

Katarzyna CZYŻOWSKA<sup>1</sup>

Opiekun naukowy: Artur RYGUŁA<sup>2</sup>

## **OCENA EFEKTYWNOŚCI PRACY PROJEKTOWANEJ SYGNALIZACJI ŚWIETLNEJ Z WYKORZYSTANIEM VISSIM**

**Streszczenie:** Niniejszy artykuł przedstawia ocenę efektywności pracy projektowanej sygnalizacji świetlnej poprzez wykorzystanie narzędzi wspomagania komputerowego. Autor pracy podjął się oceny efektywności zastosowania sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulic Wyzwolenia i Witosa w Bielsku-Białej. W ramach pracy przedstawiono istniejącą organizację ruchu na skrzyżowaniu i projekt jej modernizacji oraz zaprezentowano wyniki przeprowadzonych badań symulacyjnych.

**Słowa kluczowe:** sygnalizacja świetlna, badania symulacyjne, VISSIM

## **THE EFFECTIVENESS EVALUATION OF THE DESIGNED TRAFFIC LIGHTS WITH THE USE OF VISSIM**

**Summary:** The following article presents the evaluation of the effectiveness of the designed traffic lights with the use of computer-aided tools. The author tries to evaluate the efficiency of using traffic lights at Wyzwolenia and Witosa intersection in Bielsko-Biała. The work describes the actual traffic organization at the intersection and the project of its modernization.

**Keywords:** traffic lights, simulation, VISSIM

### **1. Opis organizacji ruchu na skrzyżowaniu**

#### **1.1. Stan istniejący**

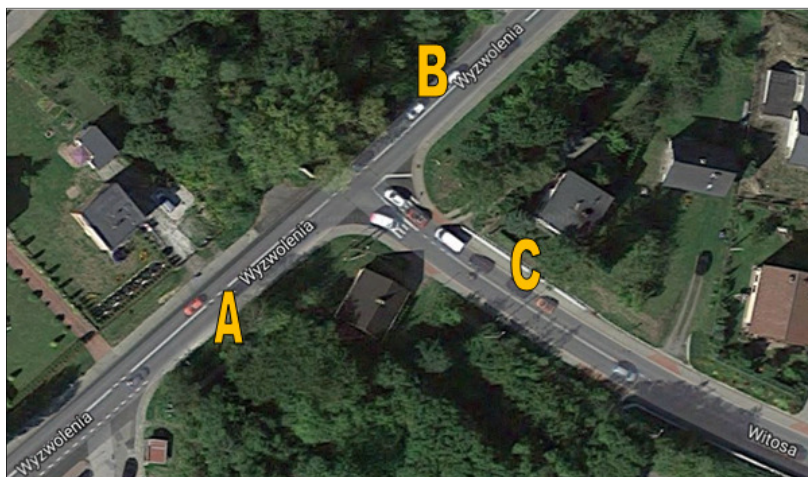
Skrzyżowanie ulic Wyzwolenia i Witosa w Bielsku-Białej jest skrzyżowaniem z pierwszeństwem przejazdu w kształcie litery T. Ulica Wyzwolenia jest drogą z pierwszeństwem, natomiast ulica Witosa to droga podporządkowana. Pierwszeństwo przejazdu wyznaczone jest przy pomocy znaków poziomych oraz pionowych. Podporządkowanie ulicy Witosa oznakowane jest znakiem B-20

---

<sup>1</sup> Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Zarządzania i Transportu, specjalność: logistyka transportu, katarzyna.czyzowska@onet.eu

<sup>2</sup> dr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Zarządzania i Transportu, arygula@ath.bielsko.pl

„STOP”. Rysunek 1 przedstawia analizowane skrzyżowanie wraz z oznaczonymi wlotami odpowiednio: wlot ulicy Wyzwolenia w kierunku centrum Hałcnowa oznaczono symbolem „A”, wlot ulicy Wyzwolenia w kierunku centrum Bielska-Białej oznaczono symbolem „B”, natomiast wlot ulicy Witosa oznaczono symbolem „C”.



