

Analiza wpływu sygnalizacji świetlnej na funkcjonowanie komunikacji zbiorowej w obrębie pl. Kościuszki we Wrocławiu

Analysis of the influence of traffic lights on the functioning of public transport within Kosciuszko square in Wrocław



Emilia Skupień

Dr inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział Mechaniczny

emilia.skupien@pwr.edu.pl



Mateusz Rydlewski

Inż.

Student Politechniki Wrocławskiej

mateusz.rydlewski@gmail.com

Streszczenie: Zarządzanie ruchem w mieście, nawet wspomagane przez działania inteligentnych systemów transportu, jest bardzo złożonym procesem. Analizowanie pojedynczego skrzyżowania może nie przynosić zamierzonych efektów a nawet przyczynić się do pogorszenia względem stanu początkowego. Najistotniejszym elementem wprowadzania zmian powinna być obserwacja ruchu.

W artykule przedstawiono wpływ sygnalizacji świetlnej na funkcjonowanie komunikacji zbiorowej, na przykładzie placu Kościuszki we Wrocławiu. Przedstawione propozycje poprzedzone były kilkugodzinnymi obserwacjami ruchu i badaniami, których część wyników została przedstawiona w pracy. W artykule zaproponowano zmiany mające na celu usprawnienie ruchu komunikacji zbiorowej w obrębie placu.

Słowa kluczowe: Sterowanie ruchem; inżynieria ruchu; sygnalizacja świetlna

Abstract: Traffic management in a city, even assisted by intelligent transport systems, is a very complex process. Analyzing a single intersection may not produce the intended effect or even contribute to a deterioration from the initial state. The most important element of introducing changes should be traffic monitoring.

The article presents the influence of traffic lights on the functioning of public transport, on the example of Kosciuszko Square in Wrocław. Presented proposals were preceded by several hours of traffic observations, some of the results were presented at this paper. The article proposes changes to streamline public transport within the square.

Keywords: Traffic control; traffic engineering; traffic lights

W dużych miastach sygnalizacja świetlna odgrywa znaczącą rolę w sterowaniu ruchem. Wpływ sygnalizacji świetlnej na funkcjonowanie miejskiego transportu zbiorowego jest szczególnie zauważalny w godzinach szczytów komunikacyjnych gdy wzrasta intensywność ruchu.

Wiele miast, w swoich dokumentach planistycznych zapisuje priorytet komunikacji zbiorowej, w tym i Wrocław [6]. Założenie to jest jednak trudne do realizacji, ponieważ samochodów osobowych jest zdecydowanie więcej niż pojazdów transportu zbiorowego i odebranie im pierwszeństwa czy skrócenie wyświetlania sygnału zielonego, bardzo szybko może się przerodzić w zatory drogowe, które utrudnią ruch również pojazdom komunikacji zbiorowej. Między innymi z tego powodu zarządzanie systemem

transportowym miasta jest problemem złożonym. W artykule przedstawiono wpływ sygnalizacji świetlnej na funkcjonowanie komunikacji zbiorowej, na przykładzie placu Kościuszki we Wrocławiu. W wyniku przeprowadzonej analizy zaproponowano też zmiany mające na celu usprawnienie ruchu środkom transportu zbiorowego w obrębie placu.

Obszar badań

Plac Kościuszki jest przykładem skrzyżowania z wyspą centralną. Przez wyspę, wraz z koncentracją ruchu, poprowadzone jest torowisko tramwajowe. Jest jednym z ważniejszych skrzyżowań Wrocławia. Po placu na regularnych trasach kursuje 5 linii tramwajowych oraz trzy normalne i dwie pospieszne linie autobusowe [5]. Daje

to natężenie ruchu na poziomie 30 par tramwajów i 25 autobusów na godzinę szczytową [7]. Schemat placu Kościuszki wraz z ulicami wchodzącymi w obszar skrzyżowania został przedstawiony na rys. 1.



1. Plac Kościuszki we Wrocławiu i ulice wchodzące w skład skrzyżowania, ul. Świdnicka oraz ul. Kościuszki, opracowanie własne

Największe natężenie ruchu obserwuje się wzdłuż ulicy Świdnickiej, która jest równocześnie kierunkiem z pierwszeństwem przejazdu przez skrzyżowanie. W obu kierunkach prowadzą po dwa pasy ruchu dla pojazdów indywidualnych, wyznaczone liniami poziomymi torowisko tramwajowe oraz oznakowanie poziome informujące o obecności rowerzystów na jezdni. Tramwaje przejeżdżają przez skrzyżowanie po łuku (otaczając wyspę centralną).

