

Audyt natężenia ruchu, przepustowości w mieście i potrzeb w zakresie miejsc parkingowych

część 3

Wykonanie analiz przepustowości układu drogowego
na terenie miasta

Opracowanie pt.

Audyty natężenia ruchu, przepustowości w mieście i potrzeb w zakresie miejsc parkingowych – część 3. Wykonanie analiz przepustowości układu drogowego na terenie miasta

Przygotowane na zlecenie **Gminy Miasta Złotów** przez firmę:



Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o. o.

**ul. Sielecka 35
00-738 Warszawa
www.zdgtor.pl**

na podstawie umowy nr ZP.272.39.2022 pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą z dnia 7.07.2022 roku

Skład autorski opracowania:

Mysona Maciej – Kierownik projektu

Balik Jakub

Hyla Kamil

Jarecki Bartosz

Kasiuk Bartłomiej

Kulawczuk Dawid

Męczyński Michał

Piecuch Jakub

Wojciechowski Robert

i inni

Skład i opracowanie graficzne:

Natalia Jamróz

Spis treści

SŁOWNIK POJĘĆ I SKRÓTÓW	4
1. WSTĘP	5
2. METODYKA TWORZENIA ORAZ KALIBRACJI MODELI MIKROSYMULACYJNYCH	8
3. OMÓWIENIE ANALIZ MIKROSYMULACYJNYCH	9
3.1. W1 — SKRZYŻOWANIE DROGI WOJEWÓDZKIEJ 188 Z ULICĄ OBRONCÓW WARSZAWY	10
3.2. W3 — SKRZYŻOWANIE DRÓG WOJEWÓDZKICH 188 (ULICA STANISŁAWA STASZICA) I 189 (ULICA POWSTAŃCÓW)	19
3.3. W5 — SKRZYŻOWANIE ALEI PIASTA Z ULICĄ NORWIDA	27
3.4. D1 — SKRZYŻOWANIE ULIC PARTYZANTÓW, JASTROWSKIEJ, GRUDZIŃSKICH I DWORU ŻŁOTOWSKIEGO	34
3.5. D2 — SKRZYŻOWANIE ALEI ADAMA MICKIEWICZA, ULICY KSIĘDZA DOMAŃSKIEGO, ULICY WOJSKA POLSKIEGO I ALEI PIASTA	41
4. SPIS RYSUNKÓW, TABEL I ZDJĘĆ	48

Słownik pojęć i skrótów

A	autobus
ANPR	(z ang. Automatic Number Plate Recognition) system rozpoznający tablice rejestracyjne pojazdów, służący do określania natężeń pojazdów przejeżdżających przez wybrany przekrój drogi oraz określający typ pojazdu. System działa przy użyciu specjalistycznych kamer
C	samochód ciężarowy
D	samochód dostawczy
Godzina szczytu/godzin a szczytowa okresu	maksymalne natężenie ruchu obserwowane na skrzyżowaniu w przeciągu 60 minut
Kier. D	kierunek podróży pojazdów wjeżdżających do miasta
Kier. Z	kierunek podróży pojazdów wyjeżdżających z miasta
M	motocykl
mikrosymulacja	symulacja ruchu drogowego obejmująca wybrany fragment sieci transportowej, np. jedno skrzyżowanie lub układ kilku skrzyżowań zlokalizowanych obok siebie
O	samochód osobowy
Okres szczytu	przedział czasowy w jakim zostało przeprowadzane badanie. W niniejszym dokumencie wyróżni a się okres szczytu porannego i popołudniowego
P	samochód ciężarowy z przyczepą/naczepą
W	ciągnik rolniczy lub pojazd wolnobieżny

1. Wstęp

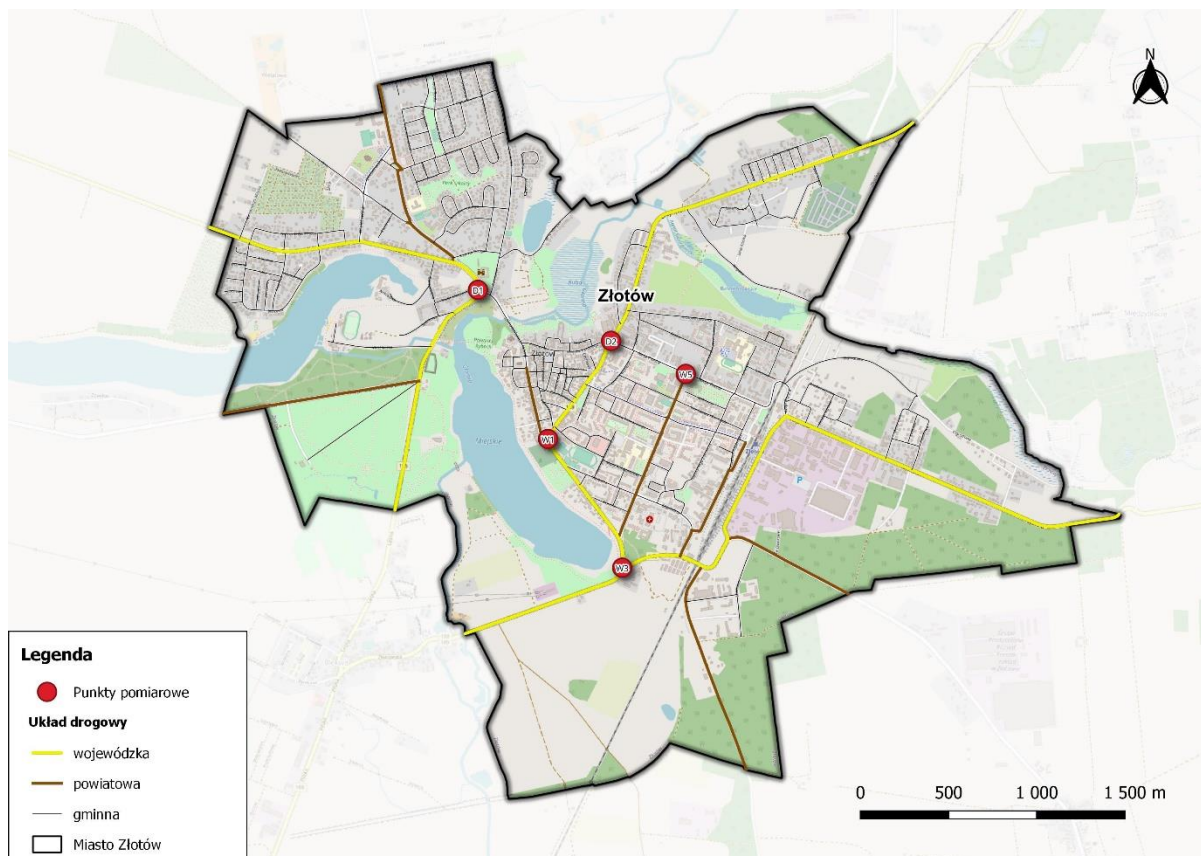
Niniejszy dokument jest raportem częściowym nr 3 dla opracowania: „Audyt natężenia ruchu, przepustowości w mieście i potrzeb w zakresie miejsc parkingowych”. Zamawiającym niniejszego opracowania jest Gmina Miasto Złotów.

Dokument jest poświęcony analizie ruchu układu drogowego w zakresie kluczowych skrzyżowań ulokowanych na terenie Miasta. W ramach prac przeanalizowano ruch na wybranych 5 skrzyżowaniach w mieście, przy pomocy modeli mikrosymulacyjnych wykonanych w programie VISSIM firmy PTV. Program umożliwia wierne odwzorowanie rzeczywistej infrastruktury drogowej wraz ze strukturą rodzajową i kierunkową ruchu poruszających się po sieci drogowej pojazdów, a także pozwala na modelowanie zachowań kierowców, pieszych i rowerzystów, jakie są charakterystyczne i unikalne dla danej lokalizacji. Program VISSIM służy również za narzędzie do rozwiązywania problemów występujących na sieci drogowej oraz umożliwia porównywanie różnych parametrów charakteryzujących ruch pojazdów, tak aby znaleźć optymalne rozwiązanie organizacyjne czy infrastrukturalne dla konkretnego przypadku.

Po analizie badań ruchu drogowego, wizji lokalnej oraz analizie danych zastanych wytypowano 5 lokalizacji podlegających dalszym pracom analitycznym:

- W1— skrzyżowanie drogi wojewódzkiej 188 z Obrońców Warszawy;
- W3— skrzyżowanie dróg wojewódzkich o numerach 188 i 189;
- W5— skrzyżowanie o ruchu okrężnym Alei Piasta z ulicą Norwida;
- D1— skrzyżowanie o ruchu okrężnym Rondo Zamkowe;
- D2— skrzyżowanie o ruchu okrężnym Rondo 31 Stycznia.

Rysunek 1 Lokalizacje punktów węzłowych, dla których przygotowano analizy mikrosymulacyjne



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Na dwóch skrzyżowaniach o ruchu okrężnym poddanych analizom, tj. Rondo Zamkowe (ozn. D1) oraz Rondo 31 Stycznia (ozn. D2), badania ruchu wykonano za pomocą dronów, natomiast na pozostałych trzech skrzyżowaniach (ozn. W1, W3, W5) pomiarów dokonywano przy pomocy wideorejestracji z poziomu kamer zamontowanych na wysokości kilku metrów (rzut ukośny).

Analizy modeli dla teoretycznych oraz faktycznych danych dotyczących ruchu pojazdów w mieście pozwalają zauważyć główne potoki przepływu pojazdów oraz ustalić, czy istniejąca infrastruktura stanowi tak zwane „wąskie gardła”. Wyniki analizy mogą być podstawą, co do wdrożenia stosownych zmian infrastrukturalnych czy organizacyjnych w miejscach konfliktowych.

Pomiary, z których czerpano dane do kalibracji modeli mikrosymulacyjnych zostały wykonane 6 października 2022 roku (w czwartek). Czas badania obejmował godziny szczytu porannego oraz popołudniowego na badanych punktach węzłowych. Modele zostały skalibrowane dla godzin szczytowych szczytu popołudniowego, gdyż to właśnie w szczycie popołudniowym na każdym ze skrzyżowań poddanych analizom, zaobserwowano najwyższe wartości natężenia ruchu pojazdów. Na Rondzie Zamkowym i Rondzie 31 Stycznia szczytowe godziny natężeń ruchu przypadły na okres 14:15- 15:15 w przypadku Ronda Zamkowego (D1) oraz 14:00-15:00 dla Ronda 31 Stycznia (D2). We wszystkich pozostałych lokalizacjach wartości szczytowe natężeń odnotowano dla przedziału czasowego 14:00- 15:00.

Na skrzyżowaniach poddanych badaniom wyszczególniono strukturę kierunkową i rodzajową ruchu. Struktura rodzajowa obejmuje między innymi podział na następujące kategorie pojazdów:

- Motocykle— M;
- Samochody osobowe—O;
- Samochody dostawcze— D;
- Autobusy— A;

Szczegółowe wyniki natężenia ruchu wraz z ich wizualizacją przedstawiono w części 2 opracowania.

Kartogramy zawsze zorientowane są zgodnie z głównymi kierunkami geograficznymi świata, co oznacza że wlot północny zawsze jest skierowany na biegun północny, natomiast wlot południowy w kierunku bieguna południowego.

Do opracowania załączono pliki modeli mikrosymulacyjnych opracowanych w programie PTV VISSIM.

2. Metodyka tworzenia oraz kalibracji modeli mikrosymulacyjnych

W modelach skupiono się na analizach obszaru danego skrzyżowania, pomijając ruch pojedynczych pojazdów włączających się do ruchu z przydrożnych parkingów, posesji mieszkaniowych, osiedli itp. Pojedyncze pojazdy włączające się do ruchu w okolicach skrzyżowania, dojeżdżające czy wyjeżdżające z posesji mieszkalnych nie przyczynią się do znacznego pogorszenia parametrów przepustowych skrzyżowań. Nie uwzględniono również pojazdów parkujących na przydrożnych parkingach, czy wykonujących manewry skrętu do posesji mieszkalnych, czy innych obiektów użyteczności publicznej, gdyż badanie nie obejmowało pozyskiwania tego typu danych. Tego typu manewry występujące w rzeczywistości przyczyniają się do zwiększenia kolejek pojazdów oraz dodatkowych opóźnień w ruchu, co finalnie przekłada się na pogorszenie przepustowości infrastruktury drogowej.

Kalibrację modeli mikrosymulacyjnych przeprowadza się celem dostosowania parametrów modelu do obserwowanych w rzeczywistości zachowań uczestników ruchu. Wszystkie analizowane skrzyżowania są pozbawione sygnalizacji świetlnej. Zasady pierwszeństwa w ruchu dobrano zgodnie z obowiązującymi przepisami ruchu drogowego – na przejściach dla pieszych oraz przejazdach rowerowych piesi i rowerzyści mają bezwarunkowe pierwszeństwo względem nadjeżdżających pojazdów, które to zawsze ustępują im pierwszeństwa. W modelach zdecydowano się nie uwzględniać wzajemnego ustępowania pierwszeństwa innego, niż wymagane przepisami (np. ustąpienie pierwszeństwa przez pojazd na drodze z pierwszeństwem pojazdowi wykonującemu manewr skrętu w danym kierunku). Należy mieć na uwadze, że w rzeczywistych warunkach ruchu tego typu zachowania występują, co dla niektórych relacji dla konkretnych skrzyżowań może wpływać na niewielką zmianę parametru przepustowości danego wlotu.

Prędkości na odcinkach dróg dojazdowych do skrzyżowań dobrano dla obowiązujących rzeczywistych prędkości dla danego odcinka. Na łącznikach pomiędzy drogami dojazdowymi a pasem ronda oraz na łukach drogowych zastosowano obszary ograniczenia prędkości, które ustalono na 20 km/h dla wszystkich typów pojazdów, co wynika z geometrii skrzyżowań i naturalnego ograniczenia prędkości przez kierowców na wjazdach i wyjazdach ze skrzyżowania oraz na ostrych skrętach. Wyjątek stanowi skrzyżowanie W3, gdzie na łącznikach ograniczenie prędkości ustalono na 30 km/h dla wszystkich typów pojazdów, ze względu na większe promienie łuków łączących poszczególne drogi, co sprzyja utrzymywaniu wyższych prędkości przejazdu.

Prędkość pożądaną na pasie ronda ustalono na 25 km/h dla każdego typu pojazdów.

3. Omówienie analiz mikrosymulacyjnych

W programie VISSIM sparametryzowano modele skrzyżowań tak, aby porównać obserwowane natężenia ruchu na skrzyżowaniach z autentyczną przepustowością infrastruktury.

Jednym z najważniejszych pojęć funkcjonującym w inżynierii ruchu drogowego jest przepustowość danej infrastruktury drogowej (w przypadku niniejszego raportu – skrzyżowań), która wyrażana jest przez liczbę pojazdów jakie w jednostce czasu są zdolne pokonać dany przekrój drogi. Przepustowość najczęściej wyrażana jest liczbą pojazdów na godzinę przejeżdżających przez skrzyżowanie, przekrój drogi, etc. W ujęciu punktowym, jakiego dokonano w tej części analizy mówimy o przepustowości danego skrzyżowania, a nie całego układu drogowego. Na tym etapie zaznaczyć należy, że rzeczywista przepustowość całego układu zależy od przepustowości poszczególnych odcinków i skrzyżowań, a na jej zmiany wpływa również liczba miejsc parkingowych ulokowanych wzdłuż pasa jezdni, liczba wjazdów na posesję, gęstość rozmieszczenia skrzyżowań, gęstość rozmieszczenia przejść dla pieszych oraz przejazdów dla rowerów.

Dla wszystkich skrzyżowań w programie VISSIM zobrazowano tzw. teoretyczną oraz praktyczną przepustowość skrzyżowania. Teoretyczna przepustowość jest to przepustowość infrastruktury obserwowana w sprzyjających warunkach drogowych, tzn. bez udziału ruchu pieszego i rowerowego oraz bez innych utrudnień drogowych. Przepustowością praktyczną nazywa się rzeczywiste pomiary obserwowane w badaniu ruchu dla godziny, w której natężenie ruchu osiągnęło wartość najwyższą, wraz z udziałem pieszych, rowerzystów oraz innych zewnętrznych czynników które mają wpływ na przepływ pojazdów.

Dla dodatkowej wizualizacji poziomu natężenia ruchu drogowego na skrzyżowaniach w godzinie szczytowej dla ruchu w danej lokalizacji opracowano kartogramy natężenia ruchu drogowego. Kartogramy w formie graficznej przedstawiają obciążenie poszczególnych relacji danego skrzyżowania, co pozwala szybko zauważyć tendencje występującego ruchu dla danego obiektu infrastrukturalnego. Szerokości wstęp odpowiadają natężeniu ruchu odnotowanego dla danej relacji (im szersza wstęga, tym wyższe natężenie pojazdów w danej relacji).

Wartości przedstawiane na kartogramach są rzeczywistą liczbą pojazdów, jakie odnotowano w badaniach ruchu na skrzyżowaniach. Sumę pojazdów na wylotach wyrażono za pomocą liczby poprzedzonej znakiem Σ . Na wlotach za pomocą tabel wyszczególniono pojazdy wjeżdżające na skrzyżowanie w podziale na strukturę rodzajową.

Wstęgi uwzględniają wszystkie dopuszczalne relacje na skrzyżowaniu. Jeżeli w danej relacji natężenie ruchu mieściło się w przedziale 1-5 poj./h, relację taką zaznaczono za pomocą linii koloru niebieskiego. W przypadku możliwych relacji na skrzyżowaniu, dla których wartość natężenia wyniosła 0 poj./h zastosowano oznaczenie za pomocą linii o kolorze czerwonym.

Wstęgi ruchu wychodzącego z poszczególnych wlotów były rysowane w kolejności: w prawo (P), na wprost (W), w lewo (L), zawracanie (Z). W prezentacji graficznej pominięta została wielkość ruchu pieszego i rowerowego.

Każdy z wlotów danego skrzyżowania opisano przy pomocy liter odpowiadających kierunkom geograficznym, na którym wlot się znajduje: północny (N), południowy (S), wschodni (E), zachodni (W)—takie oznaczenia wlotów stosowano również w tablicach pomiarowych oraz podpisano wstęgi nazwami ulic.

3.1. W1 – skrzyżowanie drogi wojewódzkiej 188 z ulicą Obrońców Warszawy

Skrzyżowanie W1 jest skrzyżowaniem trójwlotowym z wyspą centralną, położonym w północno-zachodniej części Złotowa, będące ważnym węzłem sieci drogowo—ulicznej miasta i charakteryzujące się dużym natężeniem ruchu z uwagi na fakt położenia w ciągu głównych dróg rozprowadzających ruch po mieście, takich jak droga wojewódzka numer 188 oraz ulica Obrońców Warszawy, która prowadzi do punktu łączącego DW 188 z DW 189 (punkt W7 analizy). Skrzyżowanie jest zlokalizowane w sąsiedztwie dużej liczby generatorów ruchu takich jak: placówki służby zdrowia, obiekty sportowo—rekreacyjne, parkingi czy obiekty kultu religijnego. Na każdym z wlotów w średniej odległości ok. 11m od krawędzi zewnętrznej jezdni ronda ulokowane są przejścia dla pieszych, umożliwiające swobodne pokonanie jezdni pieszym.

W godzinie szczytu popołudniowego (15:00–16:00), dla której przeprowadzono analizy, zaobserwowano poziomy natężenia ruchu pieszego w wysokości:

- wlot północny w ciągu ul. Obrońców warszawy – ok. 36 grup pieszych;
- wlot wschodni (DW188) – ok. 88 grup pieszych;
- wlot południowy (DW188) – ok. 36 grup pieszych.

Szerokość każdego z pasów ruchu wynosi 3,5m, natomiast szerokość jezdni ronda to 4,8m, co poprawia warunki ruchu na rondzie pozwalając na łatwiejsze i szybsze pokonanie skrzyżowania pojazdom ciężarowym i autobusom, zwłaszcza dla relacji lewoskrętnych. Powoduje to jednak możliwość uzyskania zwiększonych prędkości na wylotach, co skutkować może niższym bezpieczeństwem pieszych.

Pomiędzy wlotem północnym i wschodnim zlokalizowany jest duży parking posiadający 28 miejsc. Z parkingu korzystają osoby podróżujące do kościoła św. Rocha w Złotowie (który znajduje bezpośrednio po lewej stronie ronda wraz z przylegającym cmentarzem) oraz osoby korzystające z pobliskich obiektów rekreacyjno—sportowych.

Miejsca parkingowe znajdują się również na znacznej długości ulicy obrońców Warszawy. Pojazdy można zaparkować na chodniku po lewej stronie jezdni.

W modelu mikrosymulacyjnym skupiono się jedynie na skrzyżowaniu W1 w oderwaniu od jego powiązań z sąsiednimi elementami infrastruktury drogowej, co wynika z przyjętej Specyfikacji Warunków Zamówienia.

Zdjęcie 1. Ortofotomapa przedstawiająca skrzyżowanie W1



Źródło: Materiały własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Każdy z wlotów charakteryzuje się unikalnym udziałem różnego typu pojazdów, co przedstawia poniższa tabela.

Tabela 1. Udział procentowy różnych typów pojazdów na skrzyżowaniu W1 z podziałem na dany wlot

Typ pojazdu	Wlot południowy	Wlot północny	Wlot wschodni
O	91,5%	90,6%	89,3%
C	1,1%	0,5%	0,5%
P	0,4%	0,0%	0,8%
A	0,7%	1%	1,1%
D	5,0%	7,1%	6,8%
M	1,3%	0,6%	1,1%
W	0,0%	0,2%	0,3%
SUMA	100%	100%	100%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Zbadane maksymalne natężenie ruchu na skrzyżowaniu wynosi 1528 poj./h, gdzie najbardziej obciążonym wlotem jest wlot od strony Obrońców Warszawy (wlot północny) dla którego szczytowa wartość natężenia pojazdów wynosi 619 poj./h. Niższe natężenie ma miejsce na wlocie od strony ulicy Stanisława Staszica (DW 188, wlot południowy), dla którego szczytowa liczba pojazdów w ciągu godziny wynosi 544. Odczuwalnie niższe natężenie pojazdów generuje wlot od strony Alei Adama Mickiewicza (wlot wschodni) dla którego szczytową wartość natężenia pojazdów jest 365 poj./h.

Dla godziny szczytowej szczytu porannego, które jest niższe o ok. 22% (1189 poj./h) od godziny szczytu popołudniowego udział natężenia ruchu dla poszczególnych wlotów względem maksymalnego natężenia kształtuje się na podobnym poziomie jak dla godziny szczytowej ze szczytu popołudniowego, dla poszczególnych wlotów w sposób następujący:

- Północny— 585 poj./h;
- Wschodni— 279 poj./h;
- Południowy— 325 poj./h.

Poniższe tabele przedstawiają rozkład kierunkowy pojazdów dla danego wlotu w godzinach szczytowych badania oraz porównują zmianę natężeń dla tych godzin.

Tabela 2. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu porannego (07:30-08:30) na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu porannego 07:30-08:30			
Z Do	włot północny	włot południowy	włot wschodni
wylot północny	4	218	117
wylot południowy	306	1	158
wylot wschodni	275	106	4
SUMA	585	325	279

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Tabela 3. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu popołudniowego (15:00-16:00) na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu popołudniowego 15:00-16:00			
Z Do	włot północny	włot południowy	włot wschodni
wylot północny	1	377	196
wylot południowy	304	6	165
wylot wschodni	314	161	4
SUMA	619	544	365

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Z poniższej tabeli porównującej godziny szczytowe dla danych okresów pomiarowych wynika, że natężenie w godzinie szczytu popołudniowego jest wyższe dla wszystkich wlotów skrzyżowania. Spadek w liczbie pojazdów względem godziny szczytu porannego występuje tylko dla konkretnych relacji na wlocie północnym.

Tabela 4. Różnica pomiędzy natężeniem pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego i godziny szczytu porannego dla danej relacji z podziałem na konkretne wloty

Zmiana natężeń w szczycie popołudniowym względem szczytu porannego			
Z Do	wlot północny	wlot południowy	wlot wschodni
wylot północny	-3	159	79
wylot południowy	-2	5	7
wylot wschodni	39	55	0
SUMA	34	219	86

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Niewielkie różnice występują w strukturze rodzajowej pojazdów. W godzinach porannych obserwowany jest wzrost udziału w ruchu pojazdów ciężarowych i ciężarowych z przyczepami kosztem mniejszego natężenia samochodów osobowych. Sumarycznie cały okres szczytu popołudniowego odznacza się znacznie wyższym natężeniem ruchu niż szczyt poranny. Średnia natężenia jest wyższa o ok 72%.

Po skalibrowaniu modelu dla rzeczywistych danych obserwuje się nieznacznie niższe przepustowości poszczególnych wlotów w modelu. Różnice pomiędzy modelem a rzeczywistym badaniem mieszczą się w granicach od kilku do kilkunastu pojazdów. Sytuacja taka przypuszczalnie ma miejsce wskutek nieprzestrzegania ograniczeń prędkości na odcinkach dojazdowych do skrzyżowania przez kierowców. Oznacza to, że zachowania kierowców w godzinach szczytu mogą stwarzać potencjalnie sytuacje niebezpieczne ze względu na zbyt wysoką prędkość pojazdów.

Rysunek 2. Symulacja rzeczywistego ruchu na skrzyżowaniu W1



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Symulacja maksymalnych natężeń na wlotach skrzyżowania została przeprowadzona bez zamodelowania udziału pieszych, co pozwoliło oszacować maksymalny potencjał przepustowości skrzyżowania. Za wyjściową strukturę rodzajową i kierunkową ruchu pojazdów przyjęto dane pochodzące z rzeczywistego badania ruchu w opisywanej lokalizacji.

Rysunek 3. Symulacja potencjalnej maksymalnej przepustowości skrzyżowania W1



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Teoretyczna przepustowość skrzyżowania bez udziału pieszych na W1 wynosi 1612 poj./h, jednak przy tak dużej intensywności ruchu, każda zachowanie kierowcy skutkujące zwiększonym czasem wjazdu lub ewakuacji ze skrzyżowania generuje wydłużanie się kolejki pojazdów. Wpływa to negatywnie na efektywność ruchu w godzinach szczytu.

1.1.1. PODSUMOWANIE

Rzeczywista przepustowość skrzyżowania dla godziny szczytowej szczytu popołudniowego (15:00–16:00) osiąga wartość 94,8% maksymalnej przepustowości. Skrzyżowanie charakteryzuje się wysoką intensywnością ruchu pojazdów, co w godzinach o najwyższym wzmożeniu ruchu drogowego doprowadza do tworzenia się długich kolejek pojazdów. Z wlotu północnego najczęstszym manewrem są skręty w lewo (314 poj./h) na Aleję Adama Mickiewicza. Drugim w kolejności najczęściej

wybranym kierunkiem podróży są podróże na wprost (304 poj./h) w kierunku ulicy Stanisława Staszica. Najrzadziej kierowcy z wlotu północnego decydowali się na zawracanie (1 poj./h). Osiągane wartości powyżej 90% maksymalnej przepustowości świadczą o zbyt wysokim natężeniu ruchu na skrzyżowaniu i braku rezerwy przepustowości, co skutkuje niewydolnością infrastruktury, przez co tworzą się długie kolejki pojazdów negatywnie oddziałujące na ruch w okolicy skrzyżowania. Szczególnie problematyczną drogą jest Aleja Mickiewicza (wlot wschodni) na której tworzące się kolejki pojazdów negatywnie oddziałują na ruch zwłaszcza w okolicy skrzyżowań z ulicą Spichrzową oraz Reymonta, które to ulice ze względu na bliskie położenie względem skrzyżowania W1 najsilniej odczuwają niewydolność infrastruktury w obrębie skrzyżowania. Kongestia drogowa na tym wlocie w godzinach szczytu popołudniowego często sięga od analizowanego skrzyżowania do Ronda 31 Stycznia (obok Urzędu Miasta).

Najpopularniejszą relacją z wlotu wschodniego jest relacja w prawo (196 poj./h) w kierunku ulicy Obrońców Warszawy, a następnie w lewo (165 poj./h) na ulicę Stanisława Staszica. Na manewr zawracania z tego wlotu w godzinie szczytu zdecydowało się 4 kierowców.

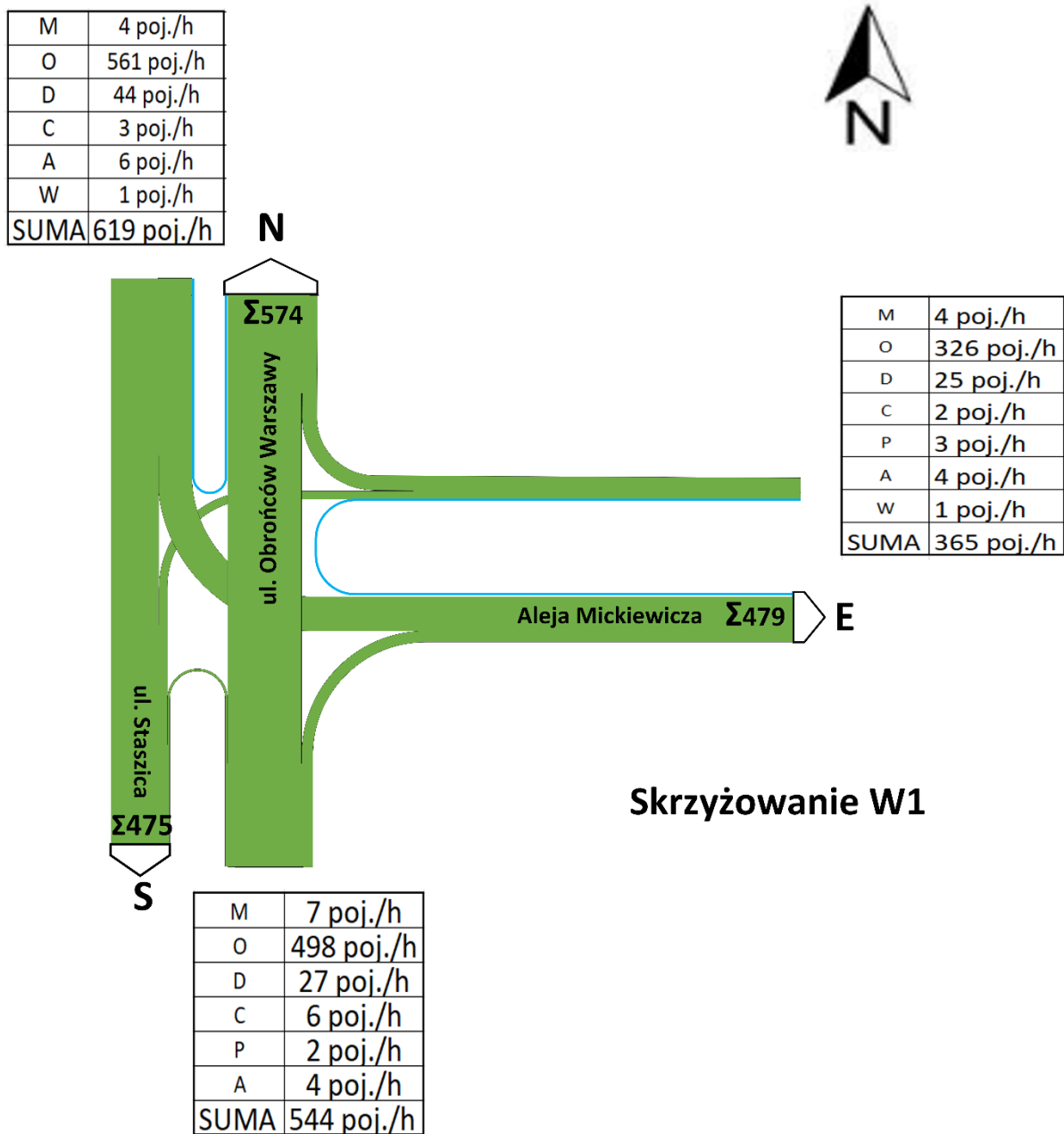
Wlot południowy charakteryzuje się największą intensywnością ruchu na wprost (377 poj./h) na ulicę Obrońców Warszawy. Następną najczęściej wybieraną relacją jest jazda w prawo (161 poj./h). W godzinie szczytu na zawracanie zdecydowało się 6 kierujących.

Samochody osobowe na skrzyżowaniu stanowią 90,6% wszystkich pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie.

Natężenie ruchu na skrzyżowaniu, zbliżone do przepustowości układu powoduje, że jedyną opcją odciążenia jest ograniczenie ruchu pojazdów, np. poprzez promowanie innych form transportu. Jednak jego kluczowe położenie (ważne zarówno w ujęciu miasta, jak i transportu w powiecie) powoduje, że w przypadku zwiększenia natężenia ruchu, konieczna byłaby rozbudowa skrzyżowania, na przykład poprzez dobudowanie pasów umożliwiających wykonanie manewru skrętu w prawo bez konieczności wjazdu na skrzyżowanie.

Jak wynika z poniższego kartogramu dla skrzyżowania większość relacji ruchowych jest równomiernie rozłożona. Największe różnice obserwowane są w natężeniu pojazdów na poszczególnych wlotach. Wlotem o najmniejszym natężeniu jest wlot wschodni (E), natomiast największym natężeniem pojazdów poruszających się w kierunku skrzyżowania odznacza się wlot północny (N).

Rysunek 4 Kartogram natężenia ruchu drogowego na skrzyżowaniu W1 dla godziny szczytu popołudniowego (15:00-16:00).



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

3.2. W3 – skrzyżowanie dróg wojewódzkich 188 (ulica Stanisława Staszica) i 189 (ulica Powstańców)

Skrzyżowanie trójwlotowe W3 jako jedyne skrzyżowanie ujęte w analizach mikrosymulacyjnych jest skrzyżowaniem z drogą z pierwszeństwem bez wyspy centralnej. Na omawianym skrzyżowaniu drogą z pierwszeństwem jest trasa z DW 188/189 w kierunku DW 188 (ul. Stanisława Staszica), drogą podporządkowaną jest trasa DW 189 – ul. Powstańców (wlot wschodni). Rozjazd znajduje się bezpośrednio za obszarem zabudowanym bez ograniczeń prędkości w jego obrębie. Przed skrzyżowaniem na każdym z wlotów obowiązują zakazy wyprzedzania, dla wszystkich grup pojazdów. Zakaz wyprzedzania na drodze głównej obowiązuje na odcinku o średniej długości 210m przed skrzyżowaniem, na wlocie podporządkowanym zakaz ten obowiązuje do skrzyżowania z ulicą Szpitalną oddaloną o około 330m od omawianego skrzyżowania.

Po lewej stronie rozjazdu znajduje się parking mogący pomieścić około 18 samochodów osobowych. Parking jest umiejscowiony przy promenadzie w Złotowie, które to miejsce jest dogodnym punktem do pozostawienia pojazdu i rozpoczęcia podróży rowerowych ze względu na przebiegające obok trasy rowerowe, które są wytyczone poza obszarem drogi publicznej, na której występuje zakaz wjazdu dla rowerów.

Szerokość każdego z pasów ruchu wynosi 3,5m, wyjątek stanowi wylot z ulicy Powstańców (droga podporządkowana – DW 189), którego szerokość wynosi ok. 6m co umożliwia równoczesne włączenie się do ruchu pojazdów skręcających w lewo oraz w prawo (mimo braku wyznaczonych pasów z relacjami skrętnymi). Na odcinku podporządkowanym ruch jest wzajemnie odseparowany od pojazdów wjeżdżających i wyjeżdżających z odcinka poprzez niewielką wyspę o kształcie owalu i wymiarach ok. 7,5m x 2,7m.

Na łączniku drogi głównej z podporządkowaną obowiązuje pierwszeństwo w postaci reguły prawej ręki. Pojazdy skręcające w lewo na drogę podporządkowaną z wlotu północnego są zobligowane do ustąpienia pierwszeństwa pojazdom skręcającym w prawo z wlotu południowego. Geometria skrzyżowania oraz separacja relacji skrętnych umożliwiają pokonywanie skrzyżowania z wysokimi prędkościami, co w powiązaniu z położeniem go w niedalekiej odległości od granicy obszaru zabudowanego może prowadzić do łamania przepisów i powstawania sytuacji konfliktowych.

W modelu mikrosymulacyjnym skupiono się jedynie na skrzyżowaniu W3 w oderwaniu od jego powiązań z sąsiednimi elementami infrastruktury drogowej, co wynika z przyjętej Specyfikacji Warunków Zamówienia.

Zdjęcie 2. Ortofotomapa przedstawiająca skrzyżowanie W3



Źródło: Materiały własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Udział poszczególnych typów pojazdów na danym wlocie przedstawiono w poniższej tabeli.

Zdjęcie 3. Udział procentowy różnych typów pojazdów na skrzyżowaniu W3 z podziałem na dany wlot

Typ pojazdu	Wlot południowy	Wlot północny	Wlot wschodni
O	87,4%	87,7%	86,6%
C	3,0%	1,3%	1,9%
P	2,4%	0,8%	1,9%
A	0,0%	0,3%	0,7%
D	6,3%	9,4%	7,8%
M	0,6%	0,5%	3%
W	0,3%	0,0%	0,0%
SUMA	100%	100%	100%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Ruch samochodów osobowych na skrzyżowaniu w okresie badania stanowił znaczącą większość względem pozostałych typów pojazdów, jakie przejechały przez skrzyżowanie i wyniósł średnio 87,2% dla każdego z wlotów. Kolejną najliczniejszą grupą pojazdów na skrzyżowaniu były samochody dostawcze, których udział w ruchu na poszczególnych wlotach średnio osiągnął wartość 7,8%.

Maksymalne natężenie ruchu, jakie zaobserwowano na skrzyżowaniu wynosi 974 poj./h. Godzina szczytowa dla szczytu popołudniowego charakteryzuje się większym ruchem pojazdów średnio o ok. 10% w porównaniu do godziny szczytowej w szczycie porannym (885 poj./h). Cały okres szczytu popołudniowego charakteryzuje się znacznie wyższym natężeniem ruchu w całym okresie jego trwania niż szczyt poranny, różnica ta wynosi średnio ok. 36%.

W godzinie szczytu porannego obserwowane są zmiany w strukturze pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie. Następuje spadek udziału samochodów osobowych w ruchu na korzyść pojazdów ciężarowych i ciężarowych z przyczepami. Największą różnicę w strukturze rodzajowej obserwuje się na wlocie wschodnim, gdzie w godzinie szczytu porannego występuje trzykrotnie więcej pojazdów ciężarowych i ciężarowych z przyczepami względem godziny szczytu popołudniowego dla tego wlotu.

W godzinie szczytu porannego (07:30-08:30) rozkład ruchu na wlotach prezentuje się następująco:

- Północny— 326 poj./h;
- Wschodni— 179 poj./h;
- Południowy— 380 poj./h.

Wlotem charakteryzującym się najwyższym obciążeniem jest wlot północny od strony ulicy Stanisława Staszica (DW 188), gdzie szczytowe natężenie pojazdów wyniosło 373 poj./h. Drugim najbardziej obciążonym wlotem jest wlot południowy, dla którego natężenie pojazdów w godzinie

szczytowej wyniosło 333 poj./h. Najniższe natężenie ruchu wystąpiło na wlocie podporządkowanym (wlot wschodni) osiągając wartość na poziomie 268 poj./h.

Poniższe tabele przedstawiają rozkład kierunkowy pojazdów dla danego wlotu w godzinach szczytowych badania oraz porównują zmianę natężeń dla tych godzin.

Tabela 5. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu porannego (07:30-08:30) na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu porannego 07:30-08:30			
Z Do	wlot północny	wlot południowy	wlot wschodni
wylot północny	x	234	101
wylot południowy	185	x	78
wylot wschodni	141	146	x
SUMA	326	380	179

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Tabela 6. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu popołudniowego (15:00-16:00) na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu popołudniowego 15:00-16:00			
Z Do	wlot północny	wlot południowy	wlot wschodni
wylot północny	x	246	139
wylot południowy	235	x	129
wylot wschodni	138	87	x
SUMA	373	333	268

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

W szczycie popołudniowym obserwujemy spadek liczby pojazdów przejeżdżających przez przekrój wlotu południowego względem godziny szczytu porannego. Niewielki spadek występuje również w relacji pojazdów skręcających w lewo z wlotu północnego.

Tabela 7. Różnica pomiędzy natężeniem pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego i godziny szczytu porannego dla danej relacji z podziałem na konkretne wloty

Zmiana natężeń w szczycie popołudniowym względem szczytu porannego			
Z Do	wlot północny	wlot południowy	wlot wschodni
wylot północny	x	12	38
wylot południowy	50	x	51
wylot wschodni	-3	-59	x
SUMA	47	-47	89

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Po podstawieniu rzeczywistych danych z badania ruchu do modelu zaobserwowano wystąpienie niemalże identycznych przepustowości poszczególnych wlotów w symulacji, jakie zaobserwowano w rzeczywistości.

Zdjęcie 4. Symulacja rzeczywistego ruchu na skrzyżowaniu W3



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Badając możliwe maksymalne natężenia odnotowano dużo większy potencjał skrzyżowania z wyraźnymi możliwościami obsłużenia większego ruchu niż obecnie. Rzeczywiste natężenie skrzyżowania osiąga wartość 974 poj./h względem potencjalnego 2010 poj./h pojazdów, jakie skrzyżowanie byłoby w stanie obsłużyć. Skrzyżowanie w szczytowej godzinie ruchu jest obciążane jedynie w 48%. Wyraźny spadek (prawie czterokrotny) przepływu pojazdów przy maksymalnym obciążeniu infrastruktury odnotowuje się jedynie na wlocie wschodnim. Jest to zjawisko naturalne, gdyż wlot ten jest wlotem podporządkowanym, na którym pojazdy oczekują na dogodny moment włączenia się do ruchu, co w przypadku pojazdów ciężarowych i autobusów przy wysokim obciążeniu pozostałych wlotów może być problematyczne i generować długie kolejki pojazdów.

Zdjęcie 5. Symulacja potencjalnej maksymalnej przepustowości skrzyżowania W3



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

1.1.2. PODSUMOWANIE

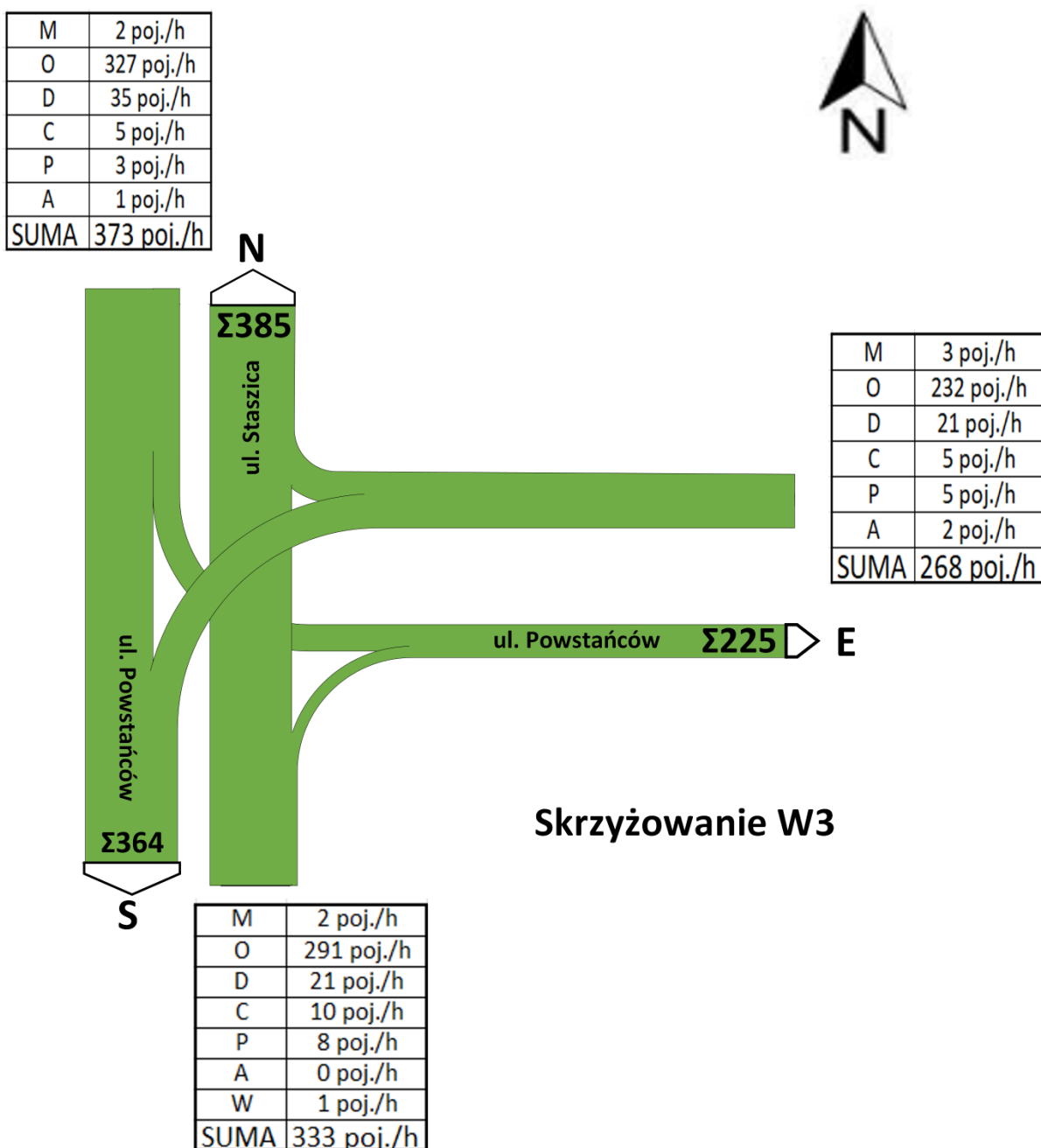
Wysoka teoretyczna przepustowość skrzyżowania W3 jest podyktowana jego geometrią oraz strukturą kierunkową obciążającą w dużej mierze relacje prawoskrętne. Geometria skrzyżowania pozwala na utrzymywanie wysokich prędkości przejazdowych, znacznie wyższych od prędkości dopuszczalnej (ograniczenie do 50 km/h – teren zabudowany), a duże promienie skrętów na łącznikach nie zmuszają kierowców do drastycznego zmniejszenia prędkości, aby bezpiecznie przejechać przez skrzyżowanie, zwłaszcza na wlocie południowym. Ze względu na organizację ruchu obowiązującą na skrzyżowaniu problematyczne są lewoskręty dla pojazdów o długości powyżej 10m, takich jak pojazdy ciężarowe i autobusy. Pojazdy te są przyczyną tworzenia się kolejek pojazdów zwłaszcza na wlocie wschodnim, który jest wlotem podporządkowanym.

Przepływ pojazdów przez rozwidlenie dróg przy obecnie występującym natężeniu jest daleki od maksymalnej przepustowości. Skrzyżowanie pomimo kolejek w godzinach szczytu na wlocie drogi

podporządkowanej jest wydajne, a jego przepustowość nie powinna stanowić problemu w najbliższych latach.

Poniższy kartogram ruchu przedstawia charakterystykę ruchu na skrzyżowaniu opisaną w rozdziale, z której wynika, że dominującą relacją na skrzyżowaniu jest relacja północ-południe, na której podróżuje najwięcej pojazdów. Najmniejszy ruch jest w kierunku wschodnim (E), podobnie najmniej pojazdów wjeżdża na skrzyżowanie od tej strony.

Rysunek 5. Kartogram natężenia ruchu drogowego na skrzyżowaniu W3 dla godziny szczytu popołudniowego (15:00-16:00).



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

3.3. W5 – skrzyżowanie Alei Piasta z ulicą Norwida

Skrzyżowanie W5 jest skrzyżowaniem o ruchu okrężnym, znajduje się na przecięciu jednych z najważniejszych dróg wewnętrznych Złotowa – Alei Piasta oraz Norwida. Aleja Piasta jest trasą biegnącą przez centralną część miasta zapewniającą dogodne skomunikowanie wschodniej i zachodniej części obszaru, poprzez połączenie z drogą DW 189 na wschodzie oraz DW 188 na zachodzie (przy Urzędzie Miasta). Ulica Norwida odpowiada za większość podróży w mieście w relacji północ–południe, łącząc DW 188 na południu miasta z dużą liczbą ważnych generatorów ruchu w mieście.

W bezpośrednim otoczeniu skrzyżowania W5 znajduje się wiele ważnych generatorów ruchu, które są codziennym celem podróży dla wielu osób, takich jak:

- Urząd Skarbowy w Złotowie;
- Starostwo Powiatowe w Złotowie;
- I Liceum Ogólnokształcące;
- Park Miejski;
- Złotowski Dom Kultury;
- Duży parking przy starostwie powiatowym;
- Inspektorat ZUS w Złotowie;
- Placówki zdrowia;
- liczne obiekty handlowo–usługowe.

W5 charakteryzuje przekrój drogi 1 x 2 na każdym z wlotów o szerokości pasa ruchu wynoszącej 3,5m. Pas ruchu na rondzie osiąga szerokość 4m co ułatwia poruszanie się po jego powierzchni pojazdom o długości powyżej 10m. Na każdym z wlotów w średniej odległości ok. 14m od krawędzi pasa ronda znajdują się przejścia dla pieszych oraz przejazdy rowerowe. Poza pasem ruchu drogowego wytyczone są popularne drogi rowerowe, co jest powodem wysokiego natężenia ruchu rowerowego w okolicy skrzyżowania.

Liczba grup pieszych i rowerzystów występujących na poszczególnych przejściach dla pieszych i przejazdach rowerowych kształtują się następująco:

Tabela 8. Liczba grup pieszych i rowerzystów na poszczególnych wlotach na skrzyżowaniu W5 w godzinie szczytu popołudniowego

Wlot wschodni	Wlot południowy	Wlot zachodni
Liczba grup pieszych		
148	100	56
Liczba grup rowerzystów		
36	16	88

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

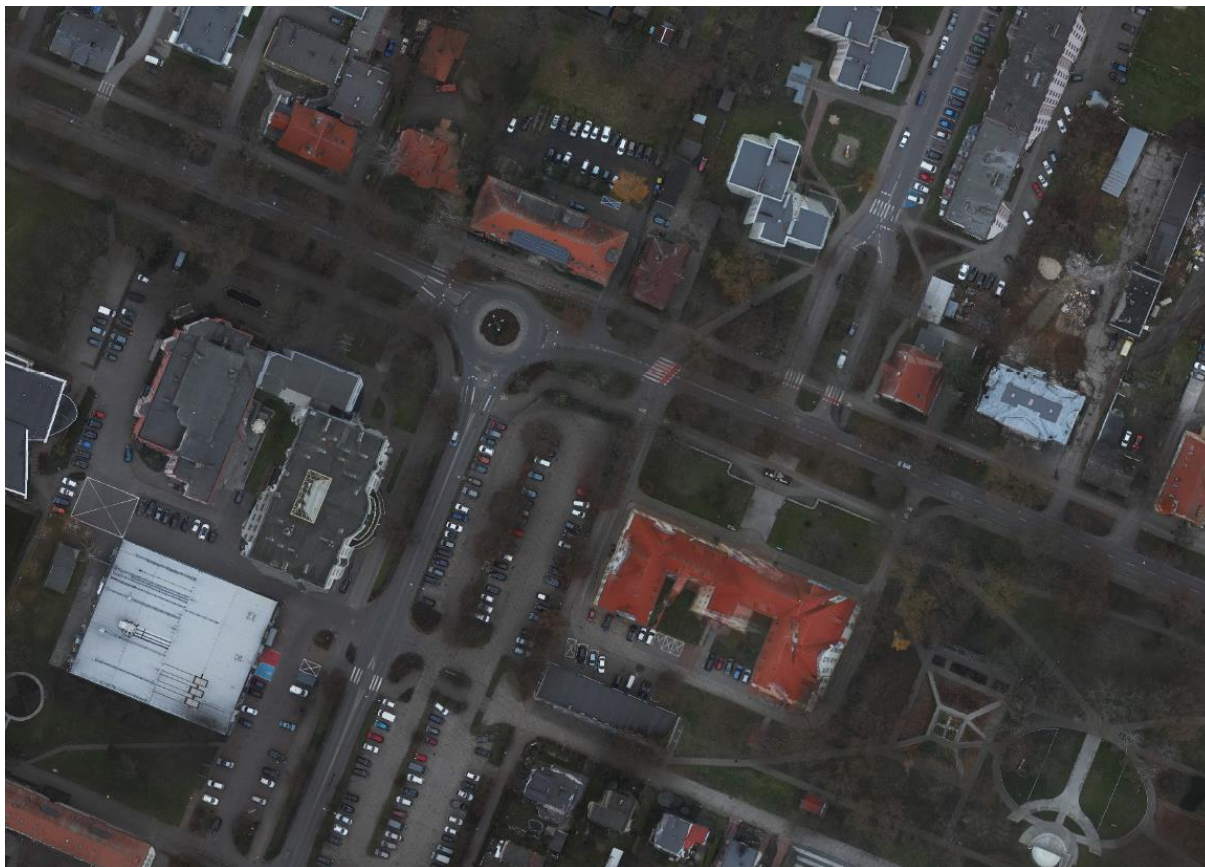
Silna agregacja generatorów ruchu w okolicy skrzyżowania powoduje, że natężenie ruchu stale utrzymuje się wysokim poziomie. Skrzyżowanie wykazuje silne powiązania z sąsiednimi skrzyżowaniami, które ze względu na specyfikę miejsca wzajemnie na siebie oddziałują, są to:

- Rondo 31 Stycznia— D2 (na zachodzie);
- Rondo Jana Pawła II (na południu);
- Rondo Juliusza Zielińskiego (na wschodzie).

Niewydolność jednego ze skrzyżowań automatycznie przekłada się na pogorszenie ruchu na pozostałych. Charakterystyka rond wskazuje, że w momencie zbliżania się do przepustowości granicznej, na tego typu skrzyżowaniach drastycznie wydłużają się kolejki. W momencie, kiedy długość kolejki jest zbliżona do odległości od sąsiedniego skrzyżowania, mamy do czynienia z zablokowaniem możliwości zjazdu ze skrzyżowania i całkowitym zablokowaniem układu komunikacyjnego. Mając na uwadze poprawę warunków ruchowych w mieście na tym obszarze należy patrzeć całościowo na powiązane ze sobą skrzyżowania.

W modelu mikrosymulacyjnym skupiono się jedynie na skrzyżowaniu W5 w oderwaniu od jego powiązań z sąsiednimi elementami infrastruktury drogowej, co wynika z przyjętej Specyfikacji Warunków Zamówienia.

Zdjęcie 6. Ortofotomapa przedstawiająca skrzyżowanie W5



Źródło: Materiały własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Poniższa tabela przedstawia procentowy udział poszczególnych typów pojazdów z podziałem na wloty występujące na skrzyżowaniu.

Tabela 9. Udział procentowy różnych typów pojazdów na skrzyżowaniu W5 z podziałem na dany wlot

Typ pojazdu	Wlot południowy	Wlot zachodni	Wlot wschodni
O	95,0%	94,7%	95%
C	0,0%	0,0%	0,0%
P	0,0%	0,0%	0,0%
A	0,8%	0,3%	0,2%
D	3,6%	4,7%	4,0%
M	0,6%	0,3%	0,5%
W	0,0%	0,0%	0,2%
SUMA	100%	100%	100%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Na analizowanym skrzyżowaniu zdecydowaną większość ruchu stanowią samochody osobowe, które średnio stanowią ok. 95% wszystkich pojazdów przejeżdżających przez przekrój ronda. Następną najliczniejszą grupą są pojazdy dostawcze, które stanowią nieco ponad 4% wszystkich pojazdów. Na poszczególnych wlotach nie zaobserwowano pojazdów ciężarowych oraz pojazdów ciężarowych z przyczepami, gdyż na całej długości Alei Piasta występuje ograniczenie dla pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej powyżej 12t, przez co pojazdy tego typu nie występują na skrzyżowaniu. Wyjątek stanowią pojazdy zaopatrzenia firm zlokalizowanych w ciągu ulicy.

Rzeczywiste natężenie ruchu, jakie odnotowano w badaniu wynosi łącznie 1080 poj./h. Jest to najwyższe natężenie jakie obserwuje się na skrzyżowaniu w danym dniu, będące o ponad 20% wyższe niż natężenie z godziny szczytu porannego (861 pojazdów). Natężenie ruchu dla okresu popołudniowego (13:30-16:45) jest dużo wyższe niż dla całego okresu porannego badania. Średnio okres popołudniowy charakteryzuje się natężeniem ruchu wyższym o ok. 83% od okresu porannego.

Najbardziej obciążony wlot skrzyżowania to wlot wschodni, dla którego szczytowa wartość przepływu pojazdów wyniosła 421 poj./h. Jako drugi najbardziej obciążony wlot należy uznać wlot południowy od ulicy Norwida z przepływem pojazdów na poziomie 358 poj./h. Wlotem o najmniejszym obciążeniu jest wlot zachodni o natężeniu pojazdów wynoszącym 301 poj./h.

Dla godziny szczytu porannego (07:30-08:30) struktura pojazdów zmienia się na korzyść samochodów dostawczych i ciężarowych kosztem pojazdów osobowych. Sytuacja ta jest widoczna zwłaszcza na wlocie wschodnim i południowym. Na wlocie zachodnim struktura pojazdów pozostaje niemalże niezmienna. Wzrost udziału w ruchu pojazdów dostawczych i ciężarowych w godzinach porannych jest związany ze specyfiką miejsca. W bezpośredniej okolicy skrzyżowania znajdują się obiekty handlowe, do których dostawy odbywają się w godzinach porannych.

Natężenie ruchu dla godziny szczytu porannego na poszczególnych lotach kształtuje się następująco:

- Wschodni— 305 poj./h;
- Południowy— 261 poj./h;
- Zachodni— 295 poj./h.

Poniższe tabele przedstawiają rozkład kierunkowy pojazdów dla danego wlotu w godzinach szczytowych badania oraz porównują zmianę natężeń dla tych godzin.

Tabela 10. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu porannego (07:30–08:30) na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu porannego 07:30–08:30			
Z Do	włot zachodni	włot południowy	włot wschodni
wylot zachodni	1	131	131
wylot południowy	128	0	173
wylot wschodni	166	130	1
SUMA	295	261	305

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Tabela 11. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu popołudniowego (15:00–16:00) na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu popołudniowego 15:00–16:00			
Z Do	włot zachodni	włot południowy	włot wschodni
wylot zachodni	3	211	148
wylot południowy	146	3	273
wylot wschodni	152	144	0
SUMA	301	358	421

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Porównując ze sobą natężenia dla poszczególnych relacji dla godzin szczytowych obserwuje się niewielki spadek liczby pojazdów w godzinie szczytu popołudniowego dla relacji na wprost z wlotu zachodniego oraz spadek wykonywania manewrów zawracania dla wlotu wschodniego.

Tabela 12. Różnica pomiędzy natężeniem pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego i godziny szczytu porannego dla danej relacji z podziałem na konkretne wloty

Zmiana natężeń w szczycie popołudniowym względem szczytu porannego			
Z Do	wlot zachodni	wlot południowy	wlot wschodni
wylot zachodni	2	80	17
wylot południowy	18	3	100
wylot wschodni	-14	14	-1
SUMA	6	97	116

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Podstawiając dane do modelu obserwuje się prawie identyczne wartości ruchu drogowego względem rzeczywistego badania ruchu.

Zdjęcie 7. Symulacja rzeczywistego ruchu na skrzyżowaniu W5

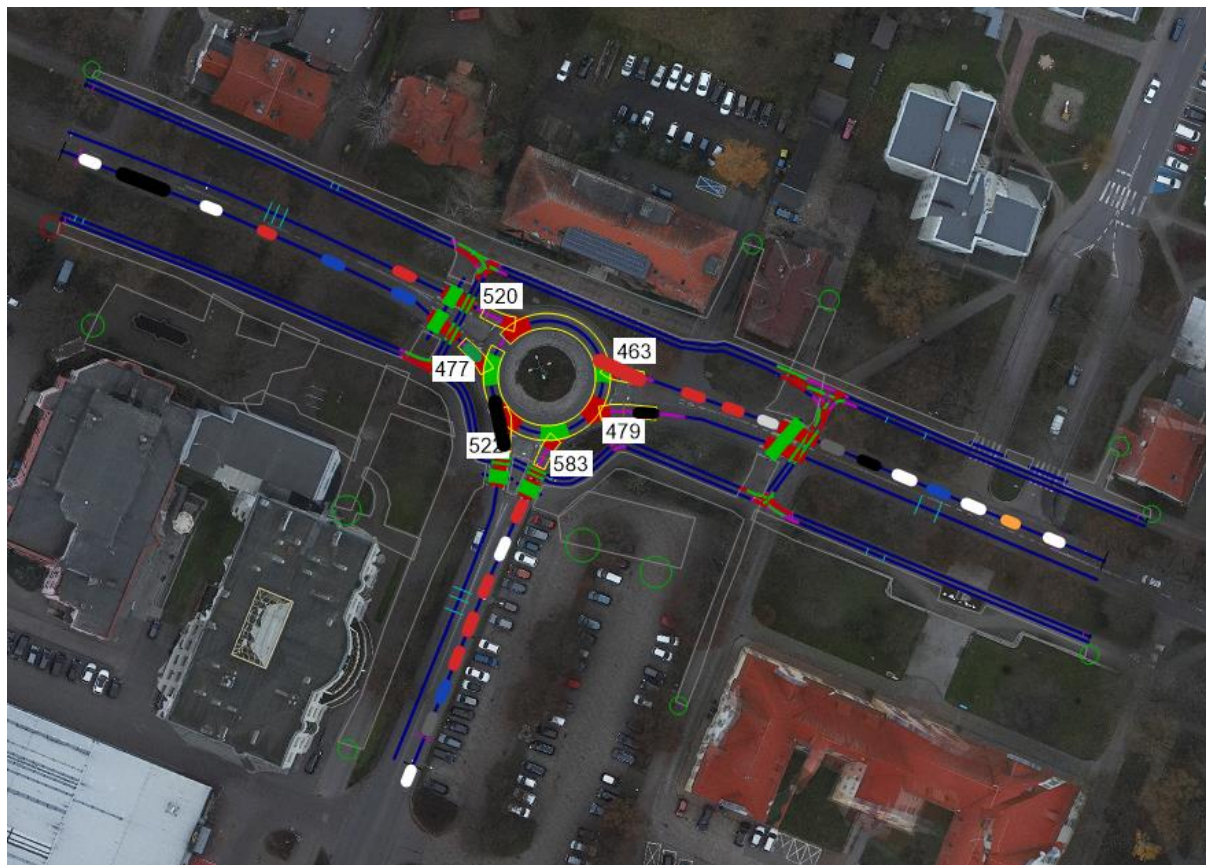


Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Analizując potencjalną przepustowość skrzyżowania (bez udziału pieszych i rowerzystów w ruchu) przy rzeczywistej strukturze rodzajowej i kierunkowej ruchu otrzymano przepustowość

infrastruktury na poziomie 1523 poj./h. Przy maksymalnym obciążeniu skrzyżowania przepustowość wlotu wschodniego i zachodniego jest na zbliżonym poziomie kolejno osiągając wartość przepustowości na poziomie 463 poj./h i 477 poj./h. Zauważalnie większą przepustowością odznacza się wlot południowy, który mógł obsłużyć 583 poj./h.

Zdjęcie 8. Symulacja potencjalnej maksymalnej przepustowości skrzyżowania W5



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

1.1.3. PODSUMOWANIE

Skrzyżowanie W5 przy rzeczywistym ruchu, jaki się na nim obserwuje, jest obciążone w 71%, co zapewnia znaczną rezerwę przepustowości umożliwiającą obsłużenie przez infrastrukturę drogową wyższych natężeń ruchu. Wlot wschodni przy rzeczywistej intensywności ruchu jest obciążony w 90% i to na tym wlocie rezerwa przepustowości jest najmniejsza. Na wlocie zachodnim rzeczywiste obciążenie osiąga wartość 63% maksymalnego możliwego natężenia, natomiast wlot południowy jest obciążony w 61%.

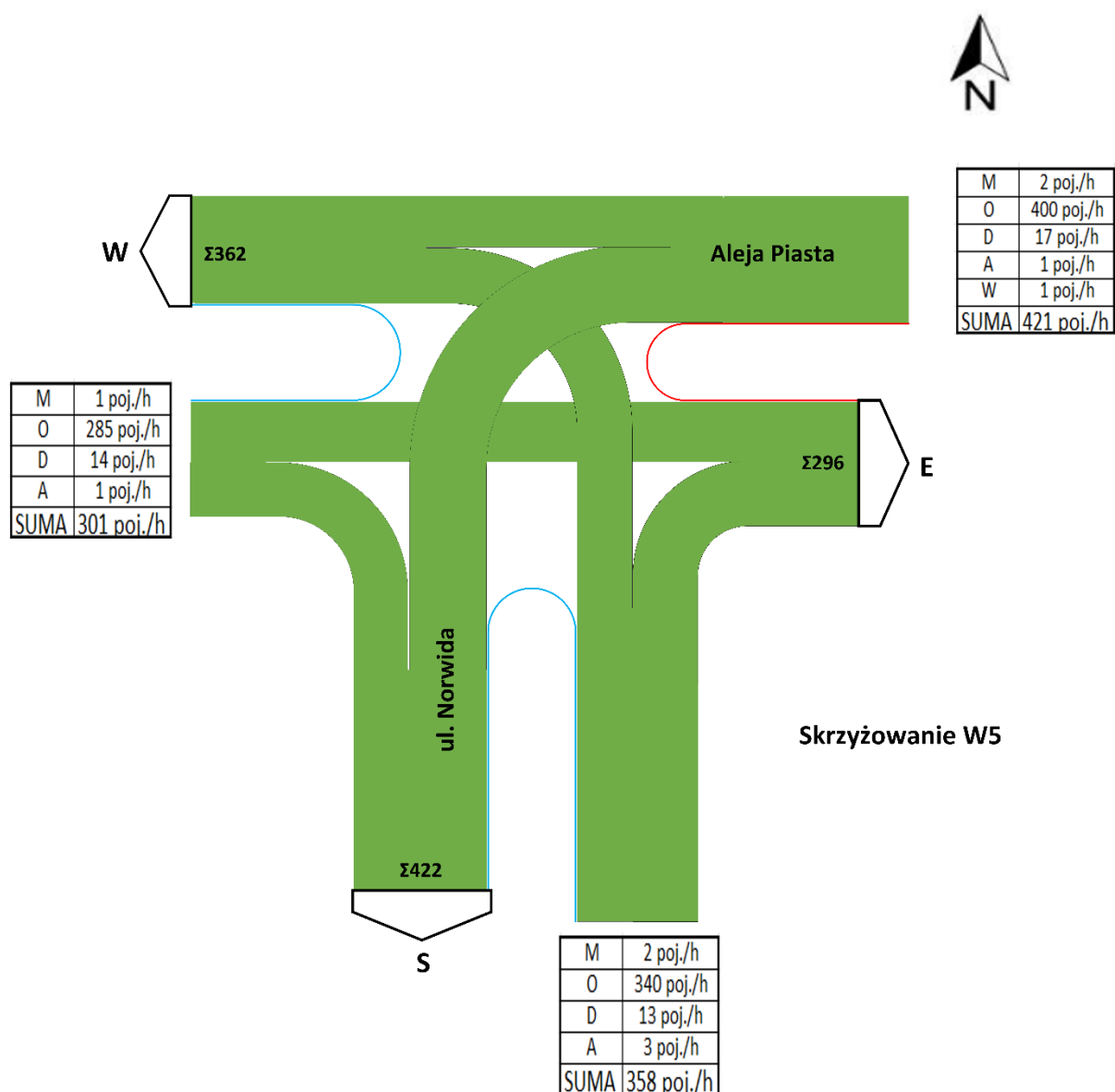
Przy natężeniu ruchu zbliżającym się do maksymalnej teoretycznej przepustowości obserwuje się długie kolejki pojazdów na każdym z wlotów. Należy mieć na uwadze, że ze względu na usytuowanie infrastruktury w przestrzeni, tworzące się kolejki na tym konkretnym skrzyżowaniu zawsze będą miały związek z przekroczeniem natężeń krytycznych na sąsiadujących skrzyżowaniach.

Z analiz mikrosymulacyjnych wynika, że przy obecnie występującym ruchu nie ma potrzeby wprowadzania zmian infrastrukturalnych czy organizacyjnych, gdyż skrzyżowanie zapewnia

wystarczającą przepustowość do zapewnienia płynnego ruchu. W rzeczywistości na skrzyżowaniu obserwuje się dużą liczbę pojazdów podróżujących z niskimi prędkościami ze względu na liczne manewry służące dojazdowi do generatorów ruchu, czy skręty w kierunku skrzyżowań, które w mikrosymulacji zostały pominięte. Szczególnie problematycznym odcinkiem jest Aleja Piasta do Ronda 31 Stycznia (D2) oraz ulica Norwida na całej długości, gdyż właśnie tam często obserwuje się kongestie, zwłaszcza w okresie szczytu popołudniowego.

Na kartogramie ruchu widoczna jest przeważająca tendencja do wzmożonej liczby podróży na południe (S). Najwięcej pojazdów wjeżdża do skrzyżowania od strony wschodniej (E). Jediną możliwą relacją, na której nie zaobserwowano żadnego pojazdu w godzinie szczytowej był manewr zawracania z wlotu wschodniego (E).

Rysunek 6. Kartogram natężenia ruchu drogowego na skrzyżowaniu W5 dla godziny szczytu popołudniowego (15:00-16:00).



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

3.4. D1 – skrzyżowanie ulic Partyzantów, Jastrowskiej, Grudzińskich i Dworu Złotowskiego

Skrzyżowanie D1 będące skrzyżowaniem z wyspą centralną, zlokalizowane jest w północno– zachodniej części miasta. Położone jest w ciągu drogi wojewódzkiej numer 189 i jest skrzyżowaniem, które w dużej mierze obsługuje ruch tranzytowy. W najbliższym otoczeniu skrzyżowania nie ma zbyt wielu generatorów ruchu, poza agregacją kilkudziesięciu domów mieszkalnych od zachodniej strony oraz atrakcji turystycznej, jaką jest Pałac Działyńskich w Złotowie wraz z przylegającym do niego niewielkim parkingiem od strony ulicy Jastrowskiej – na północy.

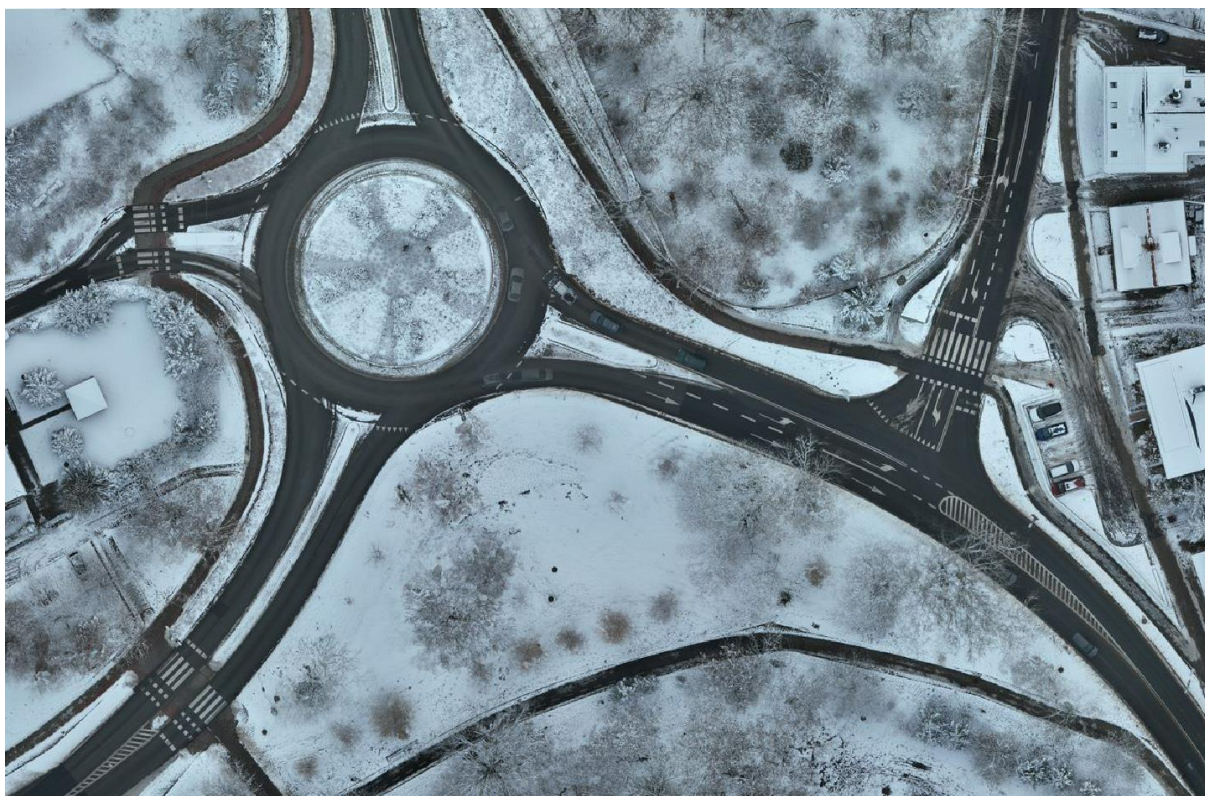
Rondo Zamkowe charakteryzuje czterowłotowy układ dróg, duża średnica wyspy centralnej i jej szeroki pas ruchu, co ułatwia przejazdy przez rondo z wysokimi prędkościami pojazdom osiągnięciem długość ponad 10m. W odległości ok. 60m od krawędzi zewnętrznej ronda ulica Grudzińskich (wlot wschodni) krzyżuje się z ulicą Zamkową. Na wlot wschodni, który prowadzi do centrum obowiązuje zakaz wjazdu dla pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej przekraczającej 12t z wyjątkiem pojazdów zaopatrujących punktu handlowo–usługowe, co zmniejsza liczbę pojazdów ciężarowych wjeżdżających do miasta.

Przekrój dróg na każdym z wlotów to 1 x 2. Drogi na wszystkich wlotach poza wlotem zachodnim mają szerokość pasa ruchu 3,5m, natomiast szerokość pasa ruchu ronda wynosi około 6m. Przejścia dla pieszych wraz z przejazdami rowerowymi ulokowane są na wlocie zachodnim (w odległości 14m od zewnętrznej krawędzi ronda) oraz południowym (w odległości wynoszącej ok. 50m). Tego typu infrastruktura występuje również na wylocie ulicy Zamkowej będącej poza obszarem skrzyżowania, jednak ze względu na bliską odległość wpływającej na przepływ ruchu w obrębie analizowanego skrzyżowania. Po stronie wschodniej oraz zachodniej znajdują się drogi rowerowe, przez co ruch rowerowy w okolicy jest duży.

Bezpośrednio za wlotem zachodnim (ulica Dwór Złotowski) znajduje się strefa zamieszkania, gdzie obowiązującą prędkością jest 20 km/h, a piesi mają pierwszeństwo przed pojazdami. Ulicę charakteryzuje mała szerokość pasa ruchu, która wynosi ok. 2,5m, co sprawia, że pojazdy wymijające się na drodze muszą wzajemnie ustępować sobie pierwszeństwa. Tego typu infrastruktura uniemożliwia rozwijanie dużych prędkości, tym samym przyczyniając się do poprawy bezpieczeństwa w strefie.

W modelu mikrosumulacyjnym skupiono się jedynie na skrzyżowaniu D1 w oderwaniu od jego powiązań z sąsiednimi elementami infrastruktury drogowej, co wynika z przyjętej Specyfikacji Warunków Zamówienia.

Zdjęcie 9. Ortofotomapa przedstawiająca skrzyżowanie D1



Źródło: Materiały własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

W godzinie szczytowej szczytu popołudniowego (14:15–15:15) na skrzyżowaniu struktura ruchu prezentowała się następująco:

Tabela 13. Udział procentowy różnych typów pojazdów na skrzyżowaniu D1 z podziałem na dany wlot

Typ pojazdu	Wlot południowy	Wlot zachodni	Wlot wschodni	Wlot północny
O	81,6%	69,2%	83,6%	74,7%
C	3,0%	0,0%	13,0%	8,0%
A	0,7%	0,0%	0,4%	0,0%
D	14,7%	30,8%	13,0%	17,3%
SUMA	100%	100%	100%	100%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Podobnie jak w przypadku pozostałych skrzyżowań, w punkcie D1 większość pojazdów stanowią samochody osobowe, których udział w ruchu wynosi ok. 77%. Najliczniejszą grupą pojazdów zaraz po samochodach osobowych były pojazdy dostawcze, które stanowiły ok. 19% ruchu.

Rzeczywiste natężenie ruchu w godzinie szczytowej wyniosło 1225 poj./h i było o 15% wyższe od wyniku analogicznego badania dla szczytowej godziny w okresie szczytu porannego (06:45-07:45). Średnie natężenie ruchu dla szczytu popołudniowego było wyższe o ok. 54% od natężenia ruchu w szczycie porannym.

Najbardziej obciążonym wlotem skrzyżowania okazał się wlot południowy, dla którego przepływ pojazdów wyniósł 569 poj./h. Wlotem o nieco niższym natężeniu pojazdów jest wlot wschodni, gdzie liczba zarejestrowanych pojazdów kształtuje się na poziomie 484 poj./h. Na wlocie północnym napływ pojazdów jest znacznie mniej intensywny i wynosi 159 poj./h. Najmniejszy napływ pojazdów odnotowuje się na wlocie zachodnim i jest to 13 poj./h.

W godzinie szczytu porannego (06:45-07:45) struktura pojazdów różni się od tej obserwowanej w godzinie szczytu popołudniowego. Na wlocie wschodnim następuje wzrost udziału samochodów osobowych kosztem udziału samochodów dostawczych. Na pozostałych wlotach tendencja jest odwrotna, następuje spadek udziału samochodów osobowych na rzecz samochodów dostawczych. Dzieje się tak, gdyż zaopatrywanie punktów handlowych odbywa się głównie w godzinach porannych. Dla godziny szczytowej o poranku natężenie na poszczególnych wlotach jest następujące:

- Wschodni— 540 poj./h;
- Północny— 121 poj./h;
- Południowy— 369 poj./h;
- Zachodni— 7 poj./h.

Poniższe tabele przedstawiają rozkład kierunkowy pojazdów dla danego wlotu w godzinach szczytowych badania oraz porównują zmianę natężeń dla tych godzin.

Tabela 14. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu porannego 06:45-07:45 na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu porannego 06:45-07:45				
Z Do	wlot północny	wlot południowy	wlot wschodni	wlot zachodni
wylot północny	0	54	61	0
wylot południowy	60	4	337	1
wylot wschodni	38	289	21	6
wlot zachodni	0	1	13	0
SUMA	98	348	432	7

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Tabela 15. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu popołudniowego 14:15–15:15 na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu popołudniowego 14:15–15:15				
Z Do	włot północny	włot południowy	włot wschodni	włot zachodni
wylot północny	2	84	80	1
wylot południowy	61	9	349	1
wylot wschodni	86	451	16	10
włot zachodni	0	1	7	0
SUMA	149	545	452	12

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

W godzinie szczytu popołudniowego spadek natężenia dla występuje jedynie na konkretnych relacjach na wlocie wschodnim. Relacje na wlocie wschodnim, dla których liczba pojazdów była mniejsza niż dla godziny szczytu porannego to relacje zawracania oraz jazdy na wprost.

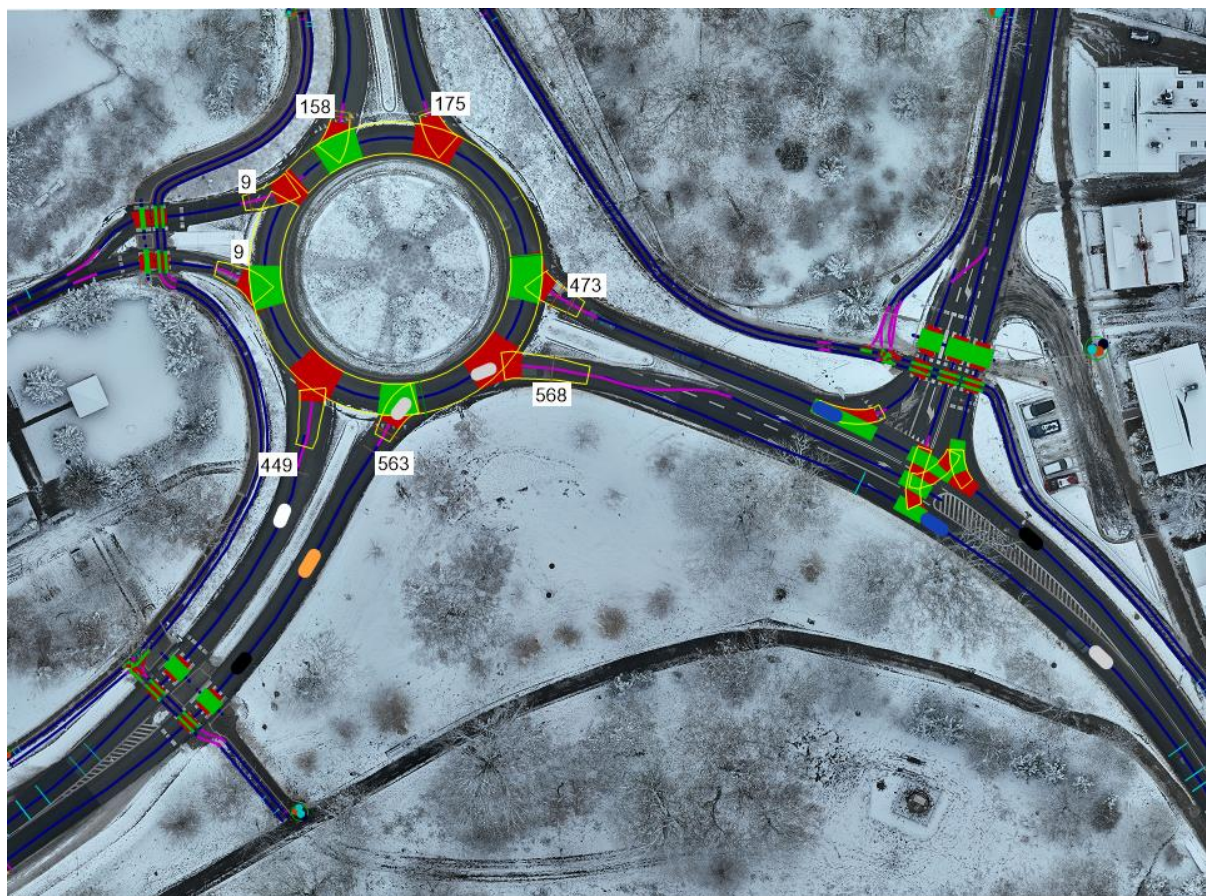
Tabela 16. Różnica pomiędzy natężeniem pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego i godziny szczytu porannego dla danej relacji z podziałem na konkretne wloty

Zmiana natężeń w szczycie popołudniowym względem szczytu porannego				
Z Do	włot północny	włot południowy	włot wschodni	włot zachodni
wylot północny	2	30	19	1
wylot południowy	1	5	12	0
wylot wschodni	48	162	-5	4
włot zachodni	0	0	-6	0
SUMA	51	197	20	5

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Poniższy rysunek przedstawia model mikrosymulacyjny sparametryzowany dla rzeczywiście zmierzonych danych występujący w godzinie szczytowej na skrzyżowaniu.

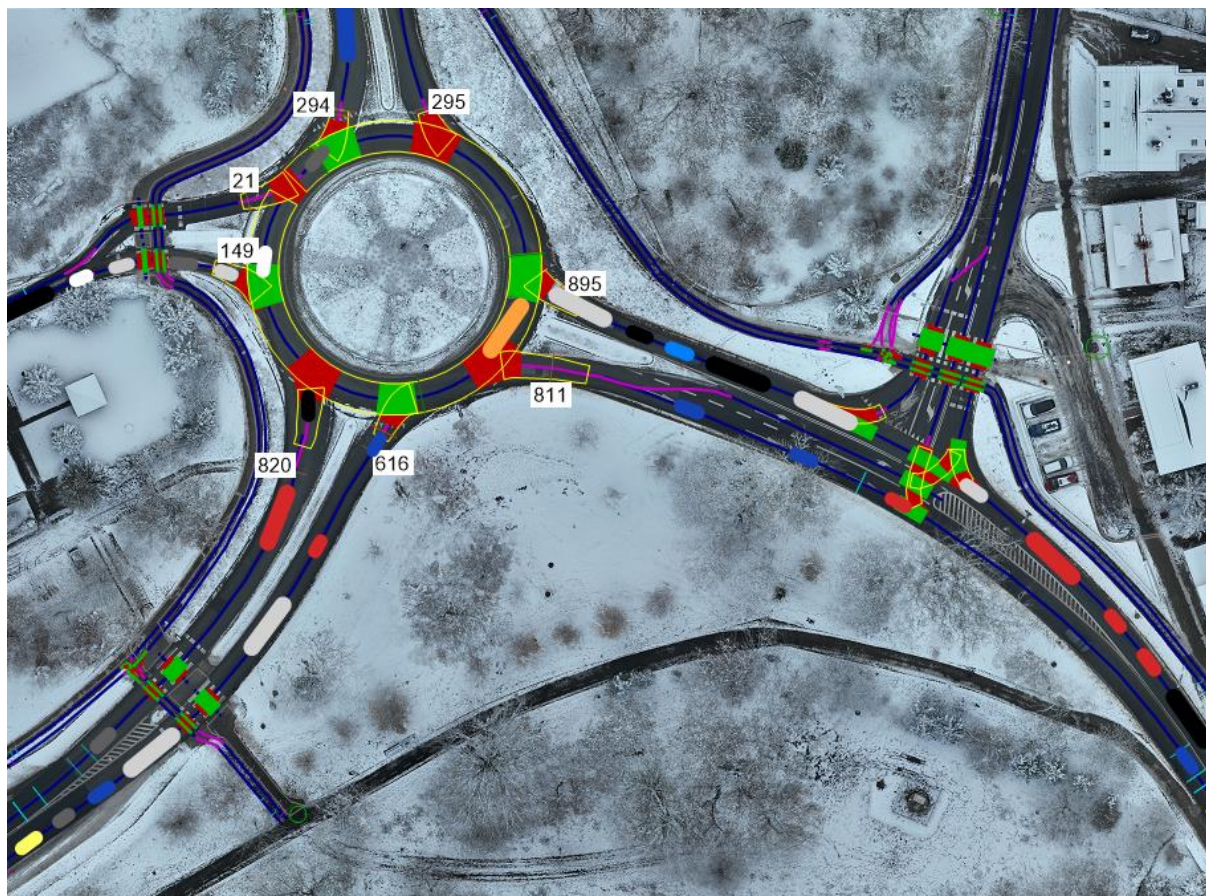
Rysunek 7. Symulacja rzeczywistego ruchu na skrzyżowaniu D1



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Potencjalna przepustowość skrzyżowania bez udziału pieszych i rowerzystów przy strukturze ruchu z godziny szczytu popołudniowego wynosi 1954 poj./h. Największą przepustowością odznacza się wlot wschodni (895 poj./h). W symulacji pominięto ruch na skrzyżowaniu ul. Grudzińskich z ul. Zamkową, które to skrzyżowanie może mieć znaczny wpływ na przepływ pojazdów przez wlot wschodni. Pomimo, że ulica Zamkowa jest drogą podporządkowaną w rzeczywistym ruchu, przy dużym natężeniu pojazdy mogą ustępować sobie pierwszeństwa, co zmniejsza przepustowość.

Rysunek 8. Symulacja potencjalnej maksymalnej przepustowości skrzyżowania D1



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

1.1.4. PODSUMOWANIE

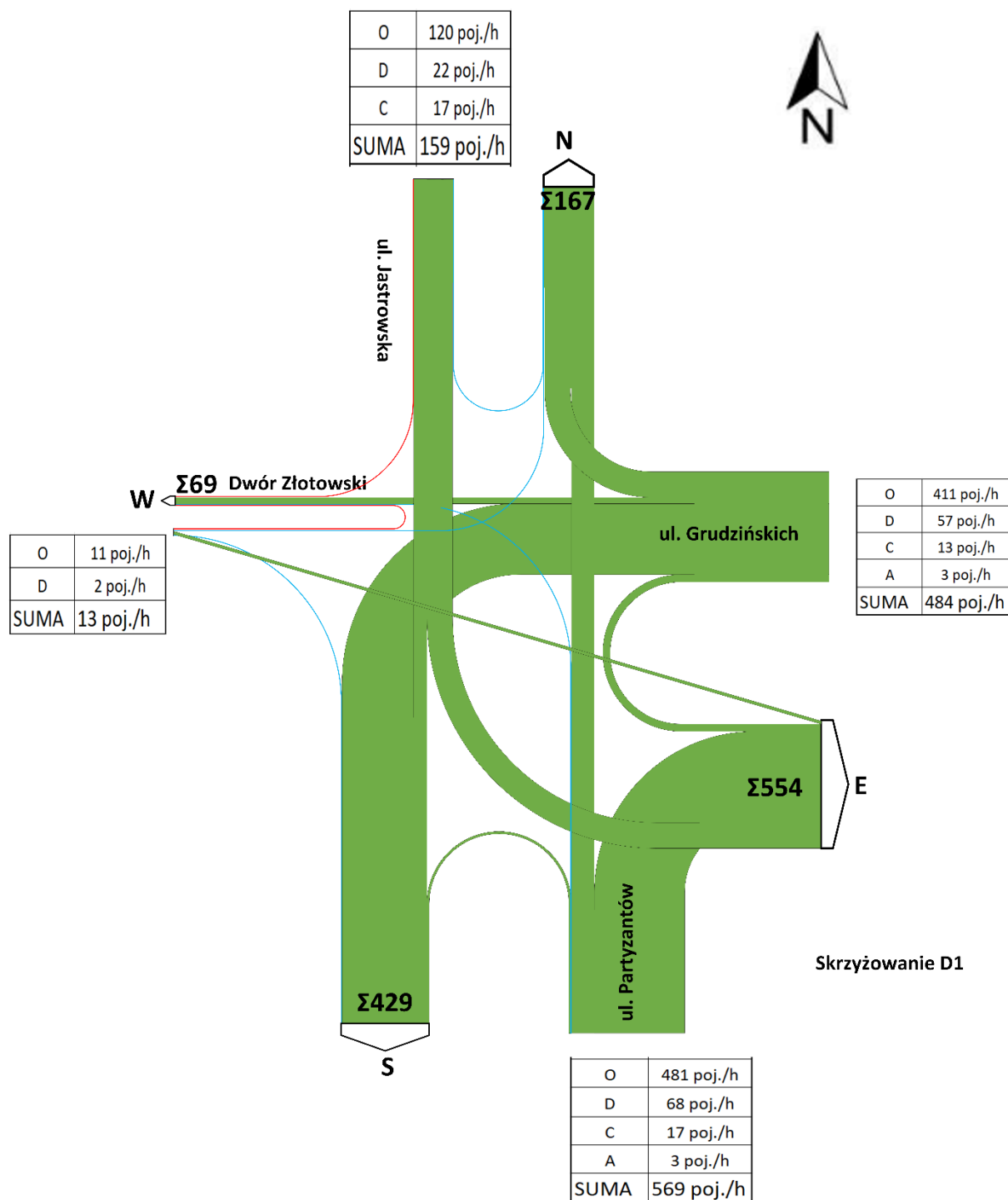
Skrzyżowanie D1 odznacza się obciążeniem dla szczytowej godziny sięgającym przeszło 62%, zapewniając dużą rezerwę do obsłużenia potencjalnie dużo większego ruchu niż aktualny. Natężenie na obecnym poziomie jest niewielkie w stosunku do możliwości infrastruktury i nie obserwuje się problemów z płynnością ruchu, czy niewydolnością w obrębie skrzyżowania. Wlot wschodni jest obciążony w 54% co nie stwarza żadnych trudności w ruchu. Wlot północny, podobnie jak wlot wschodni, obciążony jest w nieco ponad 54%. Wlot południowy obciążony jest w 92%, co jest najwyższym obciążeniem spośród wszystkich wlotów i generuje kolejki pojazdów na tym wlocie. Najmniejszym obciążeniem charakteryzuje się wlot zachodni, będący obciążony zaledwie w 8%.

Z analizy skrzyżowania wynika, że nie ma potrzeby wprowadzania specjalnej organizacji ruchu, czy podejmowania prób ograniczenia ruchu pojazdów na skrzyżowaniu, gdyż infrastruktura jest wydajna i gotowa na obsłużenie większego ruchu pojazdów w przyszłości.

Poniższy kartogram natężenia ruchu na skrzyżowaniu D1 obrazuje, że najpopularniejszymi relacjami podróży są te w kierunku wschodnim. Najwięcej pojazdów wjeżdża do skrzyżowania od strony południowej (natomiast najmniej od strony zachodniej). Wlot W jest drogą dojazdową do słabo rozbudowanych terenów mieszkaniowych, dlatego charakteryzuje go tak małe natężenie ruchu. Ze

względu na zastosowaną metodę badania ruchu na skrzyżowaniu przy wykorzystaniu wideorejestracji z dronów doszło do utraty trajektorii części pojazdów, przez co liczba pojazdów wjeżdżających do skrzyżowania (1225 poj./h) nie zgadza się z liczbą pojazdów wyjeżdżających (1219 poj./h). Średnia wartość procentowa zachowanych trajektorii pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego kształtuje się na poziomie 95%.

Rysunek 9. Kartogram natężenia ruchu drogowego na skrzyżowaniu D1 dla godziny szczytu popołudniowego (14:15-15:15).



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

3.5. D2 – skrzyżowanie Alei Adama Mickiewicza, ulicy Księdza Domańskiego, ulicy Wojska Polskiego i Alei Piasta

Rondo 31 Stycznia jest skrzyżowaniem czterowłotowym o ruchu okrężnym położonym w centrum Złotowa, przy Urzędzie Miasta. Jest to ważniejszy obiekt na sieci drogowej obszaru, charakteryzujący się jednym z najwyższych natężeń ruchu w mieście. Skrzyżowanie znajduje się w ciągu DW 188 i łączy najważniejsze arterie drogowe Złotowa, które obsługują większą część ruchu pojazdów. W okolicy D2 znajduje się dużo generatorów ruchu, do najważniejszych z nich zaliczyć należy:

- Urząd Miasta Złotowa;
- Galeria handlowa Aura Park Złotów;
- Placówka Poczty Polskiej;
- Sklep spożywczy „Delikatesy Grosik” J. Kulasek;
- 4 parkingi (2 od strony Mickiewicza i 2 od strony Alei Piasta).

oraz wiele pomniejszych obiektów handlowo–usługowych. Wylot zachodni jest wylotem prowadzącym do galerii handlowej Aura oraz na ulicę Wojska Polskiego, będącą drogą jednokierunkową znajdującą się w strefie zamieszkania, gdzie obowiązuje zakaz wjazdu dla pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej przekraczającej 3,5t, z wyjątkiem tych zaopatrujących punkty handlowe. Na całej długości drogi przy jej lewej krawędzi wytyczony jest płatny parking.

Na kierunku wschodnim obowiązuje zakaz wjazdu dla pojazdów o rzeczywistej masie całkowitej przekraczającej 12t, z wyjątkiem tych zaopatrujących punkty handlowe w centrum miasta.

Na wszystkich kierunkach z wyjątkiem ulicy Wojska Polskiego drogi mają przekrój 1 x 2 (Wojska Polskiego 1 x 1) o szerokości pasa ruchu wynoszącej 3,5m. Pas ronda odznacza się szerokością 6m oraz dużą średnicą wyspy centralnej, co ułatwia poruszanie się po rondzie z wyższą prędkością oraz wykonywanie manewrów pojazdom o długości powyżej 10m.

Na kierunkach północnym, południowym i wschodnim w odległości około 6m od zewnętrznej krawędzi ronda znajdują się przejścia dla pieszych oraz przejazdy rowerowe. Na kierunku zachodnim (ulica Wojska Polskiego) przejście dla pieszych wraz z przejazdem rowerowym znajduje się w odległości ok. 35m od zewnętrznej krawędzi skrzyżowania, podobne usytuowanie przejścia z przejazdem rowerowym jest na drodze dojazdowej do centrum handlowego.

Wartości natężenia ruchu pieszych oraz rowerów w okolicy Ronda 31 Stycznia są jednymi z najwyższych w mieście. Drogi rowerowe znajdują się poza obszarem drogi, na całej długości ulicy Wojska Polskiego, Alei Piasta oraz ulicy Księdza Domańskiego.

W modelu mikrosumulacyjnym skupiono się jedynie na skrzyżowaniu D2 w oderwaniu od jego powiązań z sąsiednimi elementami infrastruktury drogowej, co wynika z przyjętej Specyfikacji Warunków Zamówienia.

Zdjęcie 10. Ortofotomapa przedstawiająca skrzyżowanie D2



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

W godzinie szczytowej szczytu popołudniowego (14:00-15:00) na skrzyżowaniu struktura ruchu prezentowała się następująco:

Tabela 17. Udział procentowy różnych typów pojazdów na skrzyżowaniu D2 z podziałem na dany wlot

Typ pojazdu	Wlot południowy	Wlot zachodni	Wlot wschodni	Wlot północny
O	74,1%	82,5%	85,4%	83,8%
C	10,7%	5,9%	1,0%	4,2%
A	1,3%	0,0%	0,2%	0,0%
D	13,9%	11,5%	13,4%	12%
SUMA	100%	100%	100%	100%

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Udział samochodów osobowych w ruchu dla godziny szczytu popołudniowego wynosi średnio 81% dla całego obszaru skrzyżowania. Samochody dostawcze, będące drugą najliczniejszym typem pojazdów, stanowią ponad 12% ruchu. Samochody ciężarowe największy udział w ruchu osiągają na wlocie południowym (10,7%). Udział w ruchu autobusów jest marginalny, sięgający w godzinie szczytu średnio 0,4% całości.

Natężenie ruchu dla godziny szczytu popołudniowego wynosi 1439 poj./h i jest jednym z najwyższych obserwowanych natężeń dla skrzyżowań ujętych w analizach (jedynie W1 odznacza się wyższym natężeniem na poziomie 1528 pojazdów). Odnotowane natężenie jest o ponad 33% wyższe niż natężenie dla godziny szczytu o poranku (960 pojazdów).

Natężenie ruchu dla okresu szczytu popołudniowego (13:30-16:45) jest dużo wyższe niż dla szczytu porannego (05:30-08:45). Średnio szczyt popołudniowy charakteryzuje się natężeniem ruchu wyższym o ok. 114% od szczytu porannego. Ponad dwukrotne większe natężenia w ruchu dla godzin popołudniowych są wyraźnie zauważalne w ruchu na skrzyżowaniu i jego okolicy.

Najbardziej obciążony wlot skrzyżowania to wlot północny, dla którego szczytowa wartość przepływu pojazdów wyniosła 425 poj./h. Jako drugi najbardziej obciążony wlot należy uznać wlot wschodni (Aleja Piasta) z przepływem pojazdów na poziomie 419 poj./h. Na wlocie południowym natężenie pojazdów kształtuje się na poziomie 309 poj./h, natomiast wlotem o najmniejszym obciążeniu jest wlot zachodni o natężeniu pojazdów wynoszącym 286 poj./h.

Poniższe tabele przedstawiają rozkład kierunkowy pojazdów dla danego wlotu w godzinach szczytowych badania oraz porównują zmianę natężeń dla tych godzin.

Tabela 18. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu porannego 06:45-07:45 na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu porannego 06:45-07:45				
Z Do	wlot północny	wlot południowy	wlot wschodni	wlot zachodni
wylot północny	2	140	79	115
wylot południowy	158	2	19	75
wylot wschodni	0	5	0	5
wlot zachodni	102	28	90	3
SUMA	262	175	188	198

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Tabela 19. Struktura kierunkowa pojazdów w godzinie szczytu popołudniowego 14:00-15:00 na danym wlocie wyrażona w [poj./h]

Godzina szczytu popołudniowego 14:00-15:00				
Z Do	włot północny	włot południowy	włot wschodni	włot zachodni
wylot północny	2	187	119	137
wylot południowy	220	12	103	99
wylot wschodni	16	24	0	34
włot zachodni	174	66	190	3
SUMA	412	289	412	273

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

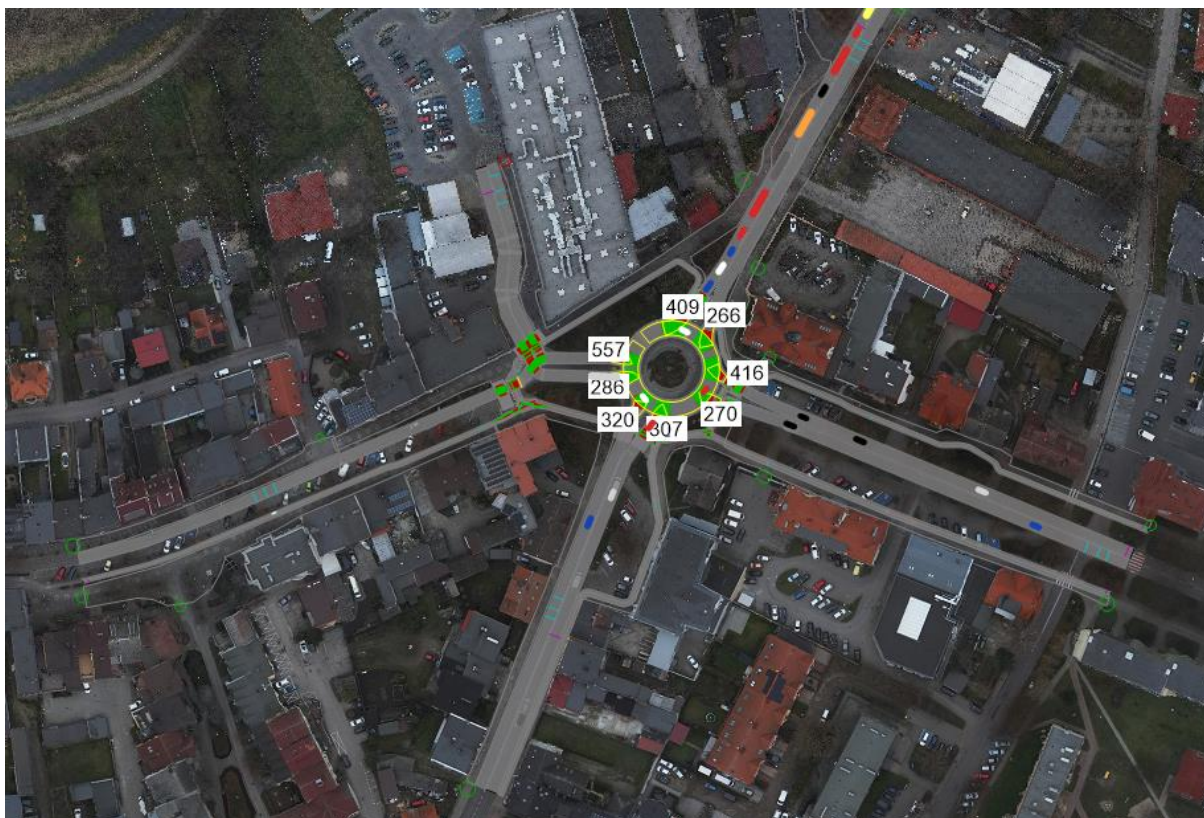
Analizując różnice pomiędzy natężeniami pojazdów w godzinach szczytowych zauważono znacznie wyższe natężenia dla wszystkich relacji kierunkowych w godzinie szczytu popołudniowego.

Tabela 20. Różnica pomiędzy natężeniem pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego i godziny szczytu porannego dla danej relacji z podziałem na konkretne wloty

Zmiana natężeń w szczycie popołudniowym względem szczytu porannego				
Z Do	włot północny	włot południowy	włot wschodni	włot zachodni
wylot północny	0	47	40	22
wylot południowy	62	10	84	24
wylot wschodni	16	19	0	29
włot zachodni	72	38	100	0
SUMA	150	114	224	75

Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Rysunek 10. Symulacja rzeczywistego ruchu na skrzyżowaniu D2



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

Potencjalna przepustowość skrzyżowania bez udziału pieszych i rowerzystów przy strukturze ruchu z godziny szczytu popołudniowego wynosi 1730 poj./h. Największą przepustowością odznacza się wlot południowy (728 poj./h). W symulacji pominięto ruch na okolicznych skrzyżowaniach, parkingach i osiedlach mieszkaniowych, które to generatory ruchu mogą mieć znaczny wpływ na przepływ pojazdów przez analizowane skrzyżowanie.

Rysunek 11. Symulacja potencjalnej maksymalnej przepustowości skrzyżowania D2



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

1.1.5. PODSUMOWANIE

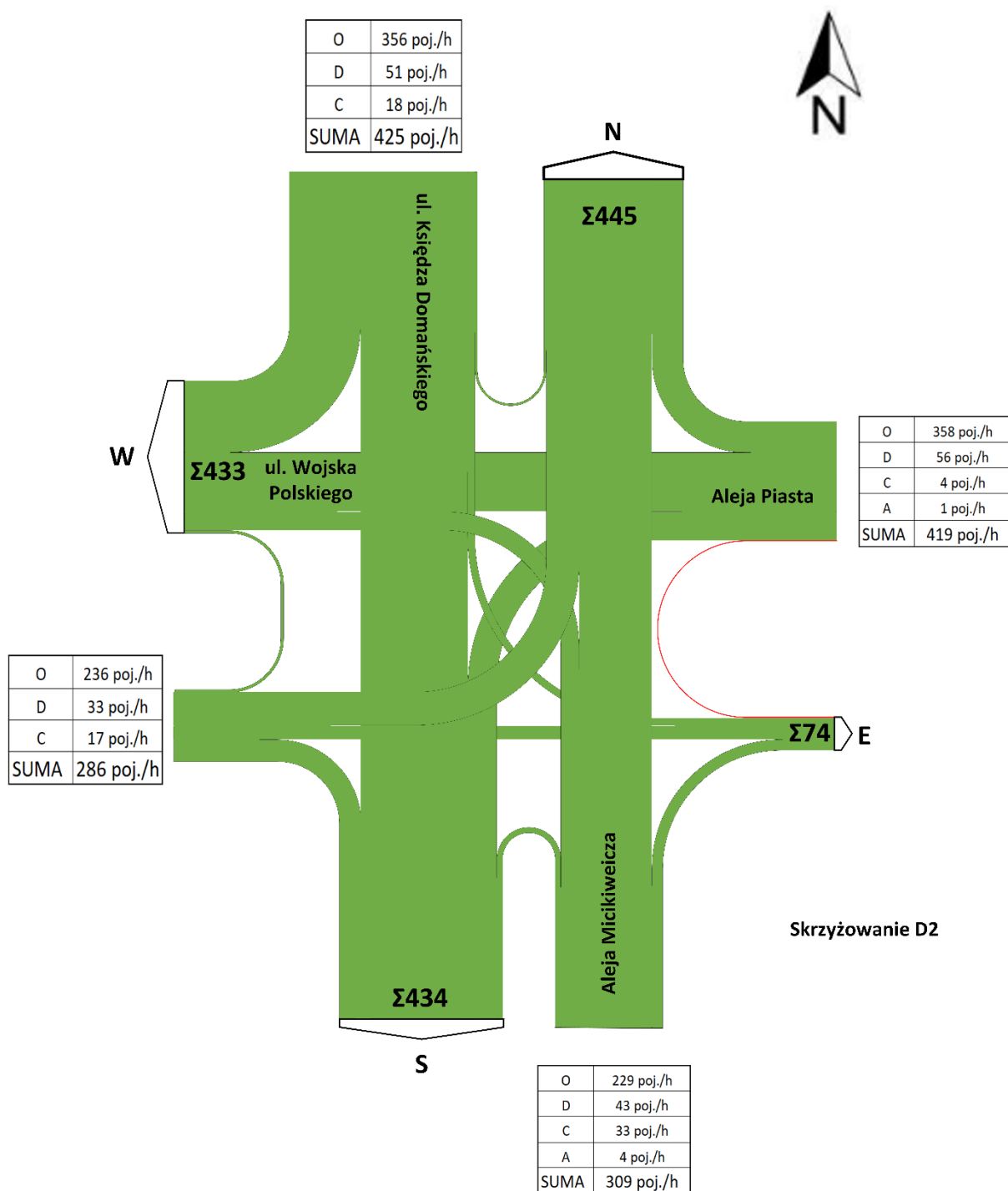
Skrzyżowanie na Placu 31 Stycznia jest zlokalizowane wśród największego nasycenia generatorów ruchu w Złotowie. Różnice natężenia ruchu pomiędzy szczytem porannym i popołudniowym wskazują jednoznacznie na wykorzystanie okolic skrzyżowania do celów handlowo-usługowych. Wzmożony ruch popołudniu generowany jest przez mieszkańców i osoby pracujące w Złotowie, podróżujące w okolicy w celu zaspokojenia motywacji innych niż dojazd do i z pracy/szkoły.

Lokalizacja parkingów i wjazdów na posesję w bezpośredniej lokalizacji ronda oraz bliskie położenie przejść dla pieszych względem tarczy skrzyżowania powoduje generowaniem dodatkowych pojedynczych zdarzeń, które wstrzymując ruch na wylotach ze skrzyżowania powodują jego „zablokowanie”. Skrzyżowanie typu rondo jest szczególnie czułe na zatamowanie ruchu wyjeżdżającego.

Z poniższego kartogramu ruchu wynika, że najwięcej pojazdów na tym skrzyżowaniu podróżuje w kierunku południowym (S) oraz zachodnim (W). Różnica pomiędzy tymi relacjami wynosi zaledwie 1 pojazd na korzyść kierunku południowego, co świadczy o niemalże identycznej popularności tych relacji. Jeżeli chodzi o wlot, z którego do skrzyżowania wjeżdża najwięcej pojazdów, jest to wlot północny (N), natomiast najmniejsze natężenie pojazdów wjeżdżających obserwowane jest na wlocie południowym (S). Ze względu na zastosowaną metodę badania ruchu na skrzyżowaniu przy wykorzystaniu wideorejestracji z dronów doszło do utraty trajektorii części pojazdów, przez co liczba pojazdów wjeżdżających do skrzyżowania (1439 poj./h) nie zgadza się z liczbą pojazdów

wyjeżdżających (1396 poj./h). Średnia wartość procentowa zachowanych trajektorii pojazdów dla godziny szczytu popołudniowego kształtuje się na poziomie 96%.

Rysunek 12. Kartogram natężenia ruchu drogowego na skrzyżowaniu D2 dla godziny szczytu popołudniowego (14:00-15:00).



Źródło: Opracowanie własne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR sp. z o. o.

4. Spis rysunków, tabel i zdjęć

SPIS RYSUNKÓW

RYSUNEK 1. LOKALIZACJE PUNKTÓW WĘZŁOWYCH, DLA KTÓRYCH PRZYGOTOWANO ANALIZY MIKROSYMULACYJNE	6
RYSUNEK 2. SYMULACJA RZECZYWISTEGO RUCHU NA SKRZYŻOWANIU W1	15
RYSUNEK 3. SYMULACJA POTENCJALNEJ MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI SKRZYŻOWANIA W1	16
RYSUNEK 4. KARTOGRAM NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU W1 DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (15:00-16:00).	18
RYSUNEK 5. KARTOGRAM NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU W3 DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (15:00-16:00).	26
RYSUNEK 6. KARTOGRAM NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU W5 DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (15:00-16:00).	33
RYSUNEK 7. SYMULACJA RZECZYWISTEGO RUCHU NA SKRZYŻOWANIU D1.....	38
RYSUNEK 8. SYMULACJA POTENCJALNEJ MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI SKRZYŻOWANIA D1.....	39
RYSUNEK 9. KARTOGRAM NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU D1 DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (14:15-15:15) ...	40
RYSUNEK 10. SYMULACJA RZECZYWISTEGO RUCHU NA SKRZYŻOWANIU D2.....	45
RYSUNEK 11. SYMULACJA POTENCJALNEJ MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI SKRZYŻOWANIA D2.....	46
RYSUNEK 12. KARTOGRAM NATĘŻENIA RUCHU DROGOWEGO NA SKRZYŻOWANIU D2 DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (14:00-15:00).	47

SPIS TABEL

TABELA 1. UDZIAŁ PROCENTOWY RÓŻNYCH TYPÓW POJAZDÓW NA SKRZYŻOWANIU W1 Z PODZIAŁEM NA DANY WŁOT.....	12
TABELA 2. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU PORANNEGO (07:30-08:30) NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H].....	13
TABELA 3. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (15:00-16:00) NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H].....	13
TABELA 4. RÓŻNICA POMIĘDZY NATĘŻENIEM POJAZDÓW DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO I GODZINY SZCZYTU PORANNEGO DLA DANEJ RELACJI Z PODZIAŁEM NA KONKRETNE WŁOTY	14
TABELA 5. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU PORANNEGO (07:30-08:30) NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H].....	22
TABELA 6. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (15:00-16:00) NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H].....	22
TABELA 7. RÓŻNICA POMIĘDZY NATĘŻENIEM POJAZDÓW DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO I GODZINY SZCZYTU PORANNEGO DLA DANEJ RELACJI Z PODZIAŁEM NA KONKRETNE WŁOTY	23
TABELA 8. LICZBA GRUP PIESZYCH I ROWERZYSTÓW NA POSZCZEGÓLNYCH WŁOTACH NA SKRZYŻOWANIU W5 W GODZINIE SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO.....	27
TABELA 9. UDZIAŁ PROCENTOWY RÓŻNYCH TYPÓW POJAZDÓW NA SKRZYŻOWANIU W5 Z PODZIAŁEM NA DANY WŁOT	29
TABELA 10. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU PORANNEGO (07:30-08:30) NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H].....	30
TABELA 11. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO (15:00-16:00) NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H].....	30

TABELA 12. RÓŻNICA POMIĘDZY NATĘŻENIEM POJAZDÓW DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO I GODZINY SZCZYTU PORANNEGO DLA DANEJ RELACJI Z PODZIAŁEM NA KONKRETNE WŁOTY	31
TABELA 13. UDZIAŁ PROCENTOWY RÓŻNYCH TYPÓW POJAZDÓW NA SKRZYŻOWANIU D1 Z PODZIAŁEM NA DANY WŁOT	35
TABELA 14. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU PORANNEGO 06:45-07:45 NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H]	36
TABELA 15. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO 14:15-15:15 NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H]	37
TABELA 16. RÓŻNICA POMIĘDZY NATĘŻENIEM POJAZDÓW DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO I GODZINY SZCZYTU PORANNEGO DLA DANEJ RELACJI Z PODZIAŁEM NA KONKRETNE WŁOTY	37
TABELA 17. UDZIAŁ PROCENTOWY RÓŻNYCH TYPÓW POJAZDÓW NA SKRZYŻOWANIU D2 Z PODZIAŁEM NA DANY WŁOT	42
TABELA 18. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU PORANNEGO 06:45-07:45 NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H]	43
TABELA 19. STRUKTURA KIERUNKOWA POJAZDÓW W GODZINIE SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO 14:00-15:00 NA DANYM WŁOCIE WYRAŻONA W [POJ./H]	44
TABELA 20. RÓŻNICA POMIĘDZY NATĘŻENIEM POJAZDÓW DLA GODZINY SZCZYTU POPOŁUDNIOWEGO I GODZINY SZCZYTU PORANNEGO DLA DANEJ RELACJI Z PODZIAŁEM NA KONKRETNE WŁOTY	44

SPIS ZDJĘĆ

ZDJĘCIE 1. ORTOFOTOMAPA PRZEDSTAWIAJĄCA SKRZYŻOWANIE W1	11
ZDJĘCIE 2. ORTOFOTOMAPA PRZEDSTAWIAJĄCA SKRZYŻOWANIE W3	20
ZDJĘCIE 3. UDZIAŁ PROCENTOWY RÓŻNYCH TYPÓW POJAZDÓW NA SKRZYŻOWANIU W3 Z PODZIAŁEM NA DANY WŁOT	21
ZDJĘCIE 4. SYMULACJA RZECZYWISTEGO RUCHU NA SKRZYŻOWANIU W3	24
ZDJĘCIE 5. SYMULACJA POTENCJALNEJ MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI SKRZYŻOWANIA W3	25
ZDJĘCIE 6. ORTOFOTOMAPA PRZEDSTAWIAJĄCA SKRZYŻOWANIE W5	28
ZDJĘCIE 7. SYMULACJA RZECZYWISTEGO RUCHU NA SKRZYŻOWANIU W5	31
ZDJĘCIE 8. SYMULACJA POTENCJALNEJ MAKSYMALNEJ PRZEPUSTOWOŚCI SKRZYŻOWANIA W5	32
ZDJĘCIE 9. ORTOFOTOMAPA PRZEDSTAWIAJĄCA SKRZYŻOWANIE D1	35
ZDJĘCIE 10. ORTOFOTOMAPA PRZEDSTAWIAJĄCA SKRZYŻOWANIE D2	42