Rysunek 1. Skrzyżowanie ulic Wyzwolenia i Witosa z oznaczonymi wlotami [4]

Analiza bezpieczeństwa ruchu drogowego wykonana przez Miejski Zarząd Dróg w Bielsku - Białej wykazała, że obliczona suma punktowa z kryteriów pomocniczych wynosząca 131 punktów, uzasadnia potrzebę zastosowania sygnalizacji świetlnej [2]. Na analizowanym skrzyżowaniu dochodzi do zderzeń bocznych pojazdów charakterystycznych dla wymuszania wyjazdu z drogi podporządkowanej na drogę główną. Podczas prowadzonych obserwacji skrzyżowania w godzinach szczytu porannego zaobserwowano około 500 metrową kolejkę pojazdów na ulicy Witosa. Rysunek 2 przedstawia kolejkę na wlocie C w dniu 21 maja 2018 roku podczas szczytu porannego.

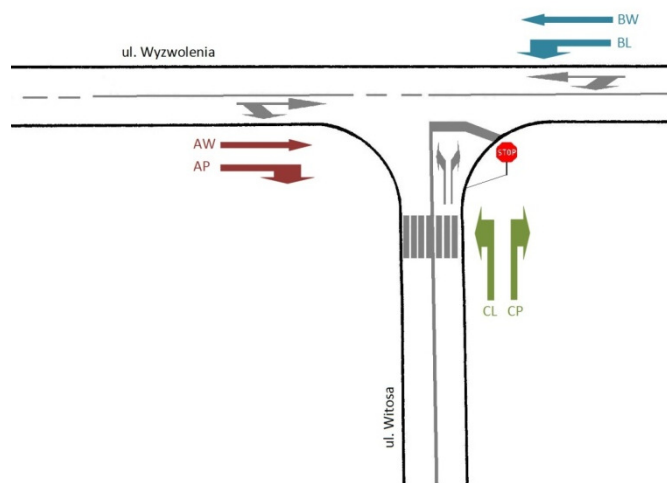


Rysunek 2. Kolejka na wlocie C sięgająca około 500 metrów

W ramach omawianego skrzyżowania wyodrębniono następujące relacje:

- AW – ulica Wyzwolenia w kierunku Hałcnowa,
- AP – prawoskręt ulicy Wyzwolenia w kierunku ul. Witosa,
- BW – ulica Wyzwolenia w kierunku centrum Bielska-Białej,
- BL – lewoskręt ulicy Wyzwolenia w kierunku ul. Witosa,
- CP – prawoskręt ulicy Witosa w kierunku Hałcnowa,
- CL – lewoskręt ulicy Witosa w kierunku centrum Bielska-Białej.

Oznaczenia poszczególnych wlotów oraz relacji na skrzyżowaniu przedstawiono na rysunku 3.



Rysunek 3. Szkic analizowanego skrzyżowania z oznaczonymi relacjami

W ramach pracy przyjęto założenie, że aktualne natężenie ruchu jest zgodne z pomiarami wykonanymi w czerwcu 2017 roku przez Miejski Zarząd Dróg w Bielsku-Białej [2]. Zgodnie z wynikami pomiarów poranny szczyt komunikacyjny przypada na godzinę 7:00–8:00, dla którego największe natężenie ruchu występuje na kierunku Hałcnów – centrum Bielsko-Biała – wlot B. Natomiast szczyt komunikacyjny popołudniowy na godzinę 15:30-16:30, dla którego największe natężenie występuje na kierunku centrum Bielsko-Biała – Hałcnów. Rozkład natężenia ruchu z podziałem na relacje został przedstawiony w tabeli 1.