Kierunki podporządkowane przebiegają prostopadłe do ulicy Świdnickiej wzdłuż ulicy Kościuszki, która 30 metrów od omawianego skrzyżowania, w stronę ulicy Kołłątaja, jest jednokierunkowa (w kierunku od placu), na której dopuszczony jest ruch kontrapasem wyłącznie dla rowerzystów.

Po przeprowadzonym w 2015 roku remoncie skrzyżowania zainstalowana została sygnalizacja świetlna, która została objęta systemem ITS [3]. Ponadto oprócz sygnalizacji w obrębie placu powstały również udogodnienia dla rowerzystów takie jak pasy czy

śluzы rowerowe ale również sygnalizatory świetlne przeznaczone wyłącznie dla tej grupy użytkowników. Swoboda ruchu pieszych została znacząco obniżona i ściśle uzależniona od działania sygnalizacji świetlnej.

Według dokumentów projektowych, celem wprowadzenia sygnalizacji świetlnej na placu Kościuszki była *poprawa bezpieczeństwa ruchu na skrzyżowaniu oraz poprawienie przepustowości i płynności szynowym pojazdom komunikacji zbiorowej* [9].

Opinia uzyskana na podstawie bezpośrednich wywiadów z pracownikami wrocławskiego MPK wskazuje, że zainstalowanie sygnalizacji świetlnej na ogół wpływa na niekorzyść przejazdu tramwajów i autobusów. W przypadku omawianego placu dodatkowym problemem jest fakt ostatecznego dopuszczenia relacji lewoskrętów z kierunku z pierwszeństwem przejazdu. W początkowej fazie projektowania zmian na tym skrzyżowaniu nie uwzględniano możliwości wprowadzenia lewoskrętów jednakże ze względu na społeczny sprzeciw ze

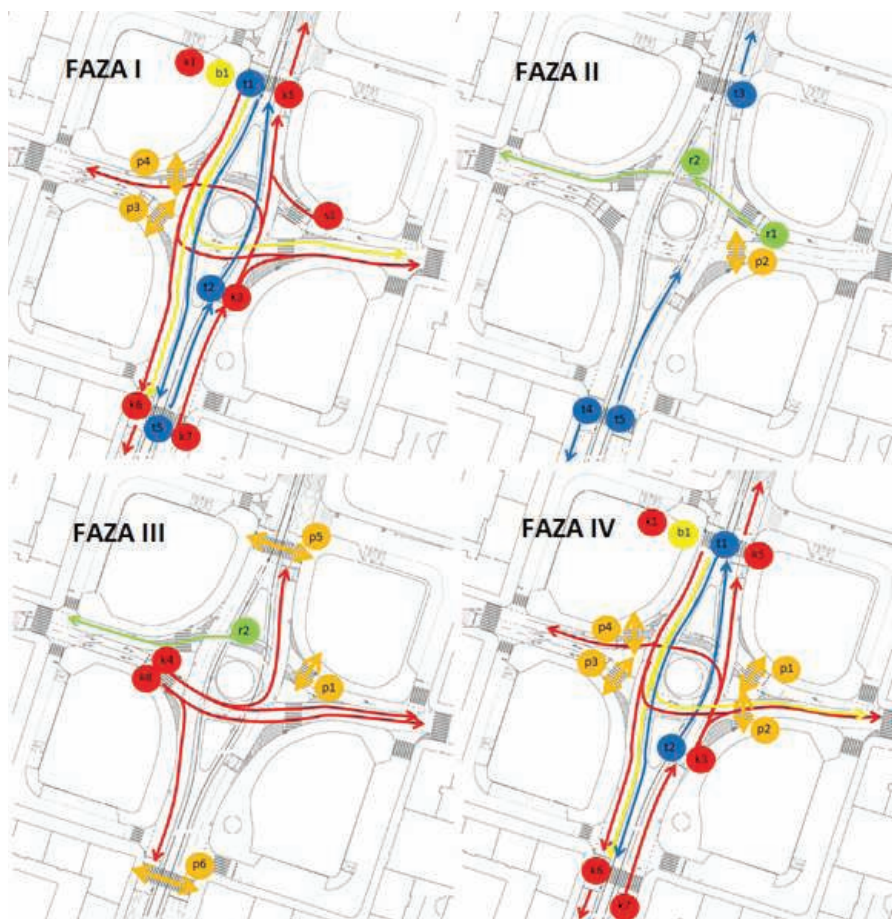
strony kierowców dokonano korekty projektu, w którym dopuszczono omawianą możliwość skrętu. Umożliwienie wykonania tego manewru znacząco wpływa na ruch tramwajów, który może być ograniczony przez stojący na torowisku pojazd. Najczęstszym następstwem takiego zjawiska jest strata kilkudziesięciu sekund wynikająca nie tylko z zatrzymania przed pojazdem blokującym torowisko ale również przed następnym sygnalizatorem, który przestał wyświetlać sygnał umożliwiający przejazd.

