

Marek Bauer, Andrzej Szarata

Wykorzystanie techniki GPS w podejmowaniu decyzji o lokalizacji przystanków tramwajowych na przykładzie projektu *Galileo Signal Priority*

W projektach realizowanych ze środków unijnych istotną rolę odgrywa ocena wdrożenia poszczególnych etapów działań. Jest to uwarunkowane nie tylko wymogami kontraktu, ale przede wszystkim koniecznością wykazania stopnia spełnienia założonych celów (bądź ich niespełnienia). Ocena prowadzonych działań prowadzi się na podstawie uprzednio opracowanej metodyki, bazującej na wyselekcjonowanych czynnikach jakościowych i ilościowych. Metodyka ta przewiduje również sposób pozyskania danych, proponuje procedurę przeprowadzenia niezbędnych pomiarów oraz analizę wyników.

Na przykładzie projektu *Caravel* [7] można przedstawić procedurę oceny zadań prowadzonych w projektach współfinansowanych przez UE. **Ocena taka jest najczęściej prowadzona w dwóch etapach**

- ❑ Ocena procesu wdrożenia działań, polegająca na identyfikacji okoliczności sprzyjających i wstrzymujących rozwój podjętych zadań,
- ❑ Ocena techniczna działań, polegająca na wyborze zbioru wskaźników opisujących rezultaty możliwe do osiągnięcia w procesie ich wdrażania. Celem oceny technicznej jest oszacowanie wpływu zintegrowanych pakietów zadań lub indywidualnych działań na poziomie miasta poprzez porównanie stanu przed ich wdrożeniem i po ich wdrożeniu. Ważnym aspektem oceny jest wykazanie, jaka efektywność może towarzyszyć zadaniom w przypadku rozszerzenia działania na większy obszar, np. dzielnicę czy całe miasto (*upscaling*).

Istotą oceny zadań jest kompleksowa weryfikacja technicznych i wdrożeniowych aspektów związanych z wprowadzeniem innowacyjnych działań w skali miasta. Stanowi to podstawę do rekomendowania poszczególnych działań do zastosowania w innych miastach (zw. transfer wyników). Pośród wdrażanych zadań w Krakowie pojawiały się te związane z funkcjonowaniem linii transportu zbiorowego. Ocena dotyczyła szczegółowych pomiarów czasu jazdy, czasu wymiany pasażerów, strat czasu na skrzyżowaniach itp. Podjęte działania pozwoliły na szczegółowy opis funkcjonowania badanej linii transportowej i ocenę efektów, jakie przyniosły wdrażane działania. Podobna struktura projektu *Niches +* [8] pozwoliła na ocenę wdrożonych działań z zakresu usprawnień funkcjonowania systemu transportu zbiorowego poprzez szczegółowe pomiary i badania ruchu w wybranych korytarzach drogowo-ulicznych. W projekcie *Priscilla* [1] wdrażano i weryfikowano system priorytetów dla linii autobusowych w dwóch miastach (Genua i Tuluza), opracowanie metodyki oceny tego systemu oraz możliwości transferu doświadczeń do wybranych miast w Rumunii. Jedno z działań było poświęcone szczegółowym pomiarom linii transportu zbiorowego oraz statystycznej analizie uzyskanych wyników. Pomiary dotyczyły nie tylko cech ilościowych, lecz również jakościowych (np. postrzegana płynność ruchu).