Tabela 1. Rozkład natężenia ruchu [P/h] z podziałem na relacje

Godzina	Relacja						Piesi	Suma [P/h]
	AW	AP	BW	BL	CL	CP		
<b>7:00-8:00</b>	370	149	788	28	313	32	15	<b>1680</b>
<b>15:30-16:30</b>	686	425	478	53	170	25	22	<b>1837</b>

## 1.2. Stan projektowany

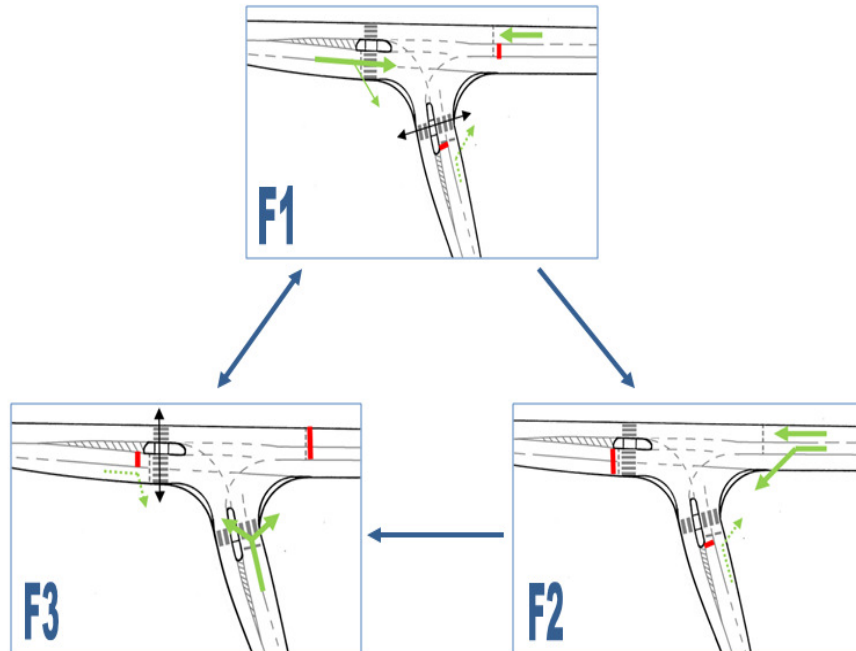
Zgodnie z projektem wykonawczym Miejskiego Zarządu Dróg w Bielsku- Białej [2] skrzyżowanie ulic Wyzwolenia i Witosza po rozbudowie będzie skrzyżowaniem skanalizowanym z sygnalizacją świetlną w kształcie litery „T”. Projekt rozbudowy skrzyżowania Wyzwolenia - Witosza przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Szkic rozbudowy analizowanego skrzyżowania

Zgodnie z projektem zostaną wprowadzone dodatkowe pasy dla relacji skrętnych oraz wyspy kanalizujące ruch. Dla ulicy Wyzwolenia zaprojektowano pas do jazdy na wprost w kierunku Hałcnowa o szerokości 3,5m, dla relacji skrętnej w prawo o szerokości 3,5m, dla kierunku do centrum Bielska-Białej pas o szerokości 4m, a dla relacji lewoskrętnej o szerokości 3,5m. Na wlocie ulicy Witosza zaprojektowano dwa pasy ruchu dla relacji skrętnych o szerokości 3m.

Na analizowanym skrzyżowaniu planuje się sygnalizację trójfazową, dzięki której można uzyskać bezkolizyjne fazy zarówno dla ruchu pieszego, jak i samochodowego. Sterowanie fazami jest podejściem tradycyjnym, dzięki któremu określone dla danej fazy parametry sterowania dotyczą wszystkich relacji dopuszczonych do ruchu w aktywnej fazie[1]. Poszczególne fazy wzbudzone są na żądanie w zależności od funkcji zgłoszenia detektorów. Przejścia dla pieszych charakteryzowane są stałym zgłoszeniem. Sygnalizacja realizuje również funkcje pomiarowe, odliczając czas trwania danej fazy. W pracy przyjęto uproszczony schemat sterowania sygnalizacją świetlną (rys. 5). Ze względu na małe natężenie ruchu pieszych pominięto fazę F3a. Żądanie dla fazy docelowej „F2” wywołuje obecność pojazdu zarejestrowana przez detektor o numerze 1, natomiast dla fazy „F3” detektor o numerze 2. Przejście z fazy „F3” do fazy preferowanej „F1” następuje po rejestracji pojazdu przez detektor o numerze 3.