Sygnalizacja świetlna w obrębie skrzyżowania

Sygnalizacja objęta jest działaniem Inteligentnego Systemu Transportu (ITS), który dzięki licznym detektorom znajdującym się na skrzyżowaniu, otrzymuje informacje w czasie rzeczywistym i poddaje je analizie w algorytmie, który decyduje czy i ewentualnie w którym momencie załączyć program specjalny. Takie rozwiązanie ma na celu uprzywilejowanie środków transportu zbiorowego i umożliwienie im przejazdu przez skrzyżowanie w możliwie najkrótszym czasie. Należy jednak zwrócić uwagę, że sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniu nadaje priorytet jedynie tramwajom [2].

Podstawowa długość cyklu sygnalizacji świetlnej, działającej w obrębie placu, wynosi 100s [8]. Struktura programu składa się z 4 faz ruchu, które na schemacie komunikacyjnym skrzyżowania przedstawia rys. 2. Fazy dla poszczególnych grup sygnałowych zostały przedstawione za pomocą kolorów, które odpowiadają danym użytkownikom ruchu w następujący sposób:

- Kolor żółty – autobusy (oznaczenie b);
- Kolor niebieski – tramwaje (oznaczenie t);
- Kolor pomarańczowy – piesi (oznaczenie p);
- Kolor zielony – rowerzyści (oznaczenie r);
- Kolor czerwony – kierowcy indywidualni (oznaczenie k).



2. Fazy sygnalizacji świetlnej na placu Kościuszki we Wrocławiu, opracowanie własne

Ruch pojazdów miejskiego transportu zbiorowego w obrębie placu

Ruch tramwajów oraz autobusów pospiesznych odbywa się wzdłuż ulicy Świdnickiej i prowadzi od skrzyżowania z ulicą Podwale do skrzyżowania z Piłsudskiego. Pozostałe trzy linie autobusowe przejeżdżają przez Plac Kościuszki tylko w jedną stronę, skręcając w kierunku ulicy Kościuszki.

W obrębie placu zainstalowanych jest w sumie 6 sygnalizatorów dla komunikacji zbiorowej, w tym jeden przeznaczony wyłącznie dla autobusów. Na rys. 3 zostały przedstawione lokalizacje sygnalizatorów przeznaczonych dla środków transportu zbiorowego oraz podane grupy sygnałowe je opisujące. Linią niebieską zaznaczono trasy przejazdów tramwajów, a liniami żółtymi autobusów, przy czym linia ciągła odnosi się do trasy autobusów pospiesznych, a linia przerywana do trasy linii normalnych (linie te w przeciwnym kierunku kursują wzdłuż ulicy Podwale omijając plac Kościuszki).

Ruch tramwajów na placu charakteryzuje się dużym natężeniem. Z tego powodu, aby umożliwić szybszą możliwość przejazdu tramwajom przez skrzyżowanie w obu kierunkach za omawianym placem, wykorzystuje się przystanki podwójne [4].

W celu weryfikacji jaka część pojazdów (tramwaje oraz autobusy rozpatrywane były osobno) przejeżdżających przez plac Kościuszki zmuszona została do zatrzymania innego niż spowodowanego obsługą pasażerów na przystanku, przeprowadzono badania ruchu pojazdów transportu zbiorowego.

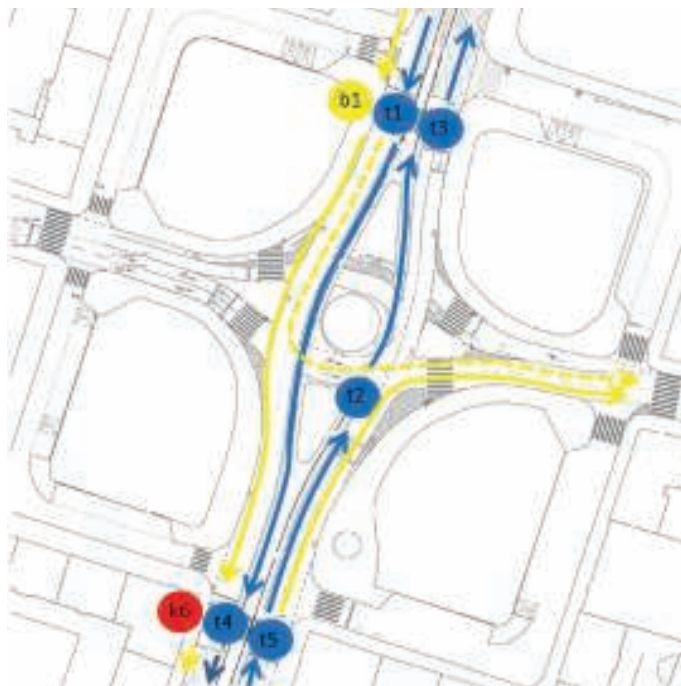
Podczas badań zliczano liczbę tramwajów i autobusów przejeżdżających przez plac oraz zbadano ile z nich, w wyniku różnych czynników takich jak działanie sygnalizacji świetlnej czy ruch innych użytkowników, zmuszonych zostało do zatrzymania się.

