

Wpływ sygnalizacji świetlnej na straty czasu tramwaju w obszarze przystanku

Influence of traffic lights on tram's time losses in a tram stop area



Czesław Wolek

dr inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Zakład Dróg i Lotnisk

czeslaw.wolek@pwr.edu.pl



Sebastian Kowerski

mgr inż.

Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Zakład Dróg i Lotnisk

sebastian.kowerski@pwr.edu.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono analizę wpływu lokalizacji przystanku tramwajowego na skrzyżowaniach oraz przy przejściach dla pieszych zlokalizowanych na odcinkach pomiędzy skrzyżowaniami wyposażonych w sygnalizację świetlną, na wartości czasu traconego. Badania przeprowadzono we Wrocławiu, na dwóch przystankach (Pereca oraz Most Grunwaldzki) charakteryzujących się zbliżonym sposobem lokalizacji w obrębie skrzyżowania oraz dwóch zlokalizowanych na odcinku między skrzyżowaniami z sygnalizacją świetlną, przed (Hutmen) oraz za (Bzowa) przejściem dla pieszych. Ze względu na czas tracony związany z oczekiwaniem na sygnał zezwalający na wjazd lub wyjazd tramwaju, bardziej korzystna jest lokalizacja przystanku za sygnalizacją świetlną.

Słowa kluczowe: Sygnalizacja świetlna; Czas tracony; Tramwaj

Abstract: The paper presents an analysis of the impact of the location of the tram stop at intersections and near pedestrian crossings located on the sections between intersections equipped with traffic lights on the values of time lost. Research were performed in Wrocław, on the two tram stops (Pereca and Most Grunwaldzki) characterized by a similar location of tram stop within intersection, and on the two tram stop located on the section between the intersections with traffic lights, before (Hutmen) and behind (Bzowa) a pedestrian crossing. Due to the time lost associated with waiting for the signal to enable the entry or exit of the tram, location of the bus stop behind traffic lights is more advantageous.

Keywords: Traffic lights; Time lost; Tram

W Polsce tramwaj, jako środek transportu miejskiego po okresie stagnacji wkroczył w latach 90-tych ubiegłego wieku w okres ponownego rozwoju. Do zalet komunikacji tramwajowej można zaliczyć: większą od autobusu pojemność tramwaju, jego dłuższy okres eksploatacji oraz mniej szkodliwy wpływ na środowisko naturalne. Wykorzystanie tramwajów niskopodłogowych, spowodowało zwiększenie komfortu przejazdu dla osób niepełnosprawnych jak również pozostałych uczestników podróży. Wyższe parametry eksploatacyjne tych tramwajów powodują, że tramwaje starego typu stanowią utrudnienia w ruchu. Celem maksymalnego wykorzystania parametrów trakcyjnych i uniknięcia ruchu mieszanego pociągów dotychczas

eksploatowanych oraz nowego taboru we Wrocławiu, tramwaje niskopodłogowe w pierwszej kolejności przejęły ruch na torowiskach zmodernizowanych lub wybudowanych po nowych trasach poza centrum miasta charakteryzującymi się dużymi potokami podróży. Metodologię organizacji przystanków przesiadkowych z uwzględnieniem możliwości wzajemnego skomunikowania dojeżdżających tramwajów i ukształtowania peronów przedstawiono w pracy [5]. Analizę czynników w zakresie wpływu na bezpieczeństwo i wygodę podróżnych w zależności od lokalizacji i warunków związanych z wysiadaniem i wsiadaniem do tramwaju, omówiono w pracy [1, 2, 3]. Przy ocenie jakości transportu tramwajowego, jednym z czynników jest

komfort podróżowania, obejmujący warunki podróżowania, szczególnie w zakresie: dostępności przystanku, częstotliwości połączeń, punktualności i czasu podróżowania. Czas podróży zależy od prędkości eksploatacyjnej, która jest funkcją prędkości jazdy, czasu wymiany pasażerów oraz czasu traconego. Przedmiotem rozważań niniejszego artykułu jest wpływ lokalizacji przystanku względem sygnalizacji świetlnej na straty czasu tramwaju.

Rodzaje przystanków

Sposoby kształtowania rozwiązań przystanków tramwajowych oraz ich lokalizacji względem skrzyżowania oraz w przekroju ulicy zostały omówione w pracach [1, 6, 8]. We



1. Przystanek bez wydzielonych wysepek „Hutmen” – ul. Grabiszyńska we Wrocławiu (fot. Cz. Wolek)



2. Przystanek z wydzielonymi wysepkami „Pereca” – ul. Grabiszyńska we Wrocławiu (fot. Cz. Wolek)



3. Przystanek wiedeński „Trzebnicka” – ul. Trzebnicka we Wrocławiu (fot. S. Kowerski)



4. Antyzatoka, przystanek „Prusa” – ul. Nowowiejska we Wrocławiu (fot. S. Kowerski)

Wrocławiu do najczęściej stosowanych rozwiązań przystanków tramwajowych należą:

- przystanki bez wydzielonych wysepek – wymiana pasażerów jest realizowana po zatrzymaniu tramwaju z poziomu jezdni bezpośrednio przylegającej do chodnika,
- przystanki z wydzielonymi wysepkami przystankowymi na środku jezdni lub zlokalizowane w pasie rozdziału pomiędzy jezdniami, przy torowisku tramwajowym – dojście do wysepek: przejściem dla pieszych w poziomie jezdni, tunelem podziemnym lub z kładki dla pieszych,
- przystanki typu wiedeńskiego – wymiana pasażerów z poziomu jezdni, wyniesionej na długości przystanku do poziomu chodnika,
- przystanki typu antyzatoka –

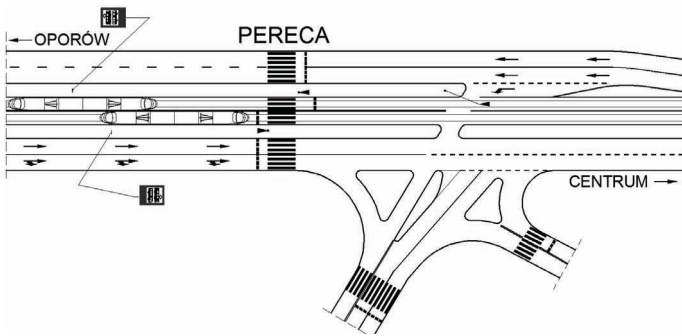
peron przystankowy jest poszerzeniem chodnika, kosztem likwidacji pasa ruchu na długości przystanku: pojazdy poruszają się po torowisku tramwajowym po odjeździe tramwaju.

W przypadku przystanku bez wydzielonych wysepek (fot. 1) wymiana pasażerów odbywa się na pasie ruchu dla samochodów, a miejsce oczekiwania zlokalizowane jest na chodniku. W celu wejścia do tramwaju konieczne jest przejście przez pas ruchu co zagraża bezpieczeństwu szczególnie w przypadku wykorzystania ostatnich drzwi w pojeździe. Ponadto należy pokonać znaczną różnicę wysokości pomiędzy jezdnią a podłogą tramwaju nawet w przypadku tramwajów niskopodłogowych.