Rysunek 5. Uproszczony schemat sterowania sygnalizacją świetlną

## 2. Modele symulacyjne

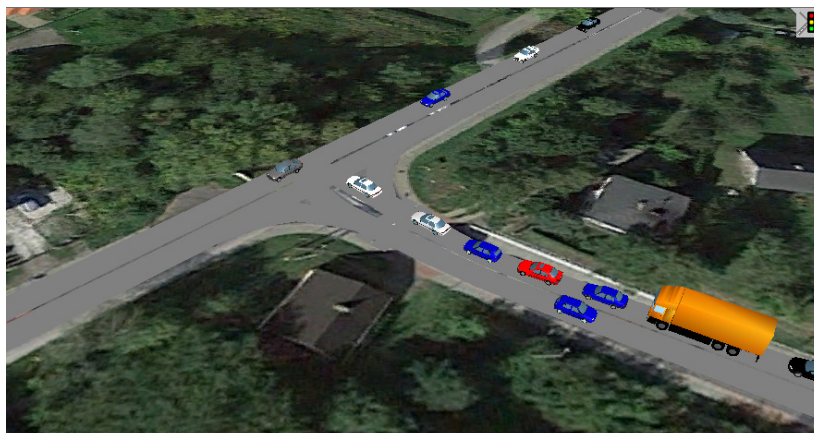
Symulacje na poziomie mikroskopowym umożliwiają oprogramowania VISSIM oraz VisVAP grupy PTV Vision. Oprogramowanie VISSIM daje sposobność do analizy warunków ruchu w zależności od struktury pojazdów, natężenia i organizacji ruchu (z uwzględnieniem ruchu pieszych) oraz zastosowanej sygnalizacji świetlnej [3]. Aplikacja VisVAP umożliwia definiowanie logik sterowania sygnalizacją świetlną poprzez schematy algorytmu blokowego.

Pierwszym wariantem symulacji jest stan istniejący. Wariant II dotyczy skrzyżowania skanalizowanego z sygnalizacją świetlną.

### 2.1. Wariant I – skrzyżowanie bez sygnalizacji świetlnej

Na rysunku 6 przedstawiono okno systemowe programu VISSIM podczas wykonywanej symulacji dla szczytu porannego.

Obserwując przebieg symulacji, zauważono tworzące się na wlocie C kolejki, które bardzo dobrze odwzorowują stan rzeczywisty występujący podczas szczytu porannego.