Zaobserwowano, że w zależności od sytuacji zatrzymanie trwało od kilku do kilkudziesięciu sekund (czasami konieczność zatrzymania na cały cykl

Tab. 1. Liczba zatrzymań środków transportu zbiorowego na placu Kościuszki wraz z procentowym udziałem powodów zatrzymań. Na podstawie badań przeprowadzonych w godzinach 12:00-13:15 i 16:00-17:00,

Środek komunikacji	Liczba przejazdów::			Zatrzymanie wynikające z		
	ogółem	bez zatrzymania	z zatrzymaniem	obecności samochodu	działania sygnalizacji	inny powód
TRAMWAJ	102	38 (37%)	64 (63%)	19%	67%	14%
AUTOBUS	57	23 (40%)	34 (60%)	68%	21%	12%

Źródło: opracowanie własne



3. Lokalizacja sygnalizatorów dla środków transportu zbiorowego w obrębie placu Kościuszki, opracowanie własne

światły). Wyniki obrazujące liczbę przejazdów tramwajów i autobusów oraz wynikające z nich zatrzymania przedstawione zostały w tabeli 1.

Na podstawie powyższych badań można zauważyć, że najczęstszym powodem zatrzymania tramwajów, bo aż 67%, było następstwo nadawania sygnału niezezwalającego na przejazd. Tak wysoki wynik wskazuje na niespełnienie podstawowego założenia postawionego podczas projektowania sygnalizacji świetlnej na tym skrzyżowaniu – zwiększenia płynności ruchu.

W przypadku autobusów, biorąc pod uwagę przeważającą liczbę relacji skrotnych, największa część zatrzymań (68%) wynika z obecności pojazdu w obszarze jazdy czyli zatoru, który najczęściej powstaje podczas skrętów w lewo. Zatrzymania w wyniku działania sygnalizacji świetlnej dotyczą głównie przejazdów linii pospiesznych, których zatrzymania zaobserwowano przed

sygnalizatorem k6.

Podczas kolejnego badania dane były zbierane w czasie rzeczywistym podczas przejazdu tramwajem przez plac Kościuszki. Przejazd odbywał się pomiędzy przystankami Arkady (Capitol), a Renoma, w obu kierunkach. Badanie polegało między innymi na pomiarze czasu obsługi pasażerów na przystanku, sprawdzeniu punktualności przyjazdu, zapisaniu długości ewentualnego zatrzymania i czynnika, który wpłynął na zatrzymanie oraz dokonaniu analizy czy przejazd między przystankami przez plac Kościuszki był dłuższy niż rozkładowe 2 min. Wyniki badań zostały przedstawione w tabeli 2.

Przez sformułowanie „odjazd z przystanku” rozumie się czas oczekiwania na sygnał umożliwiający przejazd przez skrzyżowanie liczony od momentu zamknięcia drzwi na przystanku. Określenie „światła przed wyspą centralną” to dla kierunku Arkady ->

Tab. 2. Wyniki dynamicznych badań ruchu obrazujące liczbę zdarzeń powodujących zatrzymanie, średni czas zatrzymania, odchylenie standardowe oraz analizę średniego czasu przejazdu

Przystanek początkowy	Przystanek końcowy	Wartość	Czas przejazdu	Zatrzymanie wynikające z:			
				Odjazdu z przystanku	Światła przed wyspą centralną	Samochód blokujący torowisko	Światła za wyspą centralną
ARKADY	RENOMA	Liczba zdarzeń:	23	15	2	3	18
		Średnia [s]:	2:05	13	34	9	24
		Odchylenie standardowe [s]:	0:25	5,44	21,92	5,86	25,93
RENOMA	ARKADY	Liczba zdarzeń:	22	20	1	3	5
		Średnia [s]:	2:21	48	39	6	40
		Odchylenie standardowe [s]:	0:30	24,14	-	4,73	34,04
OBA KIERUNKI		Liczba zdarzeń:	45	35	3	6	23
		Średnia [s]:	2:13	33	35	8	27
		Odchylenie standardowe [s]:	0:29	25,39	15,82	5,17	27,92