W wymienionych projektach pomiary wybranych parametrów i wskaźników realizowano metodami tradycyjnymi (pomiar bezpośredni, a dla czynników jakościowych – wywiady ankietowe) i zastosowanie nowoczesnych technik (np. GPS) ograniczało się do wybranych korytarzy, obsługiwanych przez nowoczesny tabor wyposażony w tego typu urządzenia. W transporcie drogowym system nawigacji satelitarnej GPS jest powszechnie stosowany głównie przez indywidualnych użytkowników (urządzenia GPS szczególnie wspomagają wybór trasy czy służą do kontroli lokalizacyjnej lub zabezpieczenia pojazdów i ładunków) i dane te nie znajdują szerszego zastosowania w prowadzonych po-

miarach. W porównaniu do szybkiego wzrostu zakresu zastosowań systemu GPS na wspomnianych polach wdrażanie nawigacji satelitarnej w transporcie publicznym jest wyjątkowo ograniczone. Główne obszary zastosowań dotyczą zazwyczaj zaawansowanych systemów informacji pasażerskiej, związanej z czasem przyjazdu pojazdu na przystanek lub zadań lokalizacyjnych, wykorzystywanych do celów operacyjnych przez przewoźnika. Urządzenia GPS są obecne i znajdują zastosowanie nie tylko w celach operacyjnych, ale przede wszystkim na poziomie oceny efektów wdrożenia założonych działań.

W projekcie GSP [4] podjęto próbę szerszego zastosowania urządzeń nawigacji satelitarnej jako narzędzia wspomagającego sterowanie sygnalizacją świetlną na skrzyżowaniu, na którym dominuje ruch pojazdów transportu zbiorowego. Nawigacja satelitarna może wspomagać system przyznawania priorytetów w sygnalizacji świetlnej dla pojazdów transportu publicznego w warunkach miejskich. Istotą projektu jest opracowanie urządzenia pozwalającego na precyzyjne określenie położenia tramwaju oraz przesłanie sygnału do sterownika sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu, przyznającego priorytet dla pojazdu w określonym czasie. Osiągnięciem przez to poprawę płynności przejazdu (brak konieczności przyspieszania lub zatrzymywania tramwaju na skrzyżowaniu) oraz przyczyni się do zwiększenia punktualności kursowania. Ponadto przyznanie sygnału zielonego dla tramwaju w odpowiednim czasie będzie skutkowało możliwością przedłużenia sygnału zielonego dla pojazdów indywidualnych, co w stanach nasycenia może odgrywać kluczową rolę. Ma to ogromne znaczenie w przypadku skrzyżowań, na których – poza intensywnym ruchem samochodowym – znajduje się wiele linii tramwajowych, co w sposób istotny zmniejsza ich przepustowość.

W niniejszym referacie przedstawiono głównie problem strat czasu na przystankach tramwajowych, z uwzględnieniem ich lokalizacji względem skrzyżowań, w kontekście wprowadzenia priorytetów dla **tramwajów w sterowaniu sygnalizacją świetlną**.

Straty czasu w ruchu tramwajów w obrębie przystanków

Straty czasu tramwajów w obrębie przystanków wynikają z braku możliwości wjazdu tramwaju na przystanek (zajęty przez inny pojazd) lub z braku możliwości opuszczenia przystanku po zakończeniu wymiany pasażerów.

Wyróżnić można cztery podstawowe sposoby lokowania przystanków tramwajowych (rys. 1):

- ✱ na wlocie skrzyżowania (z sygnalizacją świetlną lub bez sygnalizacji) – po zakończeniu wymiany pasażerów tramwaj może swobodnie opuścić przystanek,
- ✱ bezpośrednio na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją świetlną – tramwaj