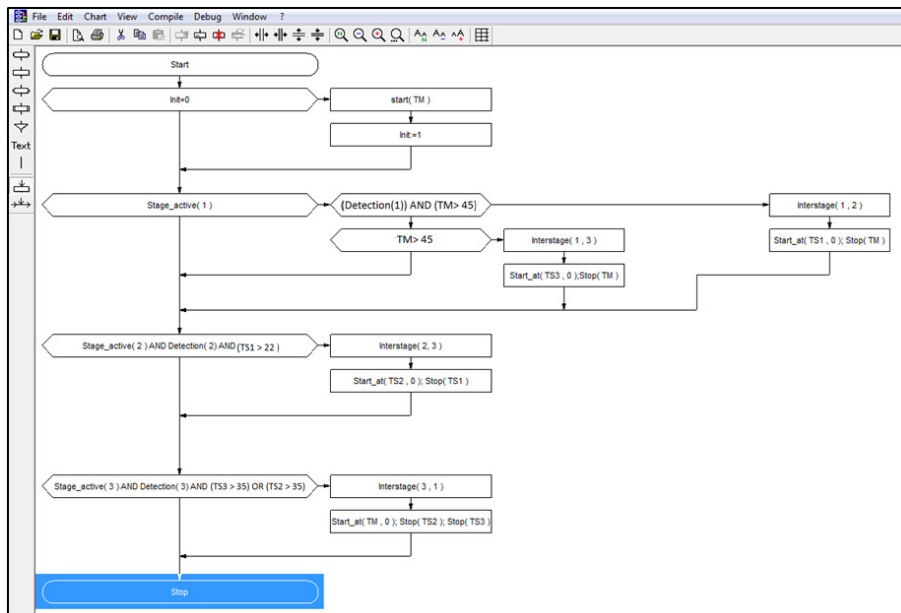


Rysunek 6. Okno systemu VISSIM podczas wykonywanej symulacji

## 2.2. Wariant II – skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną

W ramach wariantu II zaproponowano dwie opcje sterowania sygnalizacją świetlną, które różnią się parametrami maksymalnych czasów trwania poszczególnych faz.

W wariantcie II-A wprowadzono maksymalne czasy trwania faz określone w projekcie wykonawczym Miejskiego Zarządu Dróg w Bielsku-Białej [2]. Dla fazy I zadano maksymalny czas równy 45 s, dla fazy II równy 22 s, a dla fazy III wprowadzono maksymalny czas równy 35 s (rysunek 7). Tabela 2 przedstawia uzyskane wyniki długości kolejek dla wariantu II-A.



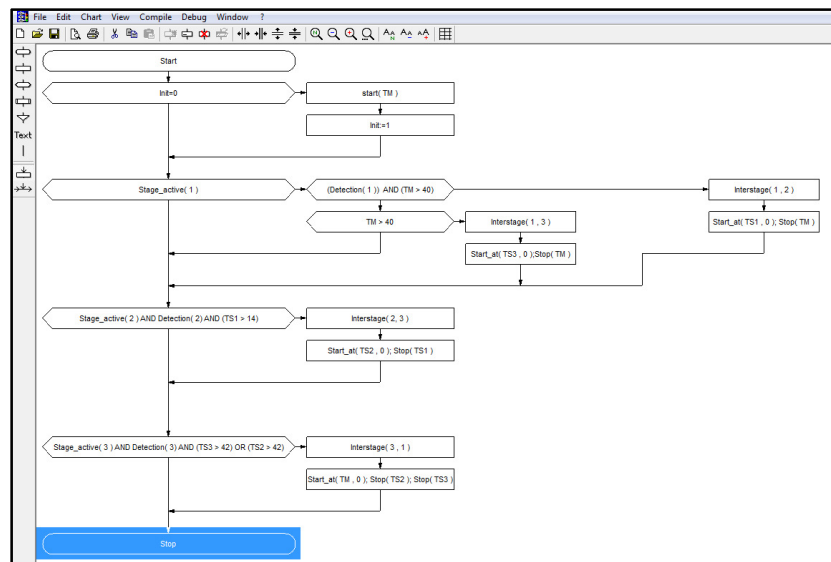
Rysunek 7. Schemat blokowy programu sygnalizacji świetlnej dla wariantu II-A

Tabela 2. Średnie i maksymalne długości kolejek wyrażone w metrach dla szczytu porannego z podziałem na relacje.

Relacja	Średnia długość kolejki [m]	Maksymalna długość kolejki [m]
AW	10	104
AP	1	57
BW	11	182
BL	13	205
CL	138	333
CP	107	310

Dla szczytu porannego w wariantcie II-A, średnia długość kolejki dla relacji CL wyniosła 138 metry, a maksymalna długość kolejki 333 metry. Dla relacji CP średnia długość kolejki wyniosła 107 metry, natomiast maksymalna 310 metry.