Źródło: opracowanie własne

Renoma zatrzymanie przed sygnalizatorem z grupy sygnałowej t5 (rys. 3) w przeciwnym kierunku jest to grupa sygnałowa t1. Zatrzymanie „za wyspą centralną” to odpowiednio zatrzymanie przed sygnalizatorami z grup sygnałowych: t3 lub t4.

Na podstawie analizy danych pomiarowych można stwierdzić, że:

- 90% tramwajów jadących w stronę placu Kościuszki od ulicy Podwale, w wyniku źle skoordynowanej sygnalizacji świetlnej, po zamknięciu drzwi na przystanku traci średnio 48s oczekując na możliwość przejazdu przez skrzyżowanie. Problem ten nie jest aż tak duży w przypadku jazdy tramwajów od strony ulicy Powstańców Śląskich. Średni czas przejazdu od przystanku do przystanku (liczony od zamknięcia do otwarcia drzwi) wynosi 2min 13s;
- Samochody blokujące torowisko, były powodem tylko nieco ponad 10% wszystkich zatrzymań a czas zatrzymania, w stosunku do innych przyczyn był stosunkowo krótki. Może to świadczyć o dużej świadomości kierowców indywidualnych, którzy zwracają uwagę na komunikację zbiorową;
- Zatrzymania tramwajów przed wyspą centralną były wyłącznie pojedynczymi przypadkami w których nie należy doszukiwać się problemów z funkcjonowaniem

sygnalizacji świetlnej, a jedynie tych wynikających z sytuacji na drodze (zdarzenia losowe trudne do przewidzenia);

- Dużym problemem jest czas rozpoczęcia wyświetlania sygnału zielonego przez sygnalizator z grupy t3, który zezwala na wjazd tramwaju na przystanek Renoma. Sygnalizacja świetlna w tym przypadku daje zdecydowany priorytet pojazdom indywidualnym powodując średnie oczekiwanie około 24s.

Propozycje zmian

Poprawa ruchu danej grupie użytkowników najczęściej odbywa się kosztem innej grupy. Dlatego najistotniejszym elementem planowania zmian jest przewidywanie ich następstw.

Ruch autobusów pospiesznych w stronę przystanku Arkady (Capitol) odbywa się wzdłuż ulicy Świdnickiej na całej długości placu (rys. 3). Przed placem ruch porządkuje sygnalizator z grupy sygnałowej b1. Następnie autobusy zmuszone są do zastosowania się do wskazań sygnalizatora z grupy k6 przeznaczonego dla pojazdów indywidualnych.

Podczas prowadzonych obserwacji na placu, zauważono częsty problem wynikający z zatrzymania autobusów pospiesznych bezpośrednio przed sygnalizatorem z grupy k6. Przystanek autobusowy znajduje się bezpośred-

nio za przejściem dla pieszych przed którym umieszczony jest sygnalizator k6. W dalszej części znajduje się również przystanek tramwajowy. Sekwencja w programie sygnalizacji wygląda następująco: zatrzymanie grupy sygnałowej k6 (w tym autobusów), umożliwienie przejazdu grupie t4 (tramwaje), zamknięcie grupy sygnałowej t4 (tramwaj obsługuje pasażerów na przystanku z poziomu jezdni), otwarcie grupy sygnałowej p6 (piesi). Po 52s wyświetlania sygnału czerwonego na sygnalizatorze z grupy k6 następuje ponowne uruchomienie sygnału zielonego. W związku z tym strata czasu wynikająca z postoju autobusu przed przejściem dla pieszych wynosi już prawie minutę. Ponadto wjazd na przystanek w początkowej fazie wyświetlania sygnału zielonego niesie ze sobą negatywne skutki. Oprócz zablokowania pasa ruchu dla pojazdów indywidualnych przez autobus obsługujący pasażerów (brak zatoki przystankowej) istnieje możliwość, że w przypadku wydłużonego czasu obsługi pasażerów pojazd nie zdąży dojechać do następnego skrzyżowania na zielone światło.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że zablokowanie pasa, o którym mowa, znacząco wpływa na ruch wszystkich innych użytkowników ruchu na placu. Rozwiązaniem tego problemu, ze względu na brak możliwości przeniesienia przystanku przed przejście dla pieszych (obecność wlotu drogi poprzecznej), jest zainstalowanie dodatkowego sygnalizatora. Miałby on być przeznaczony wyłącznie dla autobusów. Fragment programu sygnalizacji obejmujący omawiane grupy sygnałowe (wraz z proponowaną b2) i całą opisywaną sytuację przedstawia rys. 4. W wyniku wprowadzenia tej zmiany autobusy otrzymują możliwość przejazdu przez skrzyżowanie przez 63s całego cyklu czyli przez prawie 2/3 cyklu.

