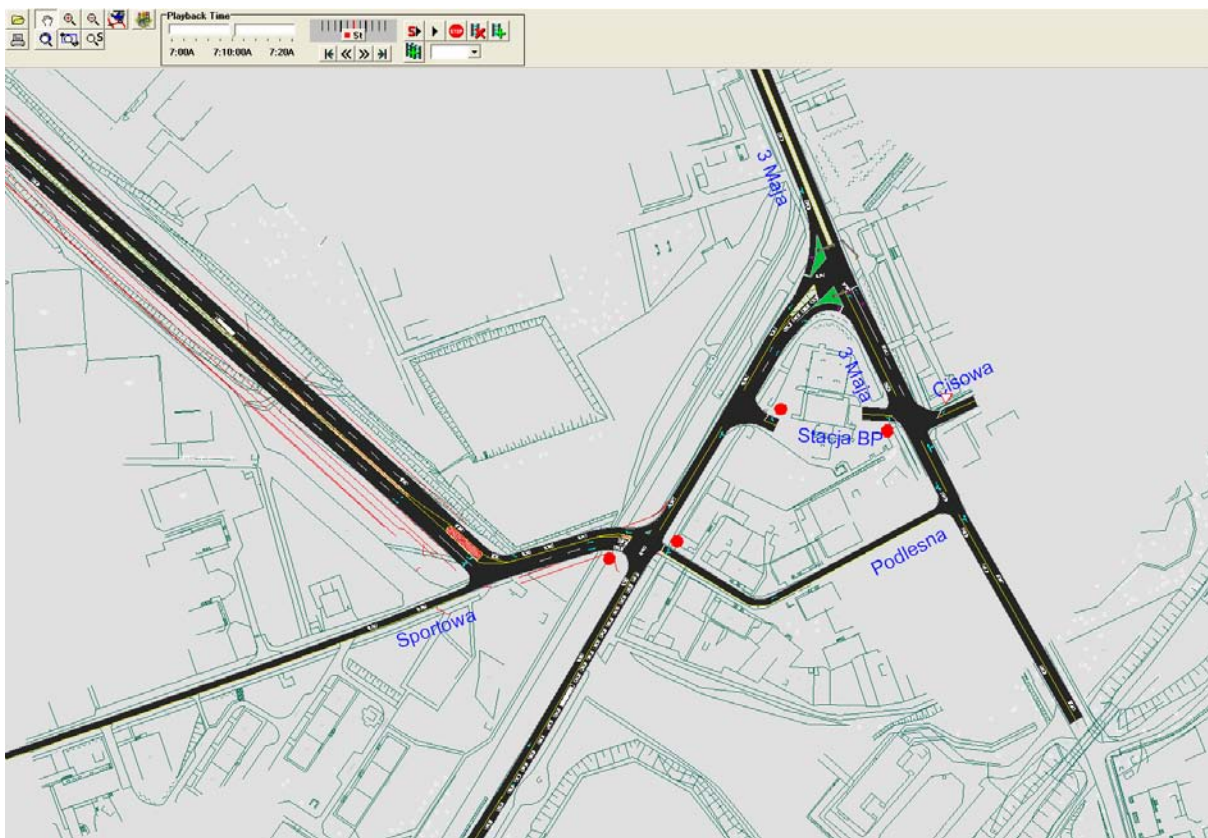
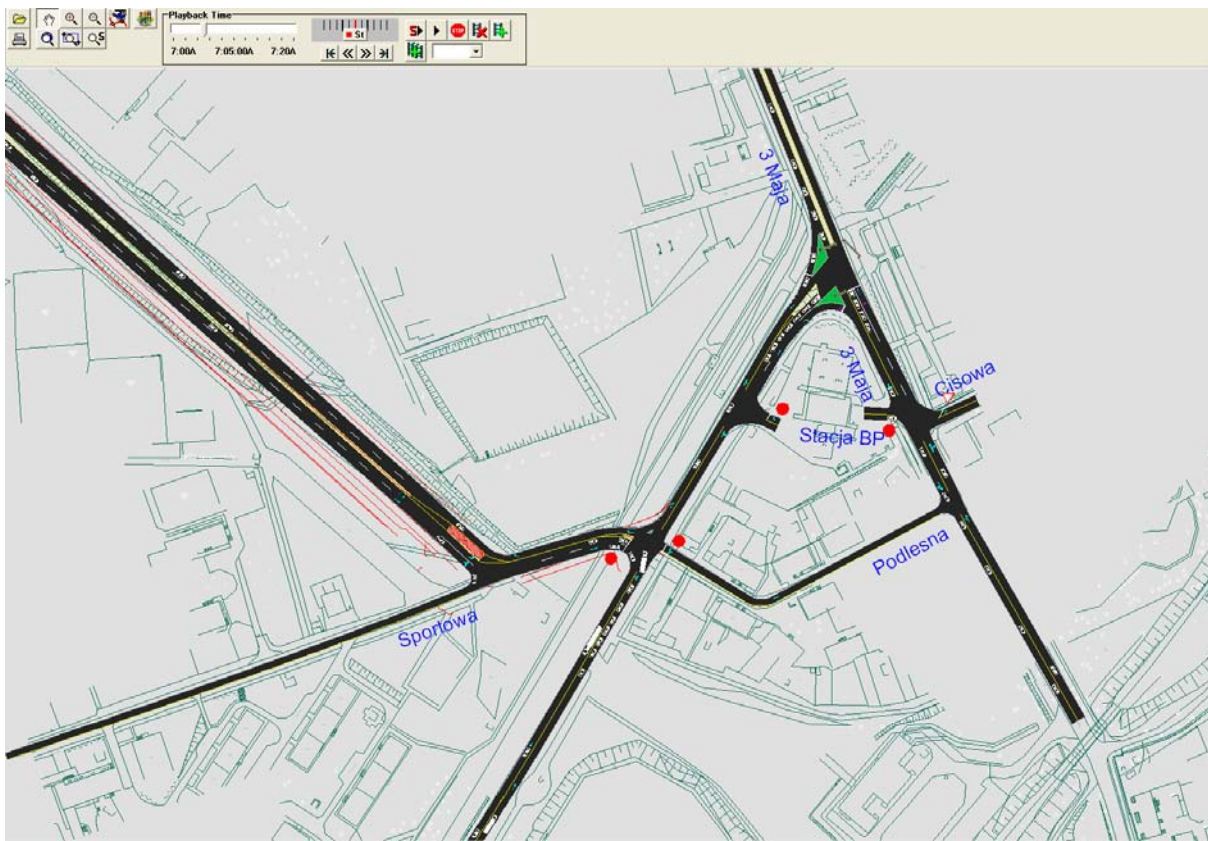