W wariantcie II-B zaproponowano następujące maksymalne czasy trwania faz: Faza I – 40 s, Faza II – 14 s, Faza III – 42 s (rysunek 8). Tabela 3 przedstawia uzyskane wyniki długości kolejek dla wariantu II-B.



Rysunek 8. Schemat blokowy programu sygnalizacji świetlnej dla wariantu II-B

Tabela 3. Średnie i maksymalne długości kolejek wyrażone w metrach dla szczytu porannego z podziałem na relacje

Relacja	Średnia długość kolejki [m]	Maksymalna długość kolejki [m]
AW	9	92
AP	28	47
BW	22	239
BL	25	265
CL	104	281
CP	77	259

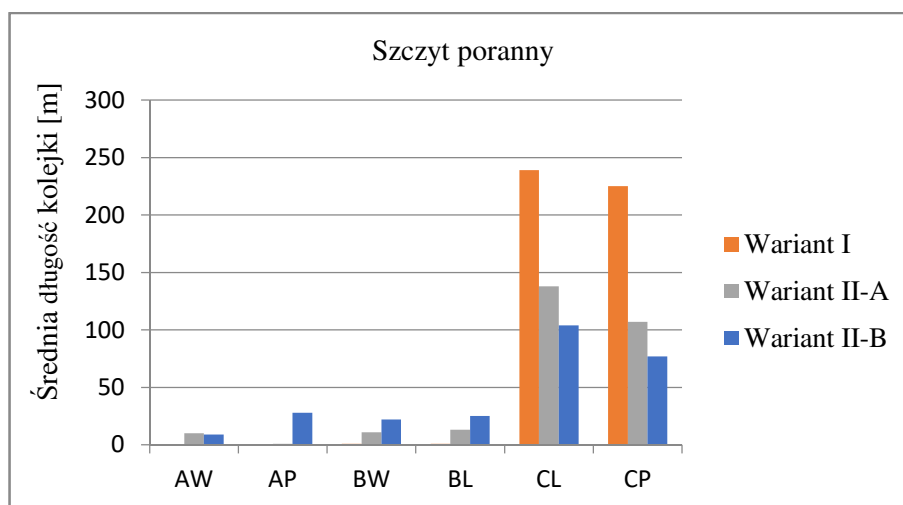
Dla szczytu porannego w wariancie II-B, średnia długość kolejki dla relacji CL wyniosła 104 metry, a maksymalna długość kolejki 281 metry. Dla relacji CP średnia długość kolejki wyniosła 77 metrów, natomiast maksymalna 259 metry. Na wlocie B tworzą się kolejki o średniej długości około 23 metrów, natomiast maksymalne długości kolejek mogą wynosić około 265 metrów.

### 3. Porównanie wyników

W celu oceny efektywności pracy projektowanej sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu ulic Wyzwolenia – Witosza w Bielsku-Białej porównano wyniki symulacji analizowanych wariantów. Tabela 4 oraz rysunki 9 i 10 przedstawiają średnią oraz maksymalną długość kolejki wyrażoną w metrach z podziałem na relacje.