W tym przypadku nie zaistniał wpływ na innych użytkowników ruchu. Należy jednak pamiętać, że owa sygnalizacja świetlna ma charakter całodobowy. Rozwiązanie to mogłoby pozytywnie wpłynąć również na czas

	GRUPA SYGNALOWA b2									
Czas skumulowany	25	28	41	44	49	64	67	76		100
Czas międzyfazowy	25	3	13	3	5	15	3	8	3	24
grupa sygnałowa k8	77-25	26-28	+16s		29-76					77-25
proponowana grupa sygnałowa b2	77-41		42-44		45-76					77-41
grupa sygnałowa t4	45-27	28-41	42-44					45-27		
grupa sygnałowa p6		68-48		40-64			65-67			

4. Fragment programu sygnalizacji świetlnej w obrębie placu Kościuszki obejmujący propozycję wprowadzenia grupy sygnałowej b2 (kolory odpowiadają wskazaniom sygnalizatora a naniesione na nich liczby sekund trwania w cyklu), opracowanie własne

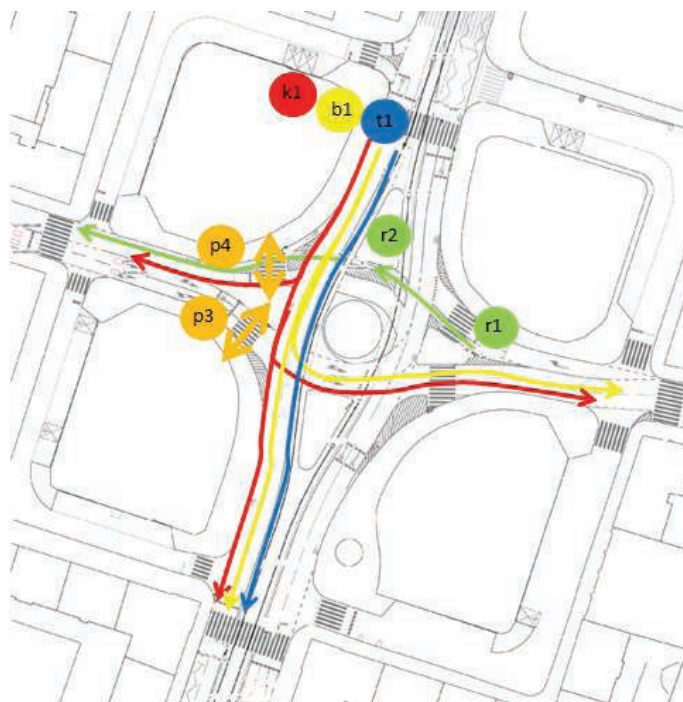
przejazdu liniami autobusów nocnych korzystających z przejazdu przez to skrzyżowanie

Kolejna propozycja zmiany dotyczy sygnalizatora rowerowego z grupy r2. Na rys. 5 zostały przedstawione wszystkie grupy sygnałowe, których dotyczy omawiany przykład. Wyświetlanie sygnału zielonego dla grupy r2 odbywa się w drugiej fazie sygnalizacji. Jest to przejazd kolizyjny z grupami sygnałowymi znajdującymi się przed placem i normujących ruch w stronę południa tj. b1, k1 i t1 oraz pieszymi na przejściu.

Obecna długość wyświetlania sygnału zielonego dla r2 jest równa 30 sekund [8] co daje prawie 1/3 długości całego cyklu. W związku z faktem iż większość rowerzystów jadących na zachód kontynuuje swoją jazdę od grupy r1 można pozwolić na rozpoczęcie nadawania sygnału r2 z opóźnieniem względem r1. Obecnie sygnał zielony rozpoczyna się w tej samej sekundzie programu zarówno dla grupy r1 jak i r2. Uwzględniając czas dojazdu rowerzystów od sygnalizatora r1 do r2 zaproponowano przesunięcie początku nadawania sygnału o 8 sekund. Rezultaty tak wprowadzonej zmiany względem obowiązującego programu zostały przedstawione na rys. 6. W wyniku tego przesunięcia uzyskano łącznie 37 sekund sygnału zielonego dla różnych użytkowników ruchu.