oczekuje na sygnał umożliwiający odjazd po zakończeniu wymiany pasażerów,

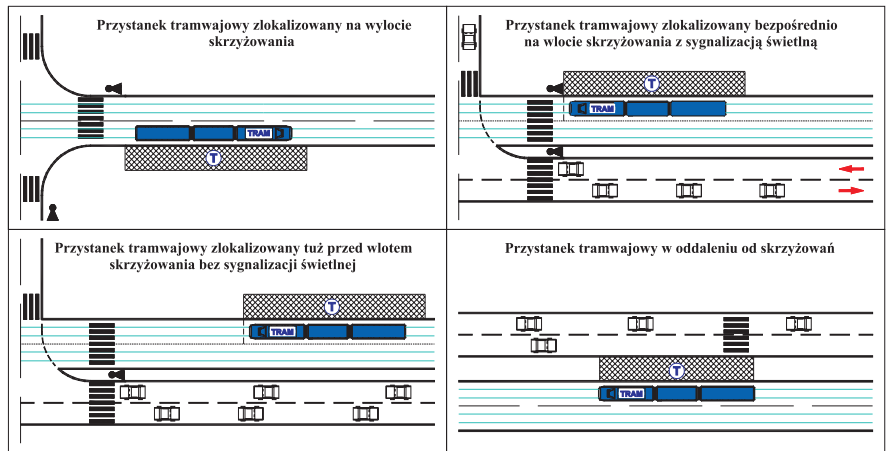
- * tuż przed wlotem skrzyżowania bez sygnalizacji świetlnej – tramwaj może rozpocząć jazdę natychmiast po zakończeniu wymiany, na najbliższym skrzyżowaniu ma pierwszeństwo względem pozostałych pojazdów,
- * w oddaleniu od skrzyżowań – decyzje prowadzącego tramwaj są całkowicie niezależne od organizacji ruchu.

Wybór lokalizacji przystanku względem najbliższego skrzyżowania jest zazwyczaj efektem uwzględnienia lokalnych uwarunkowań, w tym przede wszystkim długości i warunków **dojścia dla pasażerów** oraz dostępności terenu pod przystanek. Względnie bezpieczeństwa na silnie obciążonych skrzyżowaniach, wykorzystywanych przez tramwaje, powodują, że dominują rozwiązania z sygnalizacją świetlną.

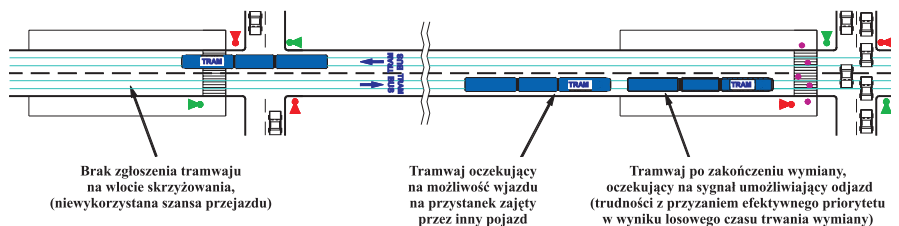
Niegdyś przystanki tramwajowe były lokowane niemal wyłącznie na wlotach skrzyżowań, co wynikało z minimalizacji liczby zatrzymań. W sytuacji, gdy nie były stosowane priorytety w sygnalizacji, lokalizacja przystanku bezpośrednio na wlocie skrzyżowania oznaczała konieczność tylko jednego zatrzymania w obrębie przystanku, podczas gdy lokalizacja na wlocie wiązała się ze zwiększeniem prawdopodobieństwa dwóch zatrzymań – na wlocie skrzyżowania i na przystanku. Takie usytuowanie przystanku wiąże się jednak z ryzykiem wystąpienia nadmiernych strat czasu, głównie z powodu trudności w dostosowaniu momentu pojawienia się sygnału umożliwiającego odjazd – do czasu trwania wymiany pasażerów. W wielu sytuacjach sygnał przychodzi długo po zakończeniu wymiany, w innych zaś przypadkach wymiana trwa tak długo, że faza w sygnalizacji jest tracona i pojazd musi oczekiwać na kolejną, co zilustrowano na rysunku 2.

Sytuacja zdecydowanie się zmieniła z chwilą wymyślenia priorytetów w sygnalizacji. Możliwość bieżącego dostosowywania programu sygnalizacji, pod kątem usprawnienia nadjeżdżającego tramwaju [5], stworzyła możliwość eliminacji, a przynajmniej ograniczenia zatrzymań w obrębie skrzyżowań. Możliwość zastosowania systemu śledzenia (AVL) umożliwiła bardzo precyzyjne określenie momentu pojawienia się tramwaju w obrębie skrzyżowania, a tym samym możliwość przejazdu bez zatrzymania (rys. 3).

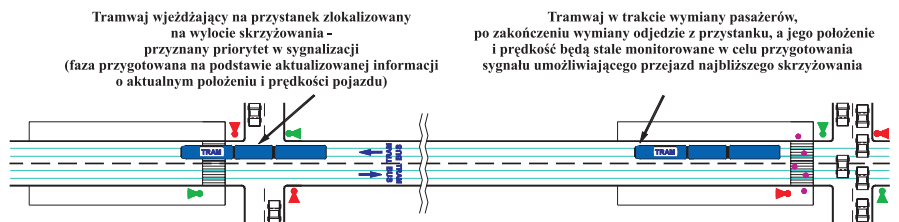
Problematyka strat czasu była już prezentowana w pracy [3], w której porównywano długości czasu traconego w zależności od lokalizacji przystanków względem najbliższego skrzyżowania w sytuacji, gdy nie były zapewnione priorytety w sygnalizacji świetlnej. Wyniki analiz wskazywały jednoznacznie na większą efektywność przystanków lokalizowanych na wylotach skrzyżowań, szczególnie z sygnalizacją świetlną. W badaniach tych nie brano jednak pod uwagę strat czasu wynikających z zajęcia przystanku przez inny pojazd.



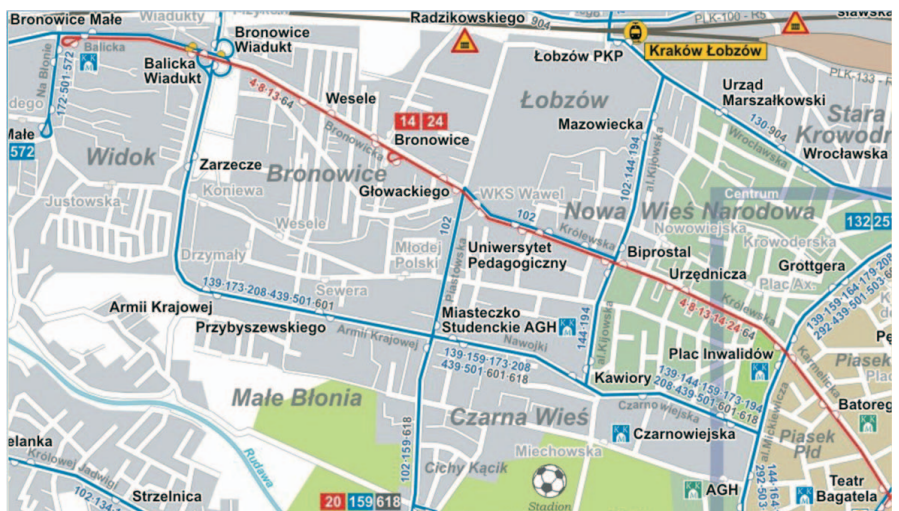
Rys. 1. Typowe lokalizacje przystanków tramwajowych (oprac. własne)



Rys. 2. Mechanizm powstawania strat czasu tramwajów na przystankach zlokalizowanych na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną (oprac. własne)



Rys. 3. Możliwość zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia strat czasu tramwaju poprzez lokalizację przystanku na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją (oprac. własne)



Rys. 4. Analizowany ciąg ulic: Balickiej, Bronowickiej, Podchorążych, Królewskiej i Karmelickiej w Krakowie [6].