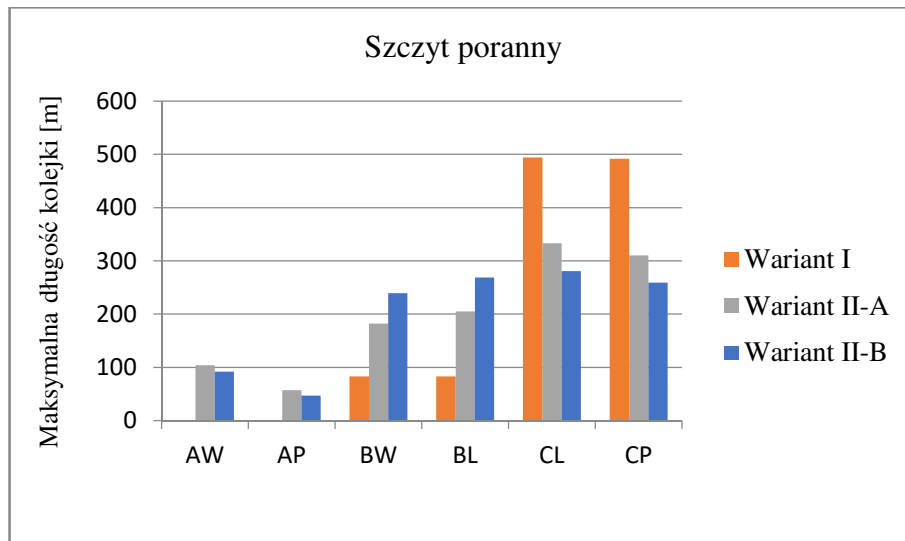
Tabela 4. Długości kolejek wyrażone w metrach

	Średnia długość kolejki [m]						Maksymalna długość kolejki [m]						
	AW	AP	BW	BL	CL	CP	AW	AP	BW	BL	CL	CP	
<b>I</b>	0	0	1	1	239	225	<b>I</b>	0	0	83	83	494	492
<b>II-A</b>	10	1	11	13	138	107	<b>II-A</b>	104	57	182	205	333	310
<b>II-B</b>	9	28	22	25	104	77	<b>II-B</b>	92	47	239	269	281	259



Rysunek 9. Średnia długość kolejki podczas szczytu porannego





Rysunek 10. Maksymalna długość kolejki podczas szczytu porannego

Analizując efektywność pracy projektowanej sygnalizacji świetlnej na badanym skrzyżowaniu, stwierdzono, że będzie ona spełniała swój cel, to znaczy zapewni bezpieczny przejazd przez skrzyżowanie wszystkim uczestnikom ruchu przy nieznacznym ograniczeniu swobody ruchu. Średnia długość kolejki podczas szczytu porannego zmniejszy się ponad dwukrotnie na wlocie C kosztem wzrostu średniej długości kolejki na pozostałych wlocach, które nie będą przekraczały 30 metrów. Maksymalna długość kolejki na wlocie C wynosząca aktualnie około 494 m, po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej oraz dodatkowych pasów ruchu, dla Wariantu II-A nie przekroczy 333 m, a zatem zmniejszona zostanie o prawie 33%. Natomiast dla Wariantu II-B zmniejszona zostanie o około 43%.

#### 4. Podsumowanie

Analiza uzyskanych wyników wykazała, że po wprowadzeniu sygnalizacji świetlnej na analizowanym skrzyżowaniu ulic Wyzwolenia – Witosa w Bielsku-Białej, średnie i maksymalne długości kolejek na wlocie podporządkowanym zostaną zmniejszone kosztem niewielkiego pogorszenia warunków ruchowych dla głównej relacji. Zastosowanie akomodacyjnej sygnalizacji świetlnej na analizowanym skrzyżowaniu zapewni bezpieczeństwo użytkownikom drogi oraz ułatwi wykonanie manewru skrętu kierującym wjeżdżającym na skrzyżowanie od ulicy Witosa. Sygnalizacja świetlna przyniesie oczekiwane efekty – maksymalne długości kolejek zostaną zmniejszone. Jednocześnie należy spodziewać się niewielkich strat czasu na ciągu głównym.

**LITERATURA**

1. GACA S., SUCHORZEWSKI W., TRACZ M., Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka, WKŁ., Warszawa, 2008.
2. Rozbudowa skrzyżowania ulicy Wyzwolenia z ulicą Witosa w Bielsku-Białej. Projekt wykonawczy. Miejski Zarząd Dróg, Bielsko-Biała, 2017.
3. Ryguła A., Podstawy inżynierii ruchu. Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej, Bielsko-Biała, 2015.
4. Źródło: mapy Google, dostęp: 24.05.2018r.