Na rys. 6 widać, że rozpoczęcie wyświetlania sygnału zielonego z grupy r2 o 8 sekund później, daje możliwość wydłużenia czasu wyświetlania sygnału zielonego dla następujących grup:

- p3 o 8s;
- p4 o 8s;



5. Grupa sygnałowa r2 wraz z grupami kolizyjnymi oraz grupami p3 i r1, opracowanie własne

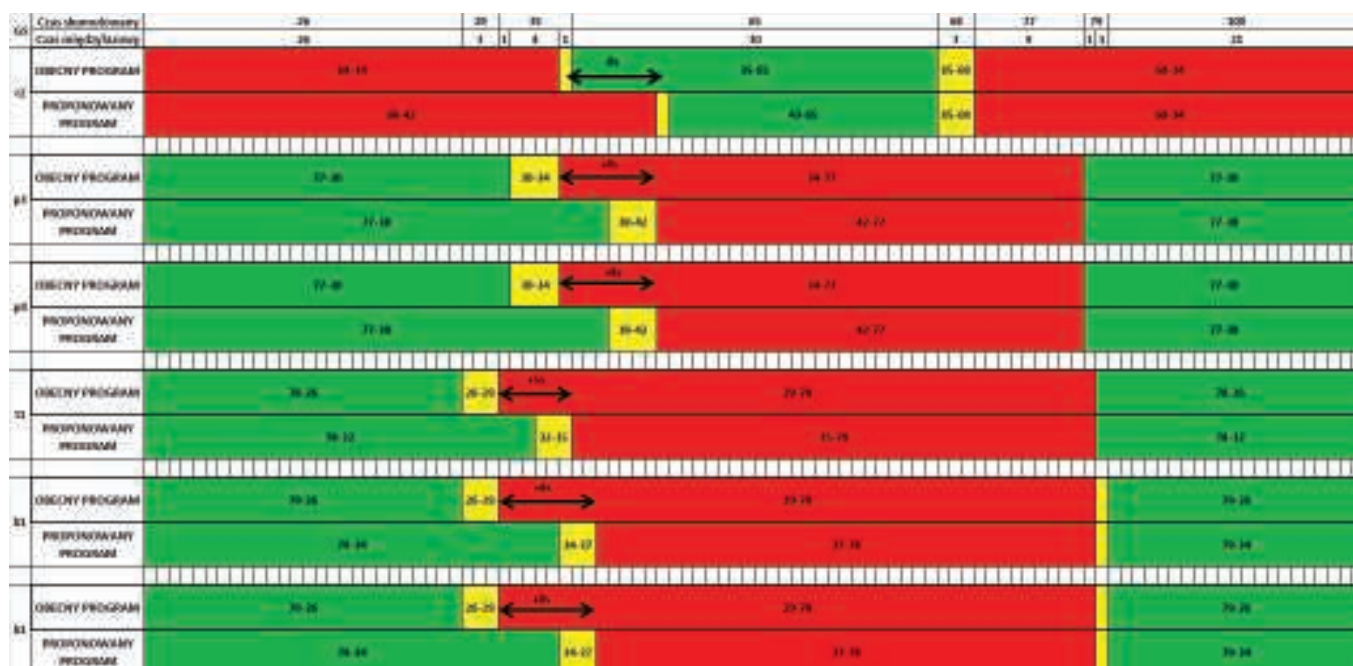
- t1 o 5s;
- b1 o 8s;
- k1 o 8s.

Wydłużenie nadawania sygnału zielonego wyżej wymienionych grup nie wpływa kolizyjnie na jakiegokolwiek inne grupy sygnałowe.

Analizując ten przypadek należy w ogóle rozważyć zasadność działania sygnalizatora z grupy r2. Pojazdy z relacji skrajnych, których kierunek jazdy jest analogiczny do rowerzystów, nie stosują się w tym przypadku do żadnego sygnalizatora. Ich przejazd odbywa się z zasadą ustąpienia pierwszeństwa wszystkim pozostałym użytkownikom ruchu. W przypadku rowerzystów można byłoby zastosować podobną możliwość pod warunkiem sprawdzenia czasów ewakuacji z sygnalizatora r1.

Wnioski

Omawiane skrzyżowanie jest bardzo ważnym węzłem komunikacyjnym i wizytówką miasta. Ulica Świdnicka jest jedną z większych ulic handlowych we Wrocławiu i stanowi bezpośrednie połączenie z wrocławskim rynkiem. Z tego właśnie względu sprawnie poprowadzony ruch przez plac Kościuszki powinien służyć odpowiedniemu rozładowaniu go i przede wszystkim nadawać stosowny priorytet dla pieszych i komunikacji zbiorowej. Wraz z początkowym etapem projektowania przebudowy przystanków tramwajowych wzdłuż ulicy Świnickiej zostały przeprowadzone konsultacje społeczne, na których oprócz zmian wynikających z modernizacji przystanków, została poruszona kwestia samego placu Kościuszki, będącego integral-



6. Fragment obowiązującego programu sygnalizacji świetlnej na placu Kościuszki obejmujący grupy sygnałowe r2, p3, p4, t1, b1 i k1 wraz z propozycją zmiany programu, opracowanie własne

ną częścią tej ulicy. W związku z tym, przedstawione w publikacji propozycje zmian zostały przekazane bezpośrednio do dyrektora Wydziału Inżynierii przy Urzędzie Miejskim. Zmiana dotycząca skrócenia sygnału zielonego została już wprowadzona na stałe do programu sygnalizacji. Propozycja odnosząca się do zainstalowania nowego sygnalizatora dla autobusów ma zostać zrealizowana w ramach przeprowadzania remontu ulicy Świnińskiej.

Zarządzanie ruchem w mieście, nawet wspomagane przez działania inteligentnych systemów transportu, jest bardzo złożonym procesem. Analizowanie pojedynczego skrzyżowania w całym współpracującym ze sobą zbiorze może nie przynosić zamierzonych efektów, a nawet przyczynić się do pogorszenia stanu początkowego całego systemu. Jedna zmiana, przeważnie pociąga za sobą następną. W związku z powyższym duże korekty programów sygnalizacji powinny być podejmowane kompleksowo przy dodatkowej analizie wpływu na pozostałe skrzyżowania. W przypadku korekt wyłącznie wewnętrzprogramowych na wybranym skrzyżowaniu wprowadzone zmiany programu mogą przyczynić się do usprawnienia ruchu, jak również poprawić komfort przemiesz-

czania się różnych użytkowników ruchu. Najistotniejszym elementem wprowadzania tego typu zmian powinna być obserwacja ruchu. Na jej podstawie można zauważyć problemy różnych użytkowników ruchu jak również zidentyfikować miejsca w cyklu, w których można szukać usprawnień. Powyższe propozycje zmian programu poprzedzone były kilkugodzinnymi obserwacjami ruchu i badaniami, których część wyników została przedstawiona w pracy. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Kaczmarek M., Rychlewski J., Zmiennoczasowa sygnalizacja świetlna na skrzyżowaniach w miastach. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 1621, Gliwice 2004, str. 221-232
- [2] Rychlewski J., Doświadczenia ze stosowania priorytetu tramwajowego w Poznaniu, Przegląd Komunikacyjny nr 4-6, Wrocław 2010, str. 42-47
- [3] Trzciniowicz B., Rozwiązania dla transportu publicznego planowane w Projekcie ITS Wrocław, Przegląd Komunikacyjny nr 1-2, Wrocław 2011, str. 54-57
- [4] Wolek C., Kowerski S., Wpływ sygnalizacji świetlnej na starty czasu

tramwaju w obszarze przystanku, Przegląd Komunikacyjny nr 9, Wrocław 2016, str. 29-33

- [5] Strona Miasta Wrocław, <http://www.wroclaw.pl/rozmawia/przystanek-swidnicka-stan-obecny> (dostęp 21.11.2016r.)
- [6] Uchwała nr XLVIII/1169/13 Rady Miejskiej Wrocławia z dnia 19 września 2013 r. w sprawie Wrocławskiej polityki mobilności
- [7] Urząd Miejski Wrocławia, Biuro Rozwoju Wrocławia, Wydział Inżynierii Miejskiej, prezentacja PRYZSTANEK ŚWIDNICKA spotkanie konsultacyjne 24 listopada 2016, dokument dostępny online, <http://www.wroclaw.pl/rozmawia/przystanek-swidnicka-do-pobrania> (dostęp 28.11.2016r.)
- [8] ZDiUM Wrocław, Dokumentacja programu sygnalizacji: Sterownik sygnalizacji ulicznej MPS-RP nr 40, dokument opracowany przez firmę WASKO S.A.
- [9] ZDiUM Wrocław, Dokumentacja techniczna, Budowa Sygnalizacji świetlnej na Pl. Kościuszki we Wrocławiu wraz z aktualizacją dokumentacji projektowej, Branża: Inżynieria Ruchu, Organizacja Ruchu Docelowego, 2014