Tab. 1

Lokalizacja przystanków tramwajowych względem skrzyżowań na ciągu ulic Balickiej, Bronowickiej, Królewskiej, Podchorążych i Karmelickiej w Krakowie

Kierunek: Bronowice Małe – Teatr Bagatela			Kierunek: Teatr Bagatela – Bronowice Małe		
Lp.	Przystanek	Lokalizacja	Lp.	Przystanek	Lokalizacja
1	Bronowice Małe	na pętli	1	Teatr Bagatela	na wlocie SS
2	Balicka Wiadukt	na wlocie SS	2	Batorego	na wlocie SZ
3	Wesele	na wlocie SS	3	Plac Inwalidów	na wlocie SS
4	Bronowice	na wlocie SS	4	Urzędnicza	na wlocie SZ
5	Głowackiego	na wlocie SS	5	Biprostal	na wlocie SS
6	U. Pedagogiczny	na wlocie SS	6	U. Pedagogiczny	na wlocie SS
7	Biprostal	na wlocie SS	7	Głowackiego	na wlocie SS
8	Urzędnicza	na wlocie SZ	8	Bronowice	na wlocie SS
9	Plac Inwalidów	na wlocie SS	9	Wesele	na wlocie SS
10	Batorego	na wlocie SZ	10	Balicka Wiadukt	na wlocie SS
11	Teatr Bagatela	na wlocie SS	11	Bronowice Małe	na wlocie SS

SS – skrzyżowanie z sygnalizacją świetlną, SZ – skrzyżowanie bez sygnalizacji

Tab. 2

Czas oczekiwania na możliwość wjazdu tramwaju na przystanek w okresie porannym (6:00 - 10:00)

Kierunek: Bronowice Małe – Teatr Bagatela			Kierunek: Teatr Bagatela – Bronowice Małe		
Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek [s]		Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek [s]	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe		Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Balicka Wiad.	3	3	Batorego	3	3
Wesele	3	3	Pl. Inwalidów	3	4
Bronowice	3	3	Urzędnicza	3	9
Głowackiego	3	3	Biprostal	2	1
U. Pedagog.	3	3	U. Pedagog.	3	11
Biprostal	5	5	Głowackiego	2	2
Urzędnicza	3	3	Bronowice	3	2
Pl. Inwalidów	3	3	Wesele	2	2
Batorego	3	3	Balicka Wiad.	3	3

Tab. 3

Czas oczekiwania na możliwość wjazdu tramwaju na przystanek w okresie popołudniowym (14:00 - 18:00)

Kierunek: Bronowice Małe – Teatr Bagatela			Kierunek: Teatr Bagatela – Bronowice Małe		
Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek [s]		Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek [s]	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe		Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Balicka Wiad.	3	3	Batorego	4	7
Wesele	2	2	Pl. Inwalidów	2	4
Bronowice	3	3	Urzędnicza	3	2
Głowackiego	3	3	Biprostal	3	3
U. Pedagog.	4	6	U. Pedagog.	9	28
Biprostal	3	3	Głowackiego	2	1
Urzędnicza	3	2	Bronowice	3	3
Pl. Inwalidów	5	13	Wesele	2	2
Batorego	3	7	Balicka Wiad.	2	2

Tab. 4

Czas oczekiwania na możliwość odjazdu tramwaju z przystanku w okresie porannym (6:00 - 10:00)

Kierunek: Bronowice Małe – Teatr Bagatela			Kierunek: Teatr Bagatela – Bronowice Małe		
Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku [s]		Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku [s]	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe		Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Balicka Wiad.	6	7	Batorego	5	5
Wesele	8	9	Pl. Inwalidów	10	13
Bronowice	16	19	Urzędnicza	5	3
Głowackiego	8	9	Biprostal	10	11
U. Pedagog.	6	4	U. Pedagog.	32	27
Biprostal	9	10	Głowackiego	5 (9)	3
Urzędnicza	5	7	Bronowice	5 (8)	2
Pl. Inwalidów	16	21	Wesele	10	13
Batorego	5	4	Balicka Wiad.	6	6

Badania strat czasu tramwajów w obrębie przystanków w ramach projektu Galileo Signal Priority

Pomiary w ramach projektu Galileo Signal Priority zostały przeprowadzone na ciągu trasy tramwajowej na ulicach: Balickiej, Bronowickiej, Podchorążych, Królewskiej i Karmelickiej w Krakowie, począwszy od przystanku Bronowice Małe aż do przystanku Teatr Bagatela (rys. 4). Zasadniczym elementem projektu była szczegółowa analiza skrzyżowania ul. Królewskiej z ul. Urzędniczą, jednak pomiary czasu przejazdu tramwajów przeprowadzono na całym analizowanym ciągu.

Jest to ciąg tramwajowy o istotnym znaczeniu dla systemu komunikacji zbiorowej Krakowa, o łącznej długości 4,3 km. Na odcinku Bronowice Małe – Bronowice tramwaje poruszają się po wydzielonym torowisku, natomiast na pozostałym fragmencie ciągu – po torowisku zlokalizowanym w środkowej części jezdni ogólnodostępnej, co skutkuje występowaniem przypadków blokowania tramwajów przez inne pojazdy. Dla pasażerów oznacza to natomiast konieczność wykorzystywania jezdni podczas wysiadania i wsiadania. Podczas pomiarów nie było zapewnionego priorytetu dla tramwajów w sygnalizacji świetlnej.

Na analizowanym odcinku zlokalizowano **14 par przystanków, w tym 11 na wlotach i 3 na wylotach skrzyżowań z sygnalizacją świetlną** (tab. 1). W czasie trzech dni wykonywania pomiarów (godz. 6:00–10:00 oraz 14:00–18:00) na odcinku Bronowice Małe – Bronowice z ciągu korzystały przeciętnie 24 tramwaje w godzinie szczytu (porannego i popołudniowego) w jednym kierunku, natomiast na odcinku Bronowice – Teatr Bagatela było to 30 tramwajów na godzinę.

Pomiary zostały wykonane w przeciętny dzień roboczy przez obserwatorów wyposażonych w odbiorniki GPS, przemieszczających się w tramwajach realizujących codzienną obsługę linii poruszających się po analizowanym ciągu komunikacyjnym.

Podczas pomiarów rejestrowane były:

- momenty zatrzymań przed przystankami (w wyniku zajęcia przystanku przez inny tramwaj),
- momenty rozpoczęcia wymiany pasażerów (tożsame z momentami rozpoczęcia otwierania się jakichkolwiek pierwszych drzwi pojazdu po zatrzymaniu tramwaju na stanowisku przystankowym),
- momenty zakończenia wymiany pasażerów (równoznaczne z zakończeniem wysiadania i wsiadania zasadniczej grupy pasażerów, bez pasażerów dobiegających),
- momenty odjazdów z przystanków (tożsame z momentami fizycznego ruszenia tramwaju z przystanku).

Pomiarowi manualnemu towarzyszył w pełni automatyczny pomiar śladu pojazdu; jego wyniki umożliwiły korektę wadliwych wyników. Uzyskano w ten sposób momenty zachodzenia poszczególnych zdarzeń (z dokładnością do 1 sekundy) oraz odległości (z dokładnością do kilku metrów), co wydaje się w pełni wystarczające, gdyż ruch pojazdów odbywa się po ściśle określonej trasie.

Na podstawie wyników pomiarów możliwe było określenie czasów trwania poszczególnych procesów ruchu. Jako straty czasu określono [2]:

- ☀ czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek, zdefiniowany jako różnica między momentem zatrzymania przed przystankiem a momentem rozpoczęcia wymiany pasażerów na tym przystanku,
- ☀ czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku, określony jako różnica między momentami zakończenia wymiany pasażerów oraz odjazdu tramwaju z przystanku.

Zarejestrowano łącznie po 82 przejazdy w każdym kierunku w obu okresach szczytowych. W tabelach 2–5 zamieszczono wyniki strat czasu tramwajów na poszczególnych przystankach, wyłączając przystanki pierwsze i ostatnie na trasie. Zacieniowano przystanki znajdujące się na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją.