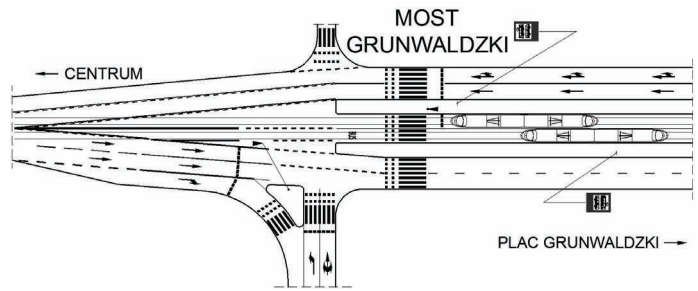
Drugim typem jest przystanek z wydzielonymi wysepkami. Powierzchnię oczekiwania na pojazd

stanowi wyniesiona wyspa na jezdni. W przypadku tego typu przystanku ważne jest, aby zapewnić komfortowe dojście do peronu na jego początku i końcu. Należy przy tym jednocześnie zapewnić odpowiednią szerokość peronu wyspowego na co zwracają uwagę autorzy w publikacji [4]. Utworzenie bezpiecznej powierzchni oczekiwania, a także zmniejszenie wysokości przy wsiadaniu zwiększają komfort wymiany. Przystanek z peronem wyspowym przedstawiono na fot. 2.

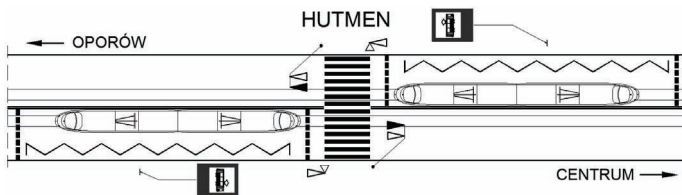
W celu poprawy bezpieczeństwa pasażerów transportu zbiorowego w trakcie wymiany na przystanku coraz powszechniejsze jest projektowanie przystanków typu wiedeńskiego. Ten typ przystanku charakteryzuje się podniesioną do wysokości chodnika częścią jezdni w rejonie przystanku tramwajowego, pełniącą jednocześnie funkcję progu zwal-



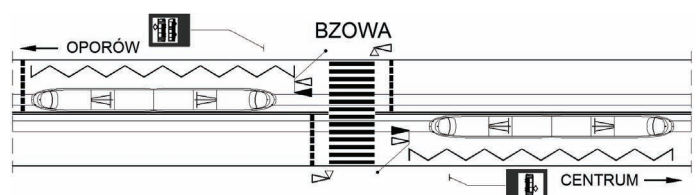
5. Schemat lokalizacji przystanków „Pereca” – na wlocie i wylocie skrzyżowania (na rysunku uwzględniono sygnalizatory tylko dla tramwaju)



6. Schemat lokalizacji przystanków „Most Grunwaldzki” – na wlocie i wylocie skrzyżowania (na rysunku uwzględniono sygnalizatory tylko dla tramwaju)



7. Schemat lokalizacji przystanków „Most Grunwaldzki” – na wlocie i wylocie skrzyżowania (na rysunku uwzględniono sygnalizatory tylko dla tramwaju)



8. Schemat lokalizacji przystanków „Bzowa” – za przejściem dla pieszych

niającego. Z kolei dzięki oznakowaniu kierowcy zatrzymują się przed wyniesieniem na jezdni i stojącym tramwajem czekając na zakończenie obsługi pasażerów. Rozwiązanie to poprawia bezpieczeństwo wszystkich uczestników ruchu. Wyniesienie powierzchni peronu, ułatwia i przyspiesza wymianę pasażerów wskutek zmniejszenia różnicy wysokości pomiędzy powierzchnią peronu a podłogą tramwaju. W pobliżu przystanków wiedeńskich często projektowane są przejścia dla pieszych celem wykorzystania spowolnienia ruchu pojazdów. Przykład przystanku wiedeńskiego zaprezentowano na fot. 3.