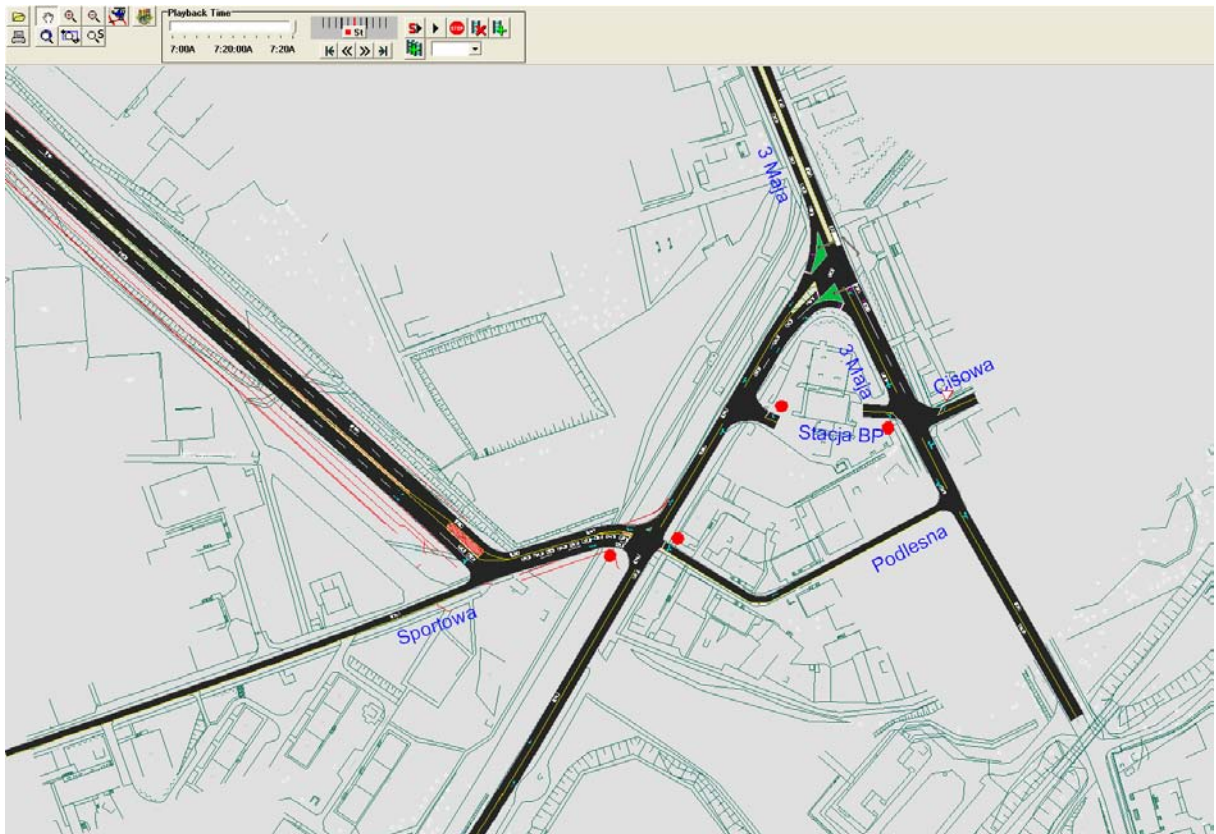
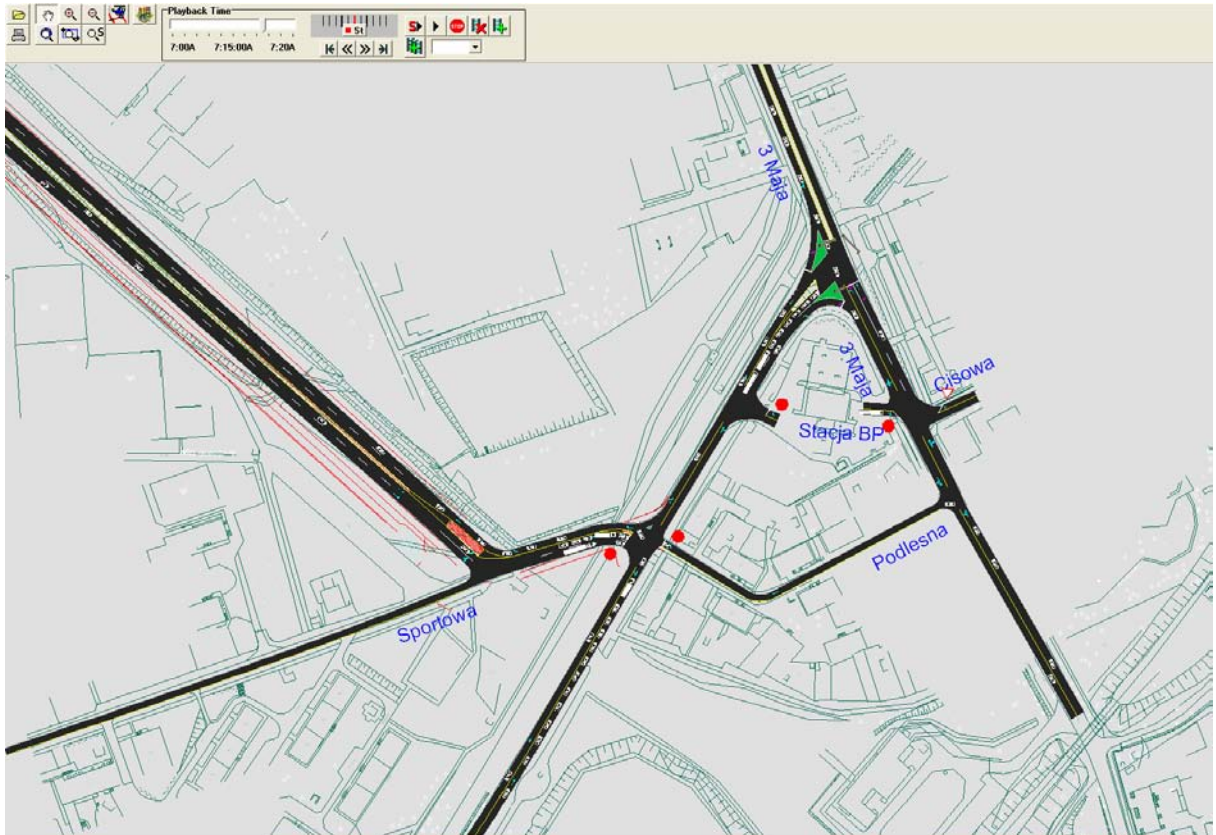
Okres operacyjny - 2015 rok (bez analizowanego odcinka uli. Nowo Paderewskiego)



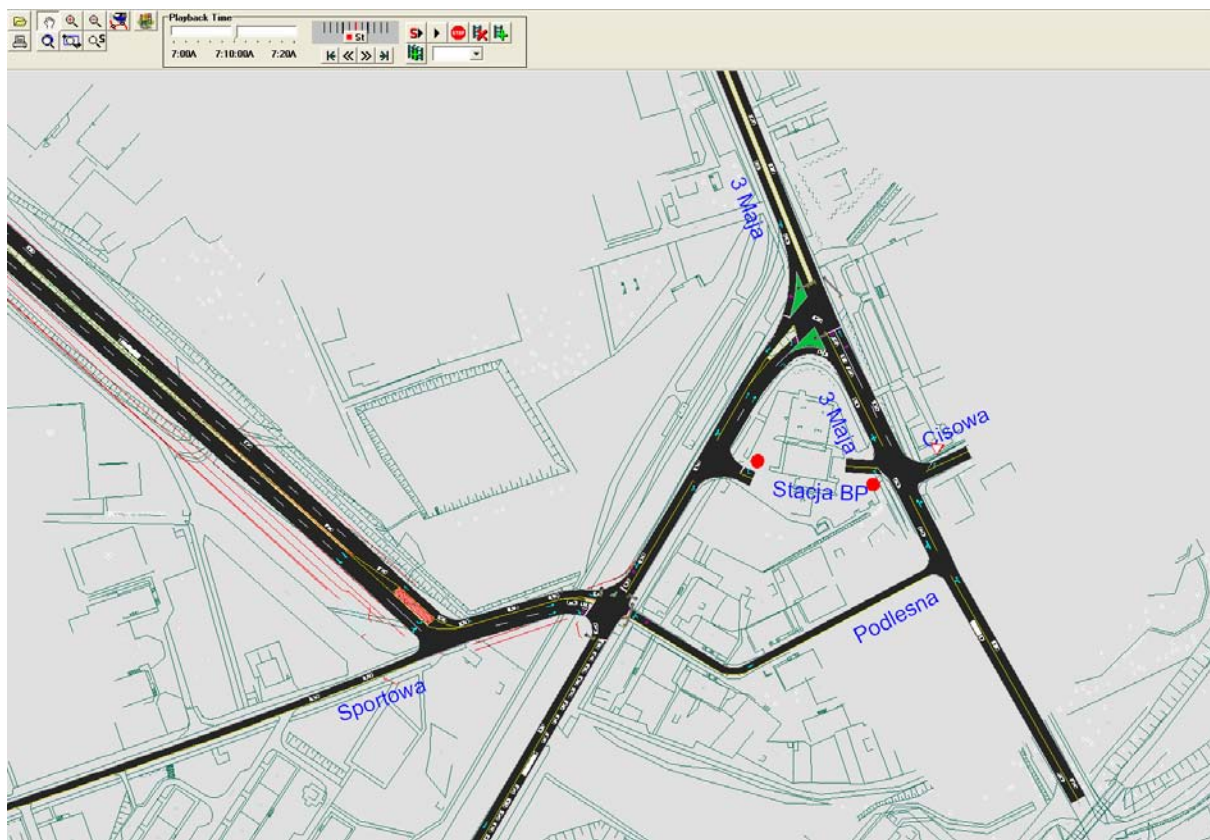
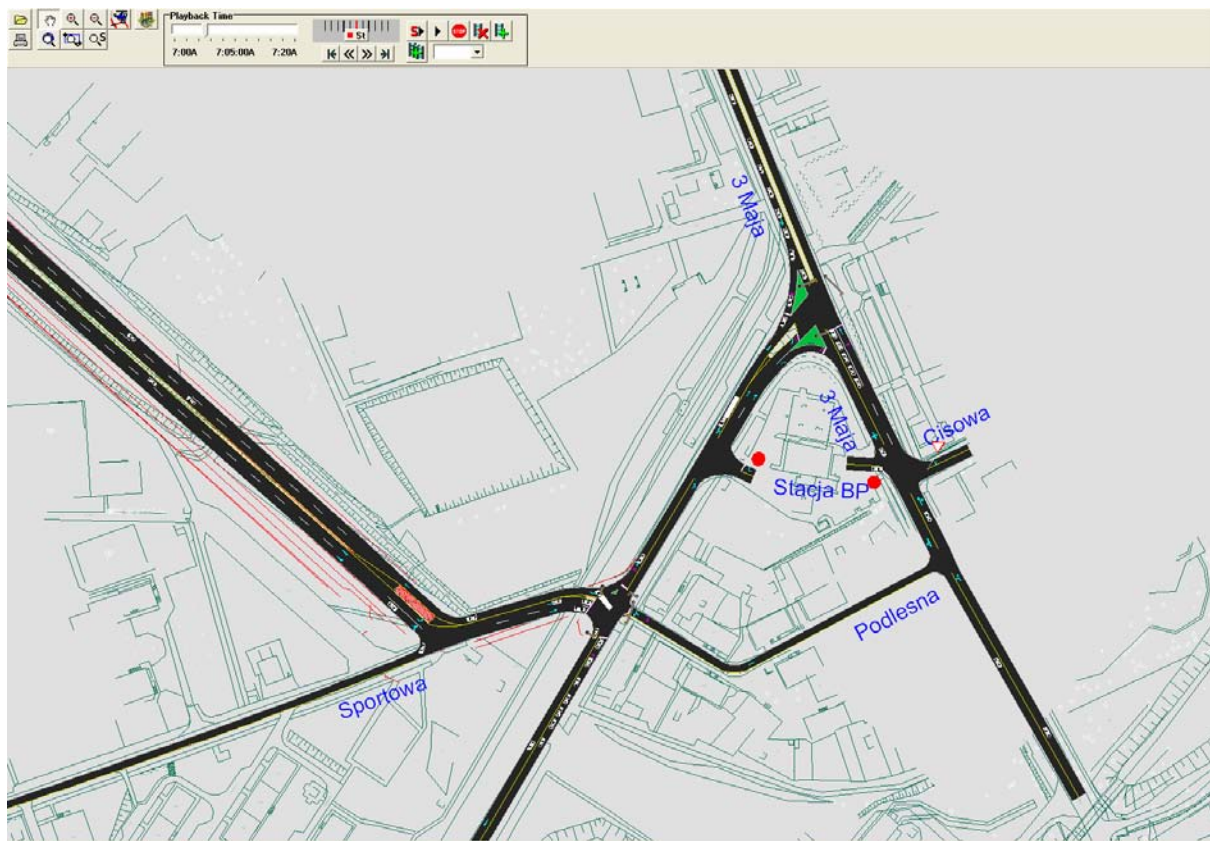