Generalnie czas oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek jest zawsze postrzegany jako strata czasu. Na analizowanym ciągu jego wartości średnie były kilkusekundowe, co wynika ze stosunkowo rzadkich przypadków zajęcia przystanków przez inne tramwaje. Jednak szczególnie duże wielkości odchyłań standardowych (wyeksponowane przy użyciu pogrubionej czcionki) wskazują, że na dwóch przystankach (Uniwersytet Pedagogiczny i Plac Inwalidów) problem ze wzajemnym blokowaniem się tramwajów istnieje. W obu przypadkach są to przystanki zlokalizowane na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją.

Podobnie rzecz się ma z czasem oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku już po zakończeniu wysiadania i wsiadania pasażerów. Tutaj wartości są generalnie wyższe, chociaż należy mieć na uwadze, że minimalny (4- czy 5-sekundowy) czas oczekiwania musi mieć miejsce, gdyż jest to czas samego zamykania drzwi pojazdu. Jednak wartości średnie na poziomie ponad 12 [s/tramwaj] lub nawet większe (nawet 32 [s/tramwaj] na przystanku Uniwersytet Pedagogiczny) świadczą o częstym i istotnym występowaniu nadmiernego czasu postoju. Odchylenia standardowe czasu oczekiwania na możliwość odjazdu – niemal na wszystkich przystankach zlokalizowanych na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją – są znaczące.

W przypadku przystanków zlokalizowanych na wylotach skrzyżowań z sygnalizacją do strat czasu na przystankach należy dodać jeszcze straty czasu ponoszone wcześniej – na samych wlotach skrzyżowań. Sumaryczne, średnie straty czasu na przystankach i skrzyżowaniach zaznaczono w nawiasach. Mimo dodania strat czasu na skrzyżowaniach uzyskane wyniki potwierdzają dość jednoznacznie, że lokalizacja przystanków na wylotach jest znacznie korzystniejsza z punktu widzenia strat czasu ponoszonych przez pasażerów.

Udział strat czasu w ogólnym czasie przejazdu

Aby określić negatywny wpływ strat czasu na przystankach na warunki ruchu tramwajów, oszacowano udziały średniego łącznego czasu oczekiwania na możliwość wjazdu na przystanek oraz na możliwość odjazdu z przystanku (w łącznym średnim czasie trwania przejazdu analizowanego ciągu komunikacyjnego). Wyniki zaprezentowano na rysunku 5.

W stanie obecnym blisko 12% całkowitego czasu przejazdu całego analizowanego ciągu komunikacyjnego stanowią straty czasu w obrębie przystanków. Efektem takiego stanu rzeczy są średnie prędkości komunikacyjne – w obu kierunkach nieprzekraczające 17 km/h. Jest to efekt łącznego działania wielu czynników, niemniej straty czasu na przystankach mają tutaj istotne znaczenie. Gdyby (hipotetycznie) wszystkie dzisiejsze przystanki zlokalizowane na wlotach skrzyżowań z sygnalizacją zostały przeniesione na wyloty tych skrzyżowań, udało by się zwiększyć średnie prędkości komunikacyjne o ponad 1 km/h. Biorąc pod uwagę liczbę realizowanych każdego dnia kursów, byłby to wynik znaczący. Takie działania – w tym konkretnym przypadku – nie są w praktyce możliwe, ale wyniki przedstawionej analizy warto mieć na uwadze podczas planowania nowych tras tramwajowych, zwłaszcza w kontekście rozbudowy Krakowskiego Szybkiego Tramwaju.