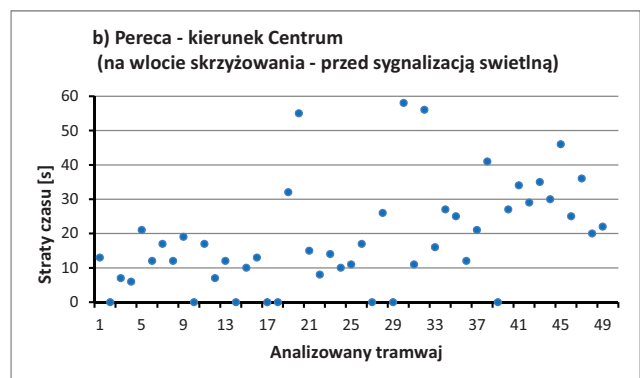
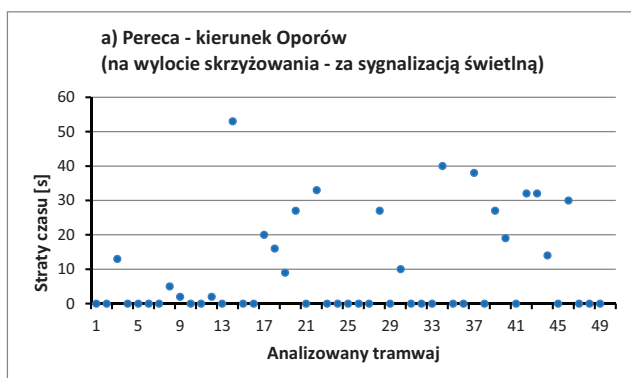
Kolejny typ przystanku pozwalający zupełnie wykluczyć konflikt pieszo i pojazdu to tzw. antyzatoka (fot. 4). Antyzatoki, zwane również

peronem półwyspowym bądź wysepką tramwajowo - autobusową, stanowią element drogi w postaci wyznaczonego miejsca zatrzymania pojazdów transportu zbiorowego w miejscu zwężenia jezdni i poszerzenia chodnika. Antyzatoka budowana jest w celu uspokojenia ruchu samochodowego w rejonie przystanku oraz zwiększenia powierzchni na wymianę pasażerów. Antyzatoka, stanowi przeciwieństwo zatoki przystankowej, którą stosuje się w celu umożliwienia autobusom zatrzymania się poza linię ruchu innych pojazdów. W tym natomiast wypadku tramwaj bądź autobus wstrzymuje pozostałe pojazdy zapewniając bezpieczną wymianę pasażerów [7].

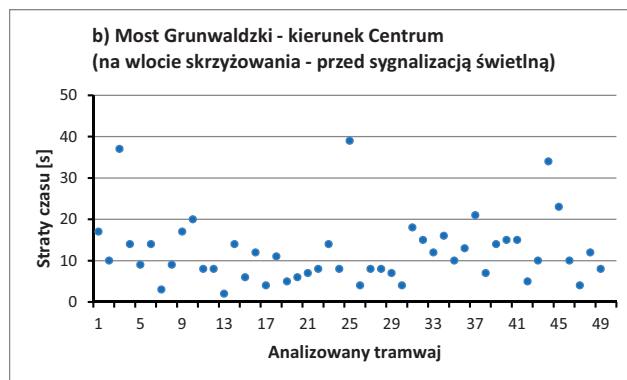
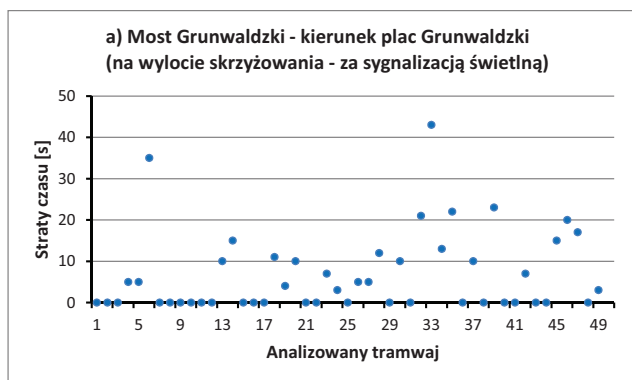
Zakres przeprowadzonych badań

Analizowane przystanki są zlokalizowane w południowej części miasta Wrocławia, wzdłuż ulicy Grabiszyńskiej (Hutmen, Bzowa, Pereca) oraz po stronie wschodniej centrum miasta (Most Grunwaldzki). Analizie poddano przystanki zlokalizowane w obszarze dwu skrzyżowań z sygnalizacją świetlną po ich jednej stronie – na wlocie i wylocie (Pereca i Most Grunwaldzki, rys. 5 i 6) oraz dwa przystanki (Hutmen i Bzowa, rys. 7 i 8) zlokalizowane w obszarze przejść dla pieszych z sygnalizacją świetlną (odpowiednio: przed i za przejściem), znajdujących się pomiędzy skrzyżowaniami.

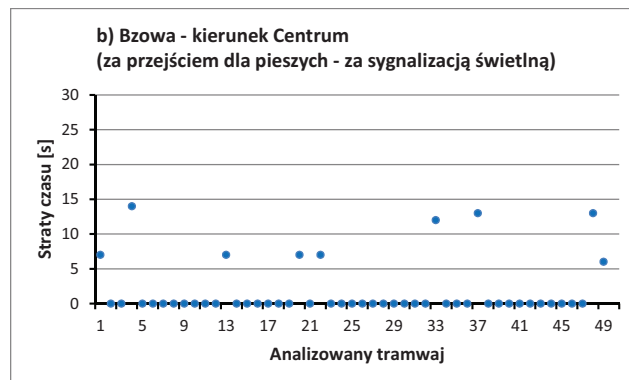
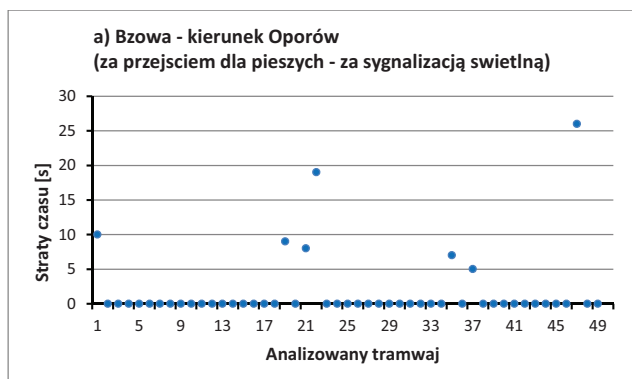
Badania zostały przeprowadzone w dniach roboczych, w okresie czasu: maj – czerwiec 2015r. oraz



9. Straty czasu na przystankach „Pereca” zlokalizowanych na wlocie i wylocie skrzyżowania



10. Straty czasu na przystankach „Most Grunwaldzki” zlokalizowanych na wlocie i wylocie skrzyżowania



11. Straty czasu na przystankach „Bzowa” zlokalizowanych w obu kierunkach za przejściem dla pieszych

lutu – marzec 2016r. Częstotliwość kursowania tramwajów w okresie prowadzenia pomiarów wynosiła 16 ÷ 20 pociągów w okresie godziny w każdym kierunku. W przypadku przystanków zlokalizowanych za sygnalizacją świetlną, wartość czasu traconego, zależy od czasu zatrzymania się tramwaju przed sygnalizacją oraz czasu upływającego od

zakończenia wymiany pasażerów do odjazdu tramwaju z przystanku. Wyniki badań przedstawiono na rys. 9a i 10a (na wlocie skrzyżowania) oraz na rys. 11 (za przejściem dla pieszych z sygnalizacją świetlną). Dla przystanków zlokalizowanych na wlocie skrzyżowania z sygnalizacją świetlną lub przed przejściem dla pieszych z sygnalizacją świetlną na

odcinku między węzłowym, analizie poddano czas tracony wpływający od momentu zakończenia wymiany pasażerów do chwili odjazdu tramwaju z przystanku, rys. 9b i 10b (na wlocie skrzyżowania) oraz rys. 12 (przed przejściem dla pieszych z sygnalizacją świetlną).

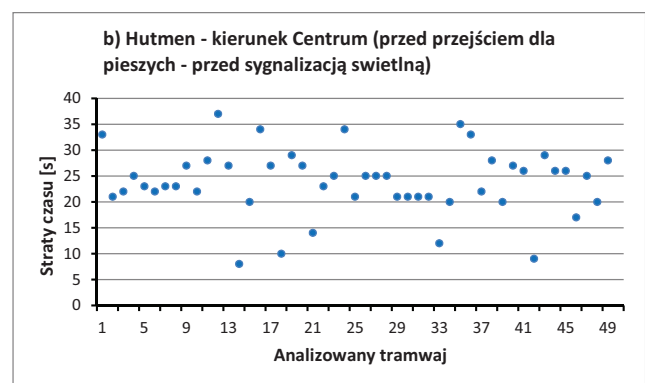
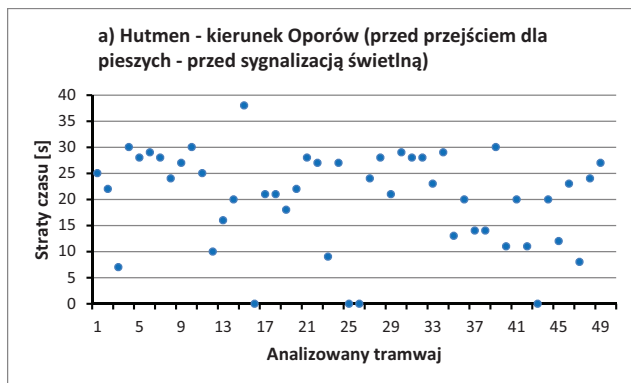
Omówienie wyników badań

W pracy przedstawiono wynik analizy związanej z wpływem sygnalizacji świetlnej na straty czasu tramwajów zależnie od lokalizacji przystanku: przed, czy za skrzyżowaniem lub przejściem dla pieszych. Wykorzystując uzyskane wyniki badań określono następujące charakterystyki związane ze stratami czasu: wartość średnią i odchylenie standardowe czasu traconego oraz procentowy udział tramwajów obsługiwanych bez strat czasu. W tabeli 1 zestawiono badane charakterystyki czasu traconego.

Analizując otrzymane wyniki należy zauważyć, iż wartość średnia

Tab. 1. Zestawienie wartości czasu traconego w zależności od lokalizacji przystanku

Przystanek, lokalizacja	Kierunek	Czas tracony		Udział tramwajów obsługiwanych bez straty czasu [%]
		Wartość średnia [s]	Odchylenie standardowe [s]	
Pereca, w obszarze skrzyżowania	Oporów, na wlocie skrzyżowania – za sygnalizacją świetlną	9,2	14,1	59,2
	Centrum, na wlocie skrzyżowania – przed sygnalizacją świetlną	18,9	15,1	16,3
Most Grunwaldzki, w obszarze skrzyżowania	Plac Grunwaldzki, na wlocie skrzyżowania – za sygnalizacją świetlną	6,8	12,1	48,9
	Centrum, na wlocie skrzyżowania – przed sygnalizacją świetlną	12,1	8,0	2,0
Hutmen, w obszarze przejścia dla pieszych na odcinku pomiędzy skrzyżowaniami	Oporów, przed przejściem dla pieszych – przed sygnalizacją świetlną	20,2	9,2	8,2
	Centrum, przed przejściem dla pieszych – przed sygnalizacją świetlną	23,8	6,3	0
Bzowa, w obszarze przejścia dla pieszych na odcinku pomiędzy skrzyżowaniami	Oporów, za przejściem dla pieszych – za sygnalizacją świetlną	1,7	5,0	85,7
	Centrum, za przejściem dla pieszych – za sygnalizacją świetlną	1,8	3,9	83,7



12. Straty czasu na przystankach „Hutmen” zlokalizowanych w obu kierunkach przed przejściem dla pieszych

czasu traconego w przypadku lokalizacji przystanku przed sygnalizacją świetlną oscyluje wokół 20 s, wyjątkiem jest tutaj przystanek Most Grunwaldzki, gdzie średnia strata czasu jest równa 12,1 s. Natomiast w przypadku lokalizacji przystanku za skrzyżowaniem średnie straty czasu są równe około 8 s, wyjątkiem jest tutaj przystanek Bzowa, gdzie w przypadku takiej lokalizacji przystanku analiza wyników wykazała średnią stratę czasu na poziomie poniżej 2 s. Uogólniając czas tracony w przypadku lokalizacji przystanku na wlocie skrzyżowania (przed sygnalizacją świetlną) jest dwukrotnie większy niż w przypadku lokalizacji za skrzyżowaniem. Udział tramwajów obsługiwanych bez udziału czasu traconego dla przystanków zlokalizowanych na wlocie skrzyżowania dochodzi do 50 ÷ 60%, natomiast dla przystanków na wlocie tylko 2 ÷ 16%. W przypadku przejść dla pieszych przy lokalizacji przystanku przed przejściem tylko do 8%, natomiast dla przystanku za przejściem ponad 80% tramwajów opuszcza przystanek bez udziału czasu traconego związanego z obsługą podróży.

Podsumowanie

Z przeprowadzonych badań wynika, że ze względu na straty czasu w przypadku funkcjonowania sygnalizacji świetlnej, bardziej korzystnym jest lokalizowanie przystanków tramwajowych na wylotach skrzyżowań oraz za przejściami dla pieszych. Jak wykazały badania, taka lokalizacja przystanków pozwala zredukować czas tracony o ponad połowę, a także znacznie zwiększyć udział tramwajów obsługiwanych bez udziału czasu traconego. Kolejnym krokiem w celu redukcji strat czasu związanych z lokalizacją przystanku może stać się właściwe wykorzystanie inteligentnych systemów sterowania ruchem (ITS). Zaimplementowany wykalibrowany system detekcji tramwaju dla przystanków za sygnalizacją świetlną pozwala na znaczne zredukowanie czasu traconego przy wjeździe na przystanek. Z drugiej strony w przypadku przystanków zlokalizowanych przed sygnalizacją świetlną wskazanym wydaje się wprowadzenie modułów pozwalających motorniczemu zgłaszać gotowość do odjazdu na podstawie ich szacunku czasu trwania wymiany pasażerów, już w chwili bezpośredniego zbliżenia się do przystanku. ◀

Materiały źródłowe

- [1] Dźwigoń W.: Warunki wymiany pasażerów na przystankach tramwajowych. Przegląd Komunikacyjny, 2012, nr 1.
- [2] Kruszyna M.: Sytuowanie przystanków dla wygody pasażerów. Transport Miejski, 1996, nr 10.
- [3] Makuch J.: Projektowanie przystanków tramwajowych dla bezpieczeństwa i wygody pasażerów. X Konferencja Naukowo – Techniczna „Drogi Kolejowe’99”, Spała, 1999.
- [4] Makuch J., Korycki T.: Przystanki tramwajowe z wąskimi peronami. Przegląd Komunikacyjny, 2015, nr 10.
- [5] Molecki B., Morel O.: Uwarunkowania ruchowe organizacji przesiadek w transporcie zbiorowym. Transport Miejski, 2003, nr 12.
- [6] Wesołowski J.: Współczesne przystanki tramwajowe. Lokalizacja. Technika Transportu Szynowego, 2006, nr 5.
- [7] Wskazówki w zakresie transportu publicznego wysokiej jakości w małych i średnich miastach, Dyrektoriat Generalny ds. Energii i Transportu Komisji Europejskiej, 2009 (p. 2.9, str. 91).
- [8] Zych M.: Tramwajowe przystanki na żądanie – przegląd rozwiązań. Logistyka, 2014, nr 4/2014 – płyta CD, str.3836-3846.