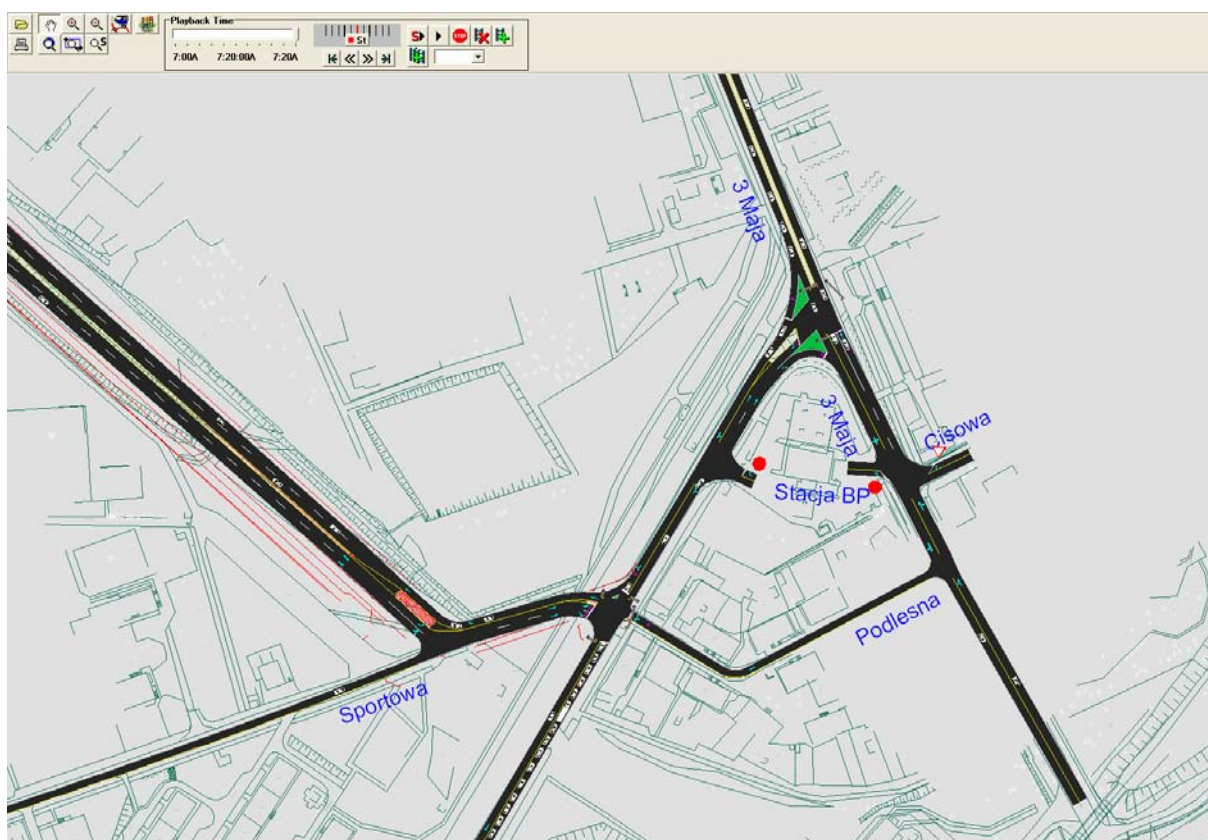
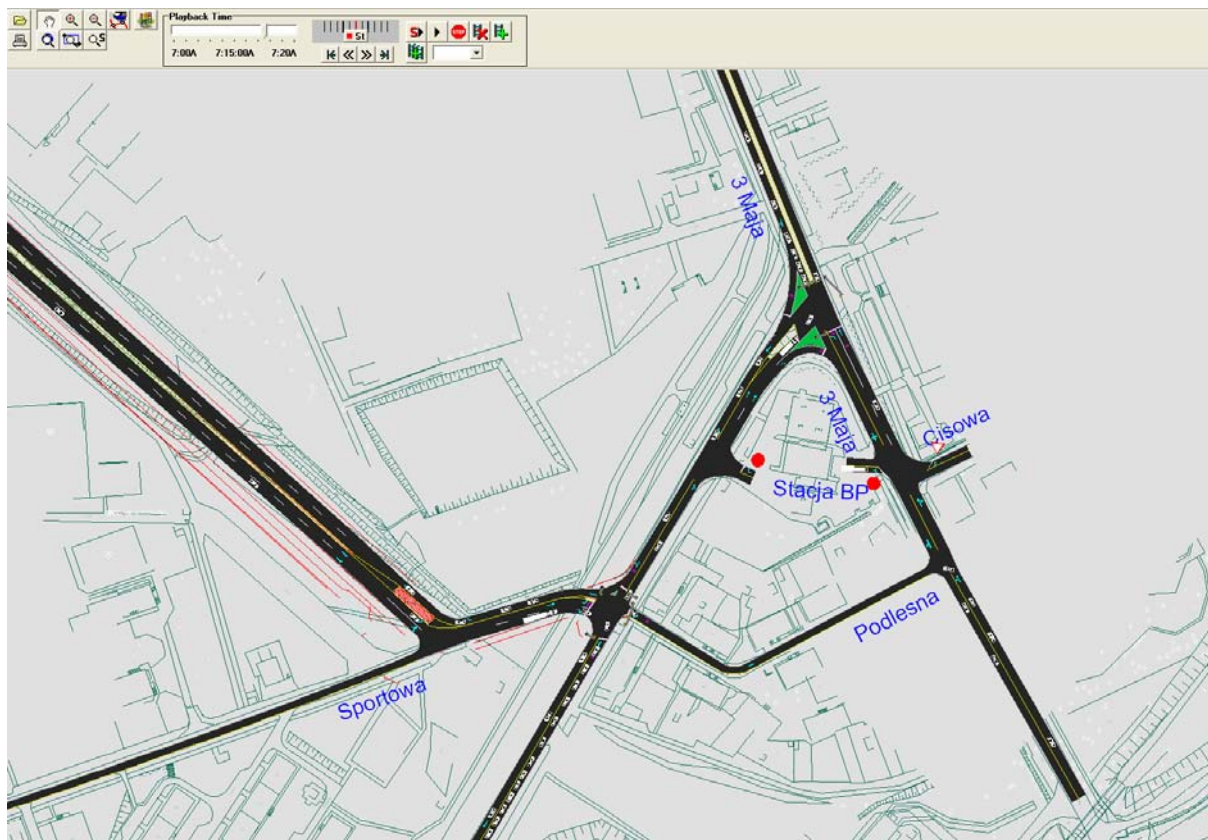
Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego) – rozwiązanie z przebudową skrzyżowania w ciągu ulicy Makoszowskiej



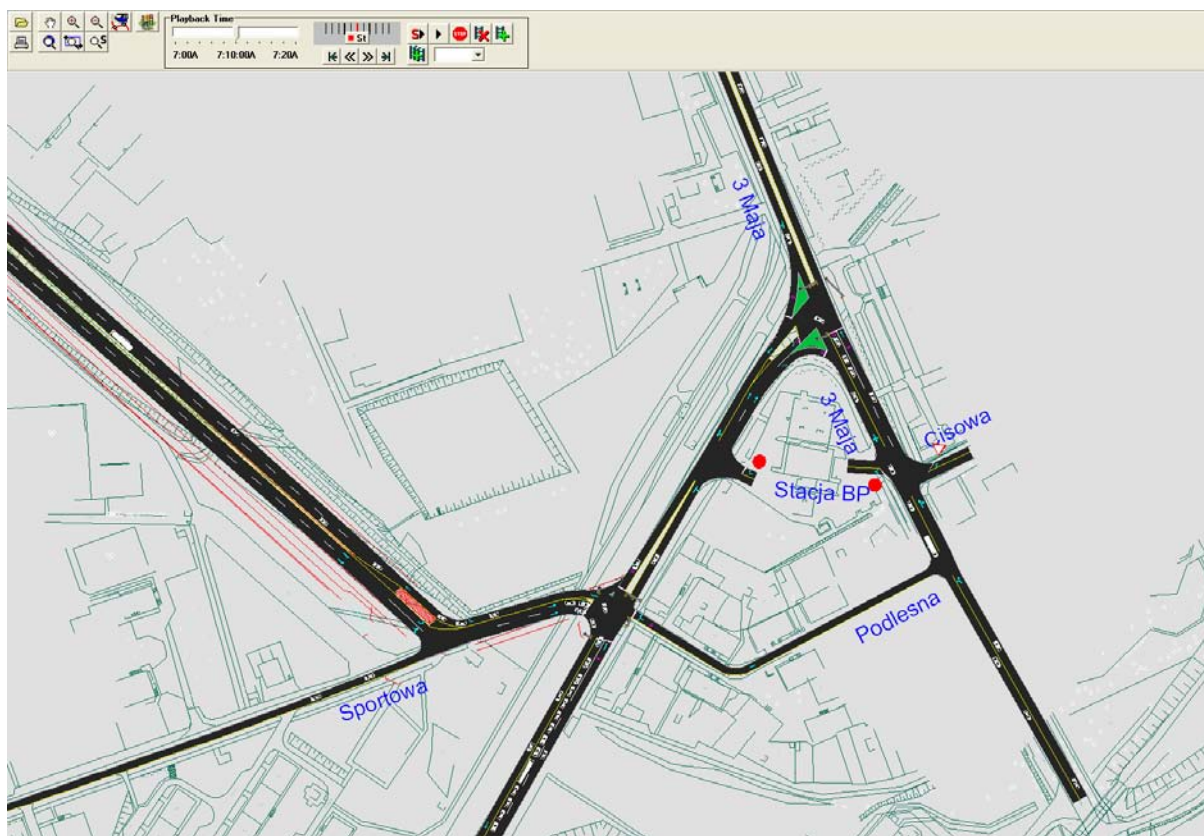
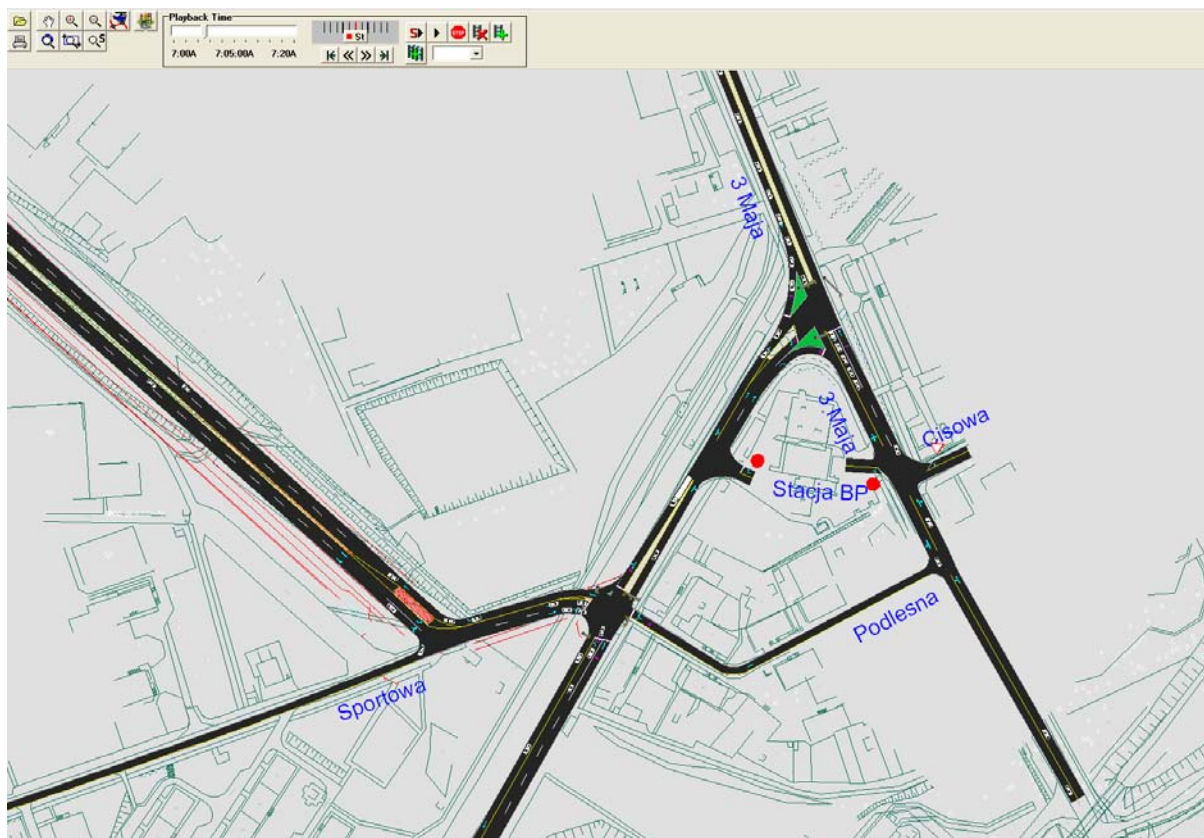


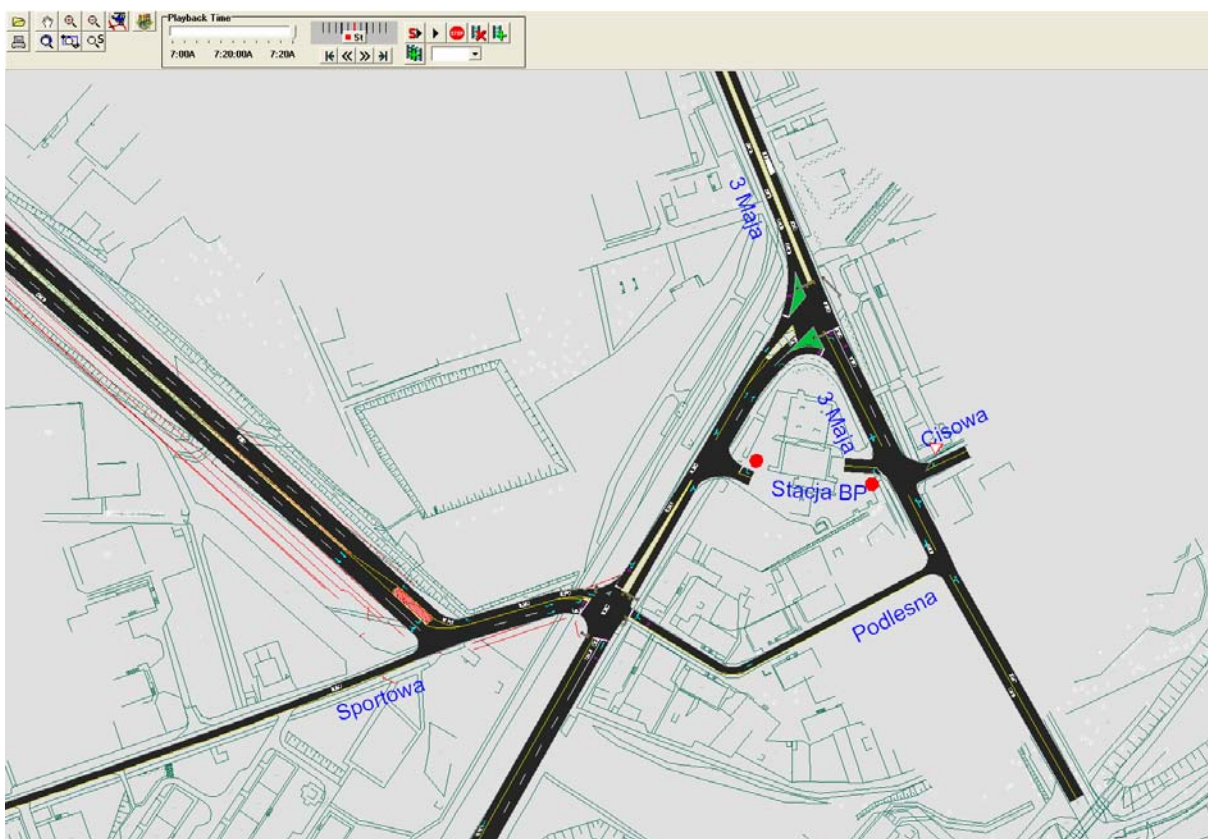
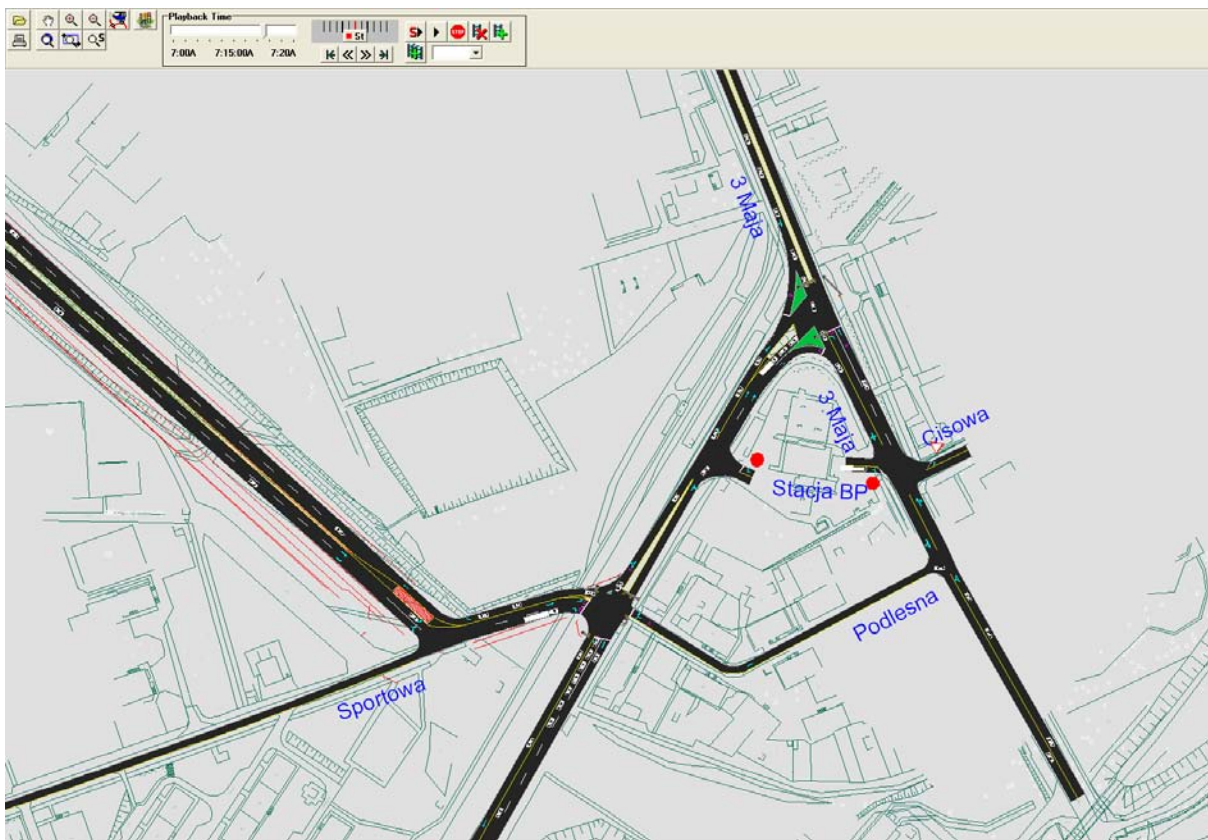
Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego) – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej na analizowanym skrzyżowaniu



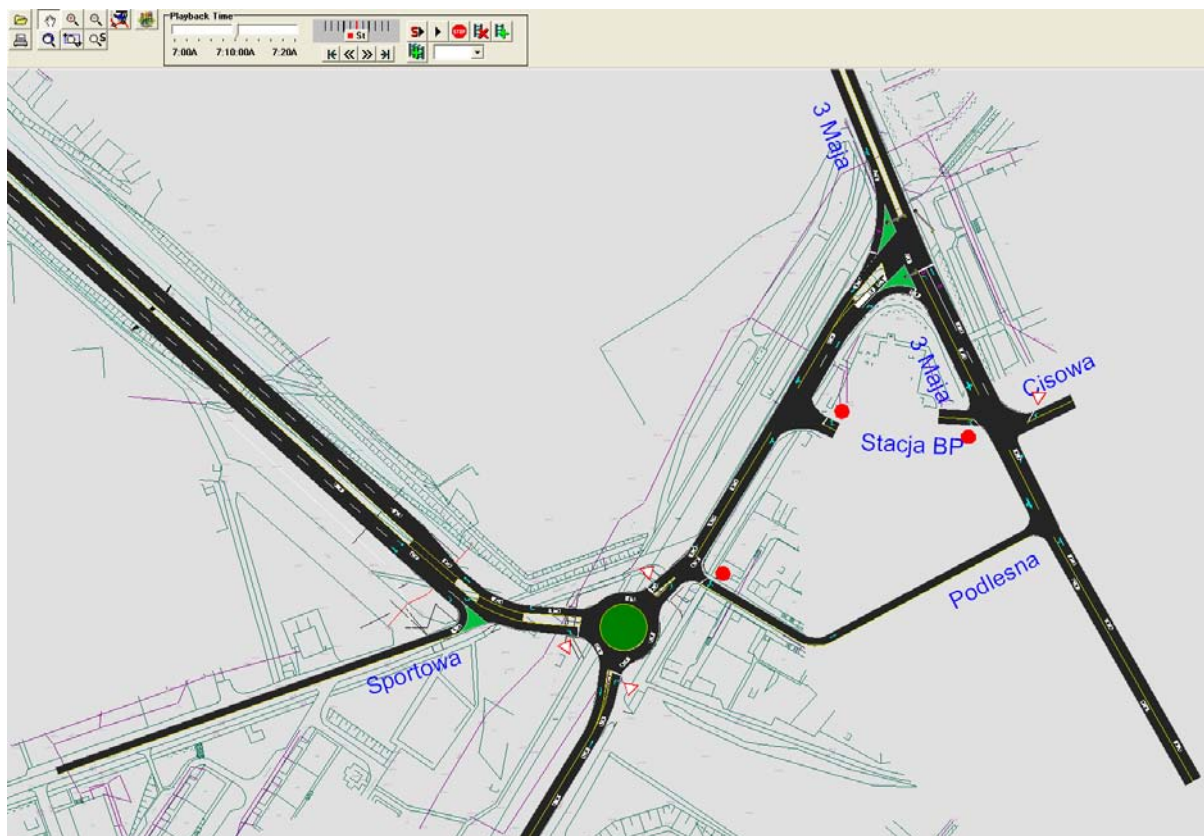
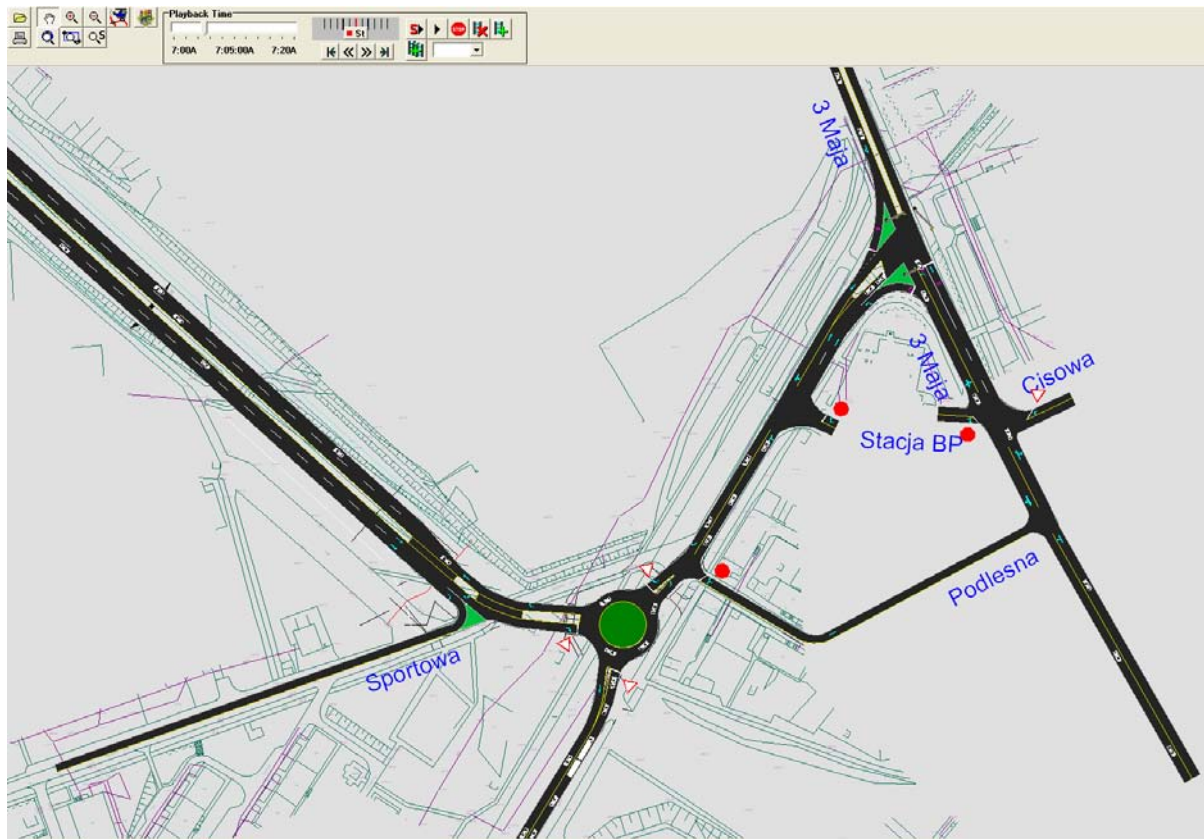


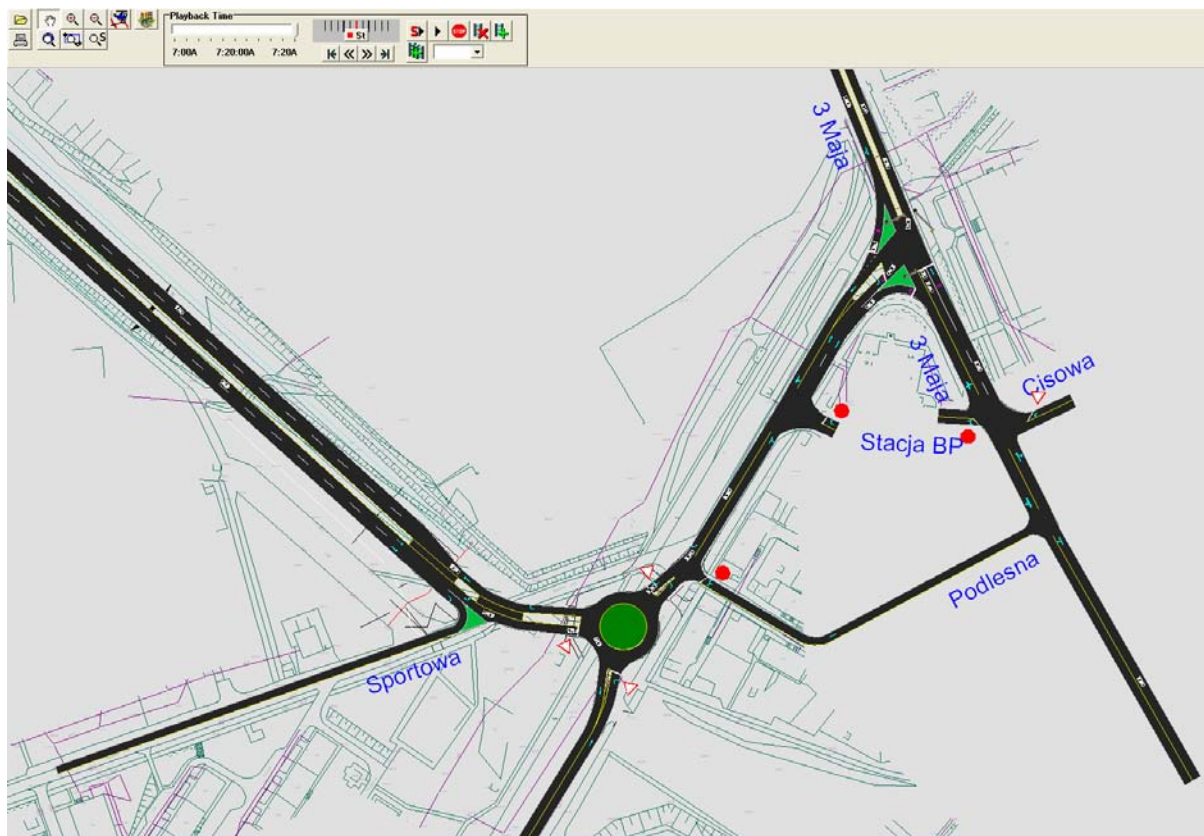
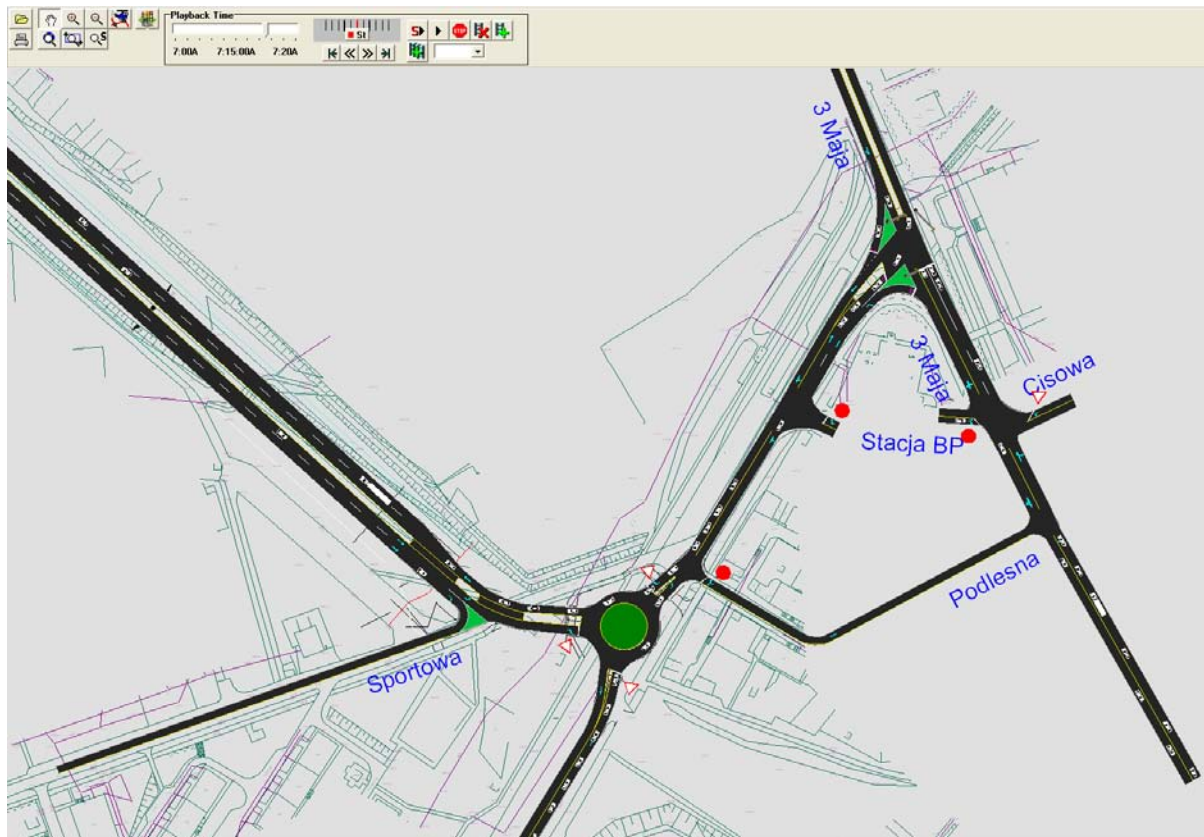
Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego) – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowo wydzielonym lewoskrętem na analizowanym skrzyżowaniu





Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem ul. Nowo Paderewskiego) – rozwiązanie z skrzyżowaniem o ruchu okrężnym typu rondo.





Wykonane dla wariantów symulacje ruchowe przedstawiono w postaci multimedialnej w plikach *.avi, które zostały załączone do niniejszego opracowania.

7. ANALIZA PRZEPUSTOWOŚCI METODĄ KLASYCZNĄ.

7.1. Metodologia obliczeń

Oceny przewidywanych warunków ruchu występujących w obrębie skrzyżowania analizowanego w ramach poniższego opracowania przeprowadzono w oparciu o wytyczne zawarte w instrukcjach obliczania przepustowości skrzyżowań zalecanych przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad.

Oceny przepustowości oraz warunków ruchu w przypadku skrzyżowania z sygnalizacją świetlną dokonano przy założeniu, że będzie to sygnalizacja stałoczasowa. W rzeczywistości jednak taki rodzaj sygnalizacji jest już bardzo rzadko stosowany i zaleca się, aby była to sygnalizacja akomodacyjna chociażby z uwagi na lepszą efektywność pracy.

Procedury zawarte w metodzie mogą być użyte do oceny sprawności funkcjonowania skrzyżowania lub jego poszczególnych wlotów, przy analizie zasadności wprowadzenia sygnalizacji świetlnej oraz przy podejmowaniu decyzji o ewentualnej konieczności jego modernizacji.

Ocena występujących warunków ruchu na skrzyżowaniu jest również podstawą oceny poprawności przyjętego programu sygnalizacji, organizacji ruchu oraz rozwiązania geometrycznego skrzyżowania. Wykorzystuje się głównie wielkości strat czasu, częstość zatrzymań oraz długości kolejek pojazdów na poszczególnych pasach ruchu.

Miarą warunków ruchu panujących na poszczególnych wlotach skrzyżowania z sygnalizacją świetlną są poziomy swobody ruchu (PSR), którym odpowiadają następujące średnie przedziały strat czasu pojazdów:

I PSR (warunki bardzo dobre)	-	0 – 20 s/P
II PSR (warunki dobre)	-	20,1 – 45 s/P
III PSR (warunki przeciętne)	-	45,1 – 80 s/P
IV PSR (warunki niekorzystne)	-	ponad 80 s/P.

Zgodnie z zaleceniami wytycznych projektowania skrzyżowań drogowych warunki ruchu na skrzyżowaniu powinny odpowiadać I-III PSR. W przypadku IV poziomu swobody ruchu może on być dopuszczony jedynie w sytuacjach wyjątkowych, jednak straty czasu nie powinny przekraczać 100 s/P, a stopień obciążenia wartości $X=1,0$.

W ocenie rozwiązania skrzyżowania należy również sprawdzić, czy długość tworzących się kolejek nie przekracza wartości dopuszczalnej.

Wyniki obliczeń przedstawiono w postaci skróconych tabel przy następujących oznaczeniach:

T	- długość cyklu dla sygnalizacji stałoczasowej;
G[1]	- długość światła zielonego dla kolejnej fazy (tutaj nr 1);
X	- współczynnik obciążenia reprezentujący stosunek natężenia do przepustowości;
s/P	- średnie straty czasu w sekundach na pojazd;
WLOT	- kolejny numer wlotu wg zamieszczonego szkicu;
PAS	- kolejny numer pasa na wlocie;
ORGANIZACJA	- przyjęta relacja lub kombinacja relacji ruchu na analizowanym pasie.

W przypadku skrzyżowania z ruchem okrężnym analizę warunków ruchu panujących w ich obrębie przeprowadzono w oparciu o wyznaczenie przepustowości możliwej poszczególnych wlotów (wartość informująca, jak duży potok pojazdów mógłby wjechać z danego wlotu przy założonych wartościach natężeń ruchu tworzących potok nadrzędny dla danego wlotu) oraz jej rezerwy, co pozwala na późniejsze określenie przepustowości rzeczywistej ronda w drodze iteracji.

Podobnie jak w przypadku skrzyżowań bez sygnalizacji świetlnej podstawową miarą warunków ruchu są tutaj średnie straty czasu przypadające na pojazd. Straty te odnoszą się do odcinka wlotu ronda i obejmują straty opóźnienia pojazdu przy dojeździe do kolejki oraz straty ponoszone w kolejce. Do celów projektowania skrzyżowań nowych oraz oceny warunków ruchu na skrzyżowaniach istniejących przyjęto tzw. poziomy swobody ruchu (PSR), będące jakościową miarą warunków ruchu. Zakres zmienności warunków ruchu podzielony został na cztery stany, którym odpowiadają następujące przedziały strat czasu:

I PSR (warunki bardzo dobre)	-	0 - 15 s/P
II PSR (warunki dobre)	-	15,1 - 30 s/P
III PSR (warunki przeciętne)	-	30,1 - 50 s/P
IV PSR (warunki niekorzystne)	-	ponad 50 s/P

Zaleca się tak projektować skrzyżowania, aby na wlotach warunki ruchu nie były gorsze niż odpowiadające III PSR, a wyjątkowo IV PSR. Poziom III PSR może oznaczać niestabilne warunki ruchu, przy których nawet niewielki wzrost natężenia ruchu może spowodować szybki wzrost długości kolejek i strat czasu. Tak niekorzystne warunki ruchu nie byłyby akceptowane przez większość kierowców. Przy dopuszczeniu IV PSR średnie straty czasu nie powinny przekraczać 75 s/P, a rezerwa przepustowości możliwej nie powinna być mniejsza niż 30 P/h.

7.2. Analiza przepustowości skrzyżowania

W poniższym punkcie dokonano oceny PSR (Poziomu Swobody Ruchu) oraz zapasu przepustowości dla rozpatrywanego skrzyżowania.

Tab.1. Ocena warunków ruchu na skrzyżowaniu SK-1 w przypadku obciążenia go prognozowanym ruchem pojazdów (rok 2015) dla skrzyżowania z sygnalizacją świetlną.

wlot	pas	organizacja ruchu	natężenie [P/h]	straty [s/P]	nat. – nas. [P/hz]	X	przepustowość [P/h]	WYNIKI DLA
1	1	LW	641	5,1	1239	0,675	950	T=90 s G[1]=68 s G[2]=12 s
2	1	LWP	11	33,2	1431	0,053	207	
3	1	WP	354	3,1	1600	0,289	1227	
4	1	L	151	36,3	1648	0,634	238	
4	2	P	130	36,5	1333	0,675	193	
Globalne straty czasu = 4,15 h*P/h								

Obsługiwane wloty w fazie:

G1 – 1+3 , G2 – 2+4

Oznaczenie wlotów:

Wlot 1 – ulica Makoszowska [DW921] /Makoszowy/

Wlot 2 – ulica Podleśna

Wlot 3 – ulica Makoszowska [DW921] /centrum/

Wlot 4 – ulica Sportowa

Tab.2. Ocena warunków ruchu na skrzyżowaniu SK-1 w przypadku obciążenia go prognozowanym ruchem pojazdów (rok 2015) dla skrzyżowania z sygnalizacją świetlną i dodatkowo wydzielonym lewoskrętem od strony dzielnicy Makoszowy.

wlot	pas	organizacja ruchu	natężenie [P/h]	straty [s/P]	nat. – nas. [P/hz]	X	przepustowość [P/h]	WYNIKI DLA
1	1	L	369	5,4	1064	0,493	749	T=81 s G[1]=56 s G[2]=15 s
1	2	W	272	4,3	1603	0,241	1128	
2	1	LWP	11	26,3	1431	0,039	283	
3	1	WP	354	4,6	1600	0,314	1126	
4	1	L	151	28,7	1633	0,468	323	
4	2	P	130	28,9	1333	0,494	263	
Globalne straty czasu = 3,66 h*P/h								

Obsługiwane wloty w fazie:

G1 – 1+3 , G2 – 2+4

Oznaczenie wlotów:

Wlot 1 – ulica Makoszowska [DW921] /Makoszowy/

Wlot 2 – ulica Podleśna

Wlot 3 – ulica Makoszowska [DW921] /centrum/

Wlot 4 – ulica Sportowa

Tab.3. Ocena warunków ruchu na skrzyżowaniu SK-1 w przypadku obciążenia go prognozowanym ruchem pojazdów (rok 2015) dla skrzyżowania o ruchu okrężnym typu rondo.

OBLICZANIE PRZEPUSTOWOŚCI I OCENA WARUNKÓW RUCHU NA SKRZYŻOWANIU TYPU RONDO									
ZESTAWIENIE WYNIKÓW					FORMULARZ		W		
ZAMAWIAJĄCY:									
Nr pracy:		Data:		Projekt nadrzędny:					
Miejscowość:									
Skrzyżowanie: SK-1									
Wykonawca:									
Analizę wykonał(a):					Podpis:				
Pomiar natężenia ruchu:		NIE	Data:	Godzina:		Czas:	1 h		
Rodzaj ronda: R1 - rondo jednopasowe									
Średnica zewnętrzna ronda Dz [m]		30		Liczba wlotów na rondo:		3			
Ocena warunków ruchu na wlotach ronda									
Wlot		A		B		C			
Strata czasu dwl [s/P]		6		9		4			
PSR		I		I		I			
Długość (zasięg) kolejki LK [m]		13		32		6			
Przepustowość rzeczywista wlotów ronda									
Wlot		A		B		C			
Przepustowość rzeczywista ronda Crr [P/h]		1899							
Przepustowość rzeczywista wlotu Crwl [P/h]		527		954		419			
Wskaźnik dopuszczalnego wzrostu ruchu wrw [%]		48,8							
Stopień wykorzystania przepustowości wlotów pwl [-]		0,672							
Rezerwa przepustowości rzeczywistej wlotu ΔCrwl [P/h]		173		313		138			

Oznaczenie wlotów:

Wlot A – ulica Makoszowska [DW921] /centrum/

Wlot B – ulica Makoszowska [DW921] /Makoszowy/

Wlot C – ulica Sportowa

8. WNIOSKI KOŃCOWE

- Prognoza ruchowa na 2015 rok, zakładająca realizację autostrady A1 i DTŚ na pełnym przebiegu pokazuje iż w analizowanym obszarze nastąpią znaczące zmiany w przepływach ruchu. Fakt skomunikowania ul. Makoszowskiej z DTŚ poprzez węzeł De Gaulle'a w sposób radykalny będzie odciążał skrzyżowanie Makoszowska – 3-go Maja, natomiast od strony kopalni w godzinach szczytu na projektowanym skrzyżowaniu występować będzie znaczący lewoskręt.
- Przeprowadzone analizy metodą mikrosymulacji pozwalają na sformułowanie następujących wniosków dla kolejnych wariantów:
 - *Model stanu istniejącego* – Po dokonanej wizji lokalnej w godzinach szczytu popołudniowego na skrzyżowaniu ulicy 3 Maja z ulicą Makoszowską stwierdzono, iż aktualnie realizowany program sygnalizacji świetlnej na w/w skrzyżowaniu wymaga optymalizacji celem rozładowania kolejki pojazdów oczekujących na wjazd od strony centrum.
 - *Okres operacyjny - 2015 rok (bez analizowanego odcinka uli. Nowo Paderewskiego)* – Zakładając 25 % wzrost ruchu przy jednoczesnym braku realizacji jakichkolwiek inwestycji drogowych na analizowanym obszarze, rezerwa przepustowości na skrzyżowaniu ulic 3 Maja z ulicą Makoszowską zostaje całkowicie wyczerpana.
 - *Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem uli. Nowo Paderewskiego)* – rozwiązanie z budową skrzyżowania w ciągu ulicy Makoszowskiej. – Znaczący udział pojazdów skręcających w lewo od strony dzielnicy Makoszowy będących jednocześnie relacją podporządkowaną względem pojazdów jadących od strony centrum powoduje tworzenie się kolejki pojazdów oczekujących na wjazd od strony kopalni. Tworząca się kolejka pojazdów na wlocie głównym przyczynia się do utrudniania relacji lewoskrętu z wlotu podporządkowanego. Tworzące się kolejki nie mają charakteru stałego i rozładują się samoistnie.
 - *Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem uli. Nowo Paderewskiego)* – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej – zastosowanie sygnalizacji świetlnej znacznie poprawia warunki ruchu na wlocie od strony ulicy Sportowej, aczkolwiek problem lewoskrętu od strony dzielnicy Makoszowy w dalszym ciągu nie zostaje rozwiązany.
 - *Okres operacyjny - 2015 rok z analizowanym odcinkiem uli. Nowo Paderewskiego)* – rozwiązanie z zastosowaniem sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowo wydzielonym lewoskrętem na analizowanym skrzyżowaniu – Wydzielenie lewoskrętu od strony dzielnicy Makoszowy przy jednoczesnym zastosowaniu akomodacyjnej sygnalizacji świetlnej współpracującej z sąsiednią sygnalizacją na skrzyżowaniu ulicy 3 Maja z ul. Makoszowską daje zadowalającą pracę układu. W sytuacji, w której znaczący udział pojazdów skręcających w lewo od strony Przyszowic pojawi się jednocześnie na wlocie, warunkiem dobrej pracy analizowanego skrzyżowania jest budowa min 100 metrowego wydzielonego pasa dla w/w lewoskrętu.

- *Okres operacyjny - 2015 rok (z analizowanym odcinkiem uli. Nowo Paderewskiego) – rozwiązanie z skrzyżowaniem o ruchu okrężnym typu rondo* – z wyżej analizowanych wariantów jest to rozwiązanie, które w najlepiej pracuje przy tak prognozowanych relacjach i potokach ruchu. Wcześniejszy problem lewoskrętu od strony dzielnicy Makoszowy, jak również wjazd na skrzyżowanie od strony ulicy Stadionowej został przy tak zaprojektowanej geometrii skrzyżowania samoczynnie rozwiązany. Ponadto zlokalizowane powyżej skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną wpływa bardzo korzystnie na pracę ronda, tworząc tzw. luki czasowe znacznie ułatwiające wjazd na skrzyżowanie o ruchu okrężnym.
- Przeprowadzona analiza przepustowości oraz ocena panujących warunków ruchu dla rozpatrywanych wariantów przebudowy skrzyżowania pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:
 - W każdym z analizowanych wariantów przepustowość nie jest zagrożona i w zależności od przyjętego rozwiązania przewiduje się występowanie I oraz II PSR, co w przypadku projektowanych rozwiązań jest wystarczające.
 - Z przeprowadzonych obliczeń wynika, iż dla zaproponowanych rozwiązań przebudowy skrzyżowania możliwy jest dalszy wzrost natężenia ruchu na wszystkich jego wlotach o ok. 50% oraz o ok.100% (w przypadku skrzyżowania z sygnalizacją świetlną z dodatkowym pasem ruchu dla pojazdów skręcających w lewo) aż do osiągnięcia granicy przepustowości przyjętego dla poziomu IV (krytyczne warunki ruchu), co stanowi bezpieczną rezerwę.
 - W przypadku rozwiązań z sygnalizacją świetlną wprowadzenie dodatkowego pasa ruchu dla pojazdów skręcających w lewo na wlocie ulicy Makoszowskiej znacznie poprawi warunki ruchu występujące na tym wlocie oraz wyraźnie wpłynie na zmniejszenie występujących strat czasu.