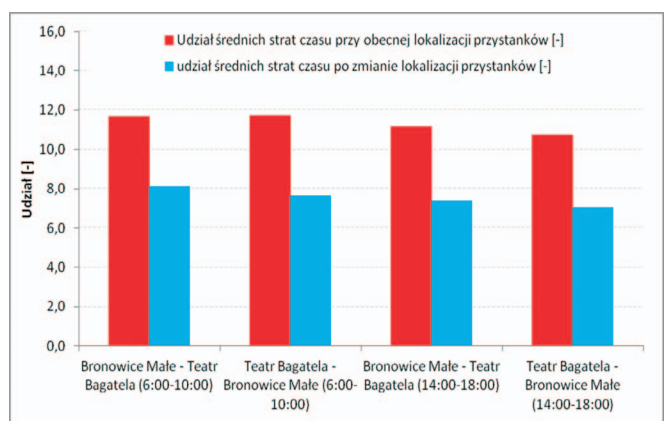
Wnioski końcowe

Lokalizacja przystanku tramwajowego względem najbliższego skrzyżowania ma istotny wpływ na wielkość strat czasu tramwajów. Jest to szczególnie ważne w kontekście wprowadzenia priorytetów w sygnalizacji świetlnej, których efektywność rośnie w przypadku lokowania przystanków na wylotach skrzyżowań. Niekoniecznie prawdziwe jest też dosyć powszechne przeświadczenie, że przystanek zlokalizowany na wlocie skrzyżowania sprzyja przesiadkom, gdyż z jednego peronu odjeżdżają tramwaje w różnych kierunkach. Podczas planowania lokalizacji przystanku należy też zwracać uwagę na potencjalną dostępność przystanku dla ruchu pieszego. Jednak decydujące wydają się być ewentualne oszczędności czasu ogółu pasażerów.

Tab. 5

Czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku po zakończeniu wymiany pasażerów w okresie popołudniowym (14:00 - 18:00)

Kierunek: Bronowice Małe - Teatr Bagatela			Kierunek: Teatr Bagatela - Bronowice Małe		
Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku [s]		Przystanek	Czas oczekiwania na możliwość odjazdu z przystanku [s]	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe		Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Balicka Wiad.	6	8	Batorego	5	2
Wesele	9	10	Pl. Inwalidów	7	8
Bronowice	14	13	Urzędnicza	4	2
Głowackiego	9	15	Biprostal	14	14
U. Pedagog.	12	12	U. Pedagog.	28	22
Biprostal	9	9	Głowackiego	4 (8)	2
Urzędnicza	4	3	Bronowice	5 (8)	4
Pl. Inwalidów	12	13	Wesele	11	18
Batorego	5	4	Balicka Wiad.	7	8



Rys. 5. Porównanie średnich udziałów czasu oczekiwania w łącznym czasie przejazdu (oprac. własne)

Bibliografia

- [1] Azienda Mobilità e Trasporti, PRISCILLA – Bus priority strategies and impact scenario developed on a large urban areas, deliverable 6, Final report, wrzesień 2002.
- [2] Bauer M., Porównanie technik pomiaru czasu przejazdu pojazdów transportu zbiorowego, „Transport Miejski i Regionalny” 2013, nr 7.
- [3] Bauer M., Zasady projektowania przystanków w układach drogowych, „Biuletyn IGMK” 2010, nr 116 (grudzień).
- [4] Galileo.2011.1.7-1: Use of Galileo and EGNOS services for mass market and in niche sectors (to be mainly provided by SMEs), Description of Work, Munich, 24th of October 2011.
- [5] Gondek S., Uprzywilejowanie pojazdów komunikacji zbiorowej na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną, „Transport Miejski i Regionalny” 2011, nr 4.
- [6] <http://kmkrakow.atlaskolejowy.pl> (dostęp z dnia 6.10.2013 r.).
- [7] <http://www.caravel.forms.pl/> (dostęp z dnia 6.10.2013 r.).
- [8] <http://www.niches-transport.org/> (dostęp z dnia 6.10.2013 r.).

Referat sfinansowany ze środków projektu: **GSP**

Autorzy:

Dr inż. Marek Bauer – Politechnika Krakowska, Katedra Systemów Komunikacyjnych, mbauer@pk.edu.pl
Dr inż. Andrzej Szarata – Politechnika Krakowska, Katedra Systemów Komunikacyjnych, aszarata@pk.edu.pl