



## MULTIMODALNE ROZWIĄZANIA W TRANSPORCIE ZBIOROWYM NA PRZYKŁADZIE LINII DOWOZOWYCH WE WROCŁAWIU

### *Multimodal solutions in public transport: an example of feeder bus lines in Wrocław*

Wojciech Jurkowski (1), Mateusz Smolarski (2)

(1) Zakład Zagospodarowania Przestrzennego, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Wrocławski, Kuźnica 49/55, 50-138 Wrocław

e-mail: wojciech.jurkowski@uwr.edu.pl (autor korespondujący)

(2) Zakład Zagospodarowania Przestrzennego, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Wrocławski, Kuźnica 49/55, 50-138 Wrocław

e-mail: mateusz.smolarski@gmail.com, mateusz.smolarski2@uwr.edu.pl

#### Cytacja:

Jurkowski W., Smolarski M., 2017, Multimodalne rozwiązania w transporcie zbiorowym na przykładzie linii dowozowych we Wrocławiu, *Prace Komisji Geografii Komunikacji Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 20(4), 51-61.

**Streszczenie:** Multimodalne rozwiązania w transporcie zbiorowym stanowią dużą szansę na zwiększenie jego efektywności. Jest to szczególnie istotne w przypadku największych aglomeracji, gdzie codzienne przemieszczenia z obszarów peryferyjnych do centrum są przyczyną wysokiego poziomu kongestii w ruchu drogowym. Przykładem multimodalnych rozwiązań jest system linii dowozowych do węzła przesiadkowego, skąd pasażerowie mogą kontynuować podróż z wykorzystaniem szybkiego transportu szynowego. Aby system ten sprawnie funkcjonował godziny przyjazdu komunikacji autobusowej muszą być skomunikowane z godzinami odjazdu pociągu i odwrotnie (w przypadku powrotu). Celem artykułu jest identyfikacja linii dowozowych na obszarze Wrocławia oraz ocena stopnia ich integracji z transportem kolejowym. Pod uwagę zostały wzięte dwie stacje kolejowe (Wrocław Psie Pole, Wrocław Leśnica), które pełnią rolę węzłów przesiadkowych dla mieszkańców peryferyjnych osiedli i stref podmiejskich. Analizie poddane zostaną przede wszystkim czasy oczekiwania na przesiadkę, udział połączeń skomunikowanych w ogólnej ich liczbie oraz proporcje pomiędzy połączeniami autobusowymi linii dowozowych a kolejowymi. Pozwoli to na ocenę potencjału danego węzła w kontekście implementacji tego typu multimodalnych rozwiązań.

**Słowa kluczowe:** linie dowozowe, multimodalny węzeł przesiadkowy, multimodalność, strefa podmiejska

**Abstract:** Multimodal solutions in public transport are a big chance to improve transport system effectiveness. It is very significant in metropolitan areas due to everyday displacements from rural-urban fringe to center of city which causes congestion. One of the example of multimodal solutions is a feeder bus system connecting peripheral area and multimodal transport node. Timetable of bus should be integrated with the railway schedule. The aim of the paper is to identify feeder bus lines in Wrocław and analysis of their integration with rail system. The study is based on two railway stations (Wrocław Psie Pole, Wrocław Leśnica), which are a multimodal transport nodes for inhabitants of periphery settlements and suburban zone. Authors focus on system of connections and structure of integration in nodes between feeder buses and railways. This allows to assess the potential of nodes in the context of the implementation of multimodal solutions.

**Key words:** feeder bus lines, multimodal transport node, multimodality, suburban zone

**Otrzymano (Received):** 25.06.2017

**Zaakceptowano (Accepted):** 24.09.2017

## 1. Wstęp

Kongestia w ruchu drogowym i niewydolność komunikacji zbiorowej są powszechnymi zjawiskami występującymi w kontekście codziennych przemieszczeń ze stref podmiejskich i obrzeży miasta do centrum aglomeracji. Ma to związek z żywiołową i chaotyczną formą suburbanizacji, która powoduje rozproszenie zabudowy i izolację od systemów komunikacji zbiorowej, co przekłada się na uzależnienie od transportu indywidualnego. Efektywnym rozwiązaniem jest zwiększenie roli transportu kolejowego, który ze względu na swoją niezależność od ruchu drogowego i wysoką zdolność przewozową może stać się podstawowym środkiem transportu w tego typu relacjach. Barierej stanowi jednak jego ograniczona dostępność oraz brak możliwości dostosowania trasy pociągu do potrzeb mieszkańców. Dlatego też istotną rolę odgrywają rozwiązania multimodalne, gdzie wykorzystywane są różne środki transportu. Optymalnym modelem przemieszczeń wydaje się być dojazd mieszkańców z obszarów o rozproszonej zabudowie do stacji kolejowej przy wykorzystaniu samochodu, roweru czy autobusu i przesiadka do szybkiego transportu szynowego.

O ile integracja transportu kolejowego z indywidualnym jest stosunkowo łatwa do osiągnięcia (parkingi, stojaki i wiaty rowerowe) o tyle powiązanie go z systemem komunikacji autobusowej przysparza wielu trudności. Integracja ta powinna być oparta na tak zwanych liniach dowozowych, czyli takich, które dowożą pasażerów do węzła położonego na obrzeżach miasta, nie dojeżdżając ostatecznie do centrum i nie powielając przy tym trasy pociągu. W praktyce są to najczęściej linie o krótkim przebiegu, z wysoką (dostosowaną do rozkładu kolejowego) częstotliwością kursowania, na ogół przy wykorzystaniu pojazdów typu mikro lub midi. W zależności od organizacji przewozów mogą to być linie z normalną taryfą opłat albo bezpłatne (np. komunikacja dowozowa do kolei). Szczególnie istotne jest zwrócenie uwagi na specyficzną rolę tego typu linii, które nie powinny stanowić konkurencji w korytarzach transportowych obsługiwanych przez transport kolejowy w ruchu aglomeracyjnym, powinny zaś pełnić funkcje komplementarne. Bardziej efektywnym wykorzystaniem pojazdu oraz pracy przewozowej będzie ich przeniesienie z linii typu strefa podmiejska (obrzeża) – centrum miasta na linię typu strefa podmiejska (obrzeża) – węzeł na peryferiach. Należy zaznaczyć, że organizatorem tego typu linii może być samorząd miasta centralnego, lub na podstawie odpowiednich porozumień międzygminnych, wprowadzona może zostać partycypacja kosztów między miastem a okoliczną gminą, a nawet przeniesienie całości kosztów na gminę. Bio-

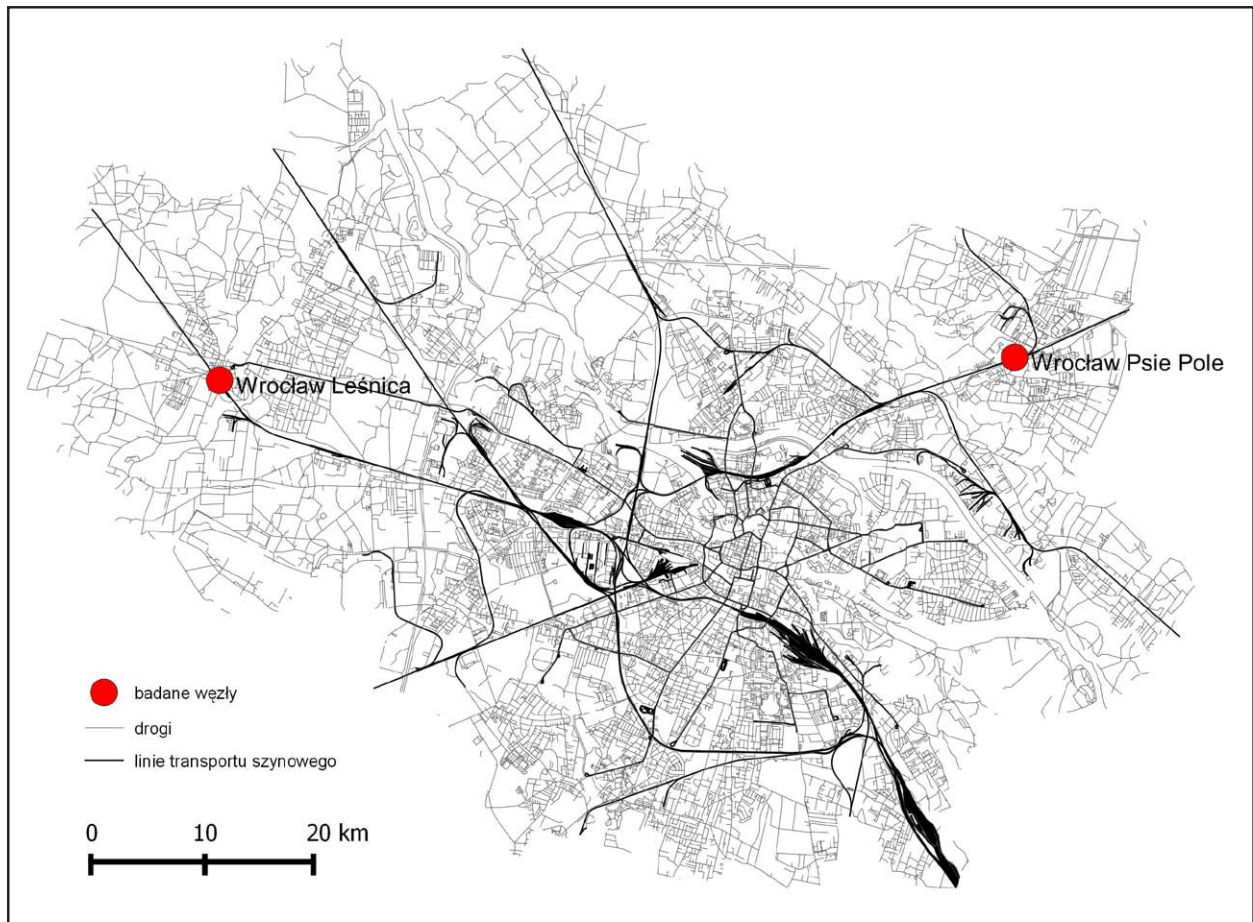
jąc pod uwagę straty czasu wynikające z zatorów drogowych w godzinach szczytu, tego typu rozwiązania mają szansę okazać się konkurencyjne czasowo, a co za tym idzie najbardziej efektywne dla pasażera. Aby jednak takie linie spełniały swoje funkcje muszą być w pełni skomunikowane z odjazdami pociągów, tworzyć pewnego rodzaju przedłużenie trasy pociągu w obszary niedostępne dla transportu kolejowego.

Linie o charakterze typowo dowozowym pojawiają się we Wrocławiu w obrębie dwóch stacji kolejowych: Wrocław Leśnica i Wrocław Psie Pole (ryc. 1), które pełnią również funkcję tzw. węzłów mobilności (Kruszyna, 2012; *Plan Zrównoważonego Rozwoju Publicznego Transportu Zbiorowego Wrocławia*, 2016). Dlatego też na tych dwóch przykładach oparto badanie, którego celem była analiza oferty przewozowej oraz możliwości przesiadek dla poszczególnych połączeń linii dowozowych i kolei. Jest to zarazem próba odpowiedzi na pytanie o stan zaawansowania implementacji multimodalnych rozwiązań w transporcie zbiorowym we Wrocławiu oraz o perspektywę w tym zakresie.

## 2. Przegląd literaturowy

Integracja środków transportu była często przywoływana w badaniach satysfakcji pasażerów z transportu zbiorowego, ich preferencji oraz zachowań komunikacyjnych (Susilo, Cats, 2014; Weinstein, 2000; Tyrinopoulos, Antoniou, 2008; Krizek, El-Geneidy, 2007). Do podstawowych jej wyznaczników zalicza się integrację taryfowo-biletową, koordynację rozkładów jazdy, funkcjonowanie wspólnego centrum sterowania ruchem oraz istnienie infrastruktury integrującej (Mazur, 2004). Coraz większą rolę odgrywa również system internetowej informacji pasażerskiej, dzięki któremu dane przekazywane są w czasie rzeczywistym za pomocą nowoczesnych aplikacji, co jest szczególnie istotne w przypadku utrudnień komunikacyjnych (Jurkowski, Smolarski, 2016). Szeroki przegląd proponowanych zachęt, w tym m.in. organizacji przesiadek, wprowadzania taktu w rozkładach jazdy (Vuchic, 2005; Petersen, 2016) i integracji taryfowych zaproponował zespół D. van Lierop i in. (2017).

Idealnym modelem przesiadki jest system „door-to-door” pozwalający całkowicie zminimalizować straty czasowe oraz wysiłek włożony w przesiadkę (Gadziński, Beim, 2009). W przypadku braku takiego rozwiązania, konieczne jest dążenie do jak najkrótszej odległości między peronem a przystankiem. Ewentualny czas na przesiadkę nie może być jednak zbyt krótki (chyba, że gwarantowane jest skomunikowanie obu środków transportu) albo sztucznie wydłużany (wzrost czasu tzw. podróży netto; Śleszyński, 2014,



Ryc. 1. Węzeł Wrocław Psie Pole i Wrocław Leśnica na tle sieci komunikacyjnej Wrocławia.

Źródło: Opracowanie własne.

s. 183). Nadmierny czas oczekiwania może być elementem odstrasającym pasażerów, którzy mają więcej niż jedną przesiadkę (Rietveld i in., 2001). Należy pamiętać, że już sam fakt konieczności zmiany środka transportu może wpływać na negatywny odbiór danego połączenia przez pasażerów (aspekt związany głównie z wydłużaniem sumarycznego czasu jazdy; Iseki, Taylor, 2009).

Skupiając się na liniach dowozowych, należy się odnieść do funkcjonującego w literaturze anglojęzycznej określenia *feeder bus*, w nawiązaniu do dowozu pasażerów do głównej sieci transportowej (Rawal i in., 2014). Często idea *feeder bus* przywoływana jest w aspekcie modeli optymalizacyjnych, których algorytmy pozwalają na efektywną integrację komunikacji autobusowej z koleją (Kuah, Perl, 1988; Chien, Schonfeld, 1998). Przykładem systemu linii dowozowych może być obsługa wiejskich regionów Szwajcarii, gdzie istnieją autobusy „na telefon, na żądanie” (niem. *Rufbus*), których rozkład jazdy jest zależny od telefonicznego zgłoszenia zapotrzebowania na przejazd (Guzik, 2016). Innym rozwiązaniem działającym w warunkach aglomeracji miejskiej jest choćby sy-

stem MRT w Kuala Lumpur w Malezji (Rimmer, 2013), gdzie wzdłuż systemu transportu szynowego funkcjonuje komunikacja autobusowa, powiązana z każdą stacją kolejową czy metra. Łącznie system opiera się na 25 liniach, z których najdłuższa ma tylko 14 km. Jest to typowy przykład oparcia transportu autobusowego o szkielet zbudowany z transportu kolejowego.

Integracja środków transportu czy też rozwiązania multimodalne są w Polsce stosunkowo słabo rozpoznane i niedostatecznie zbadane. Próbę oceny integracji transportu kolejowego z innymi środkami transportu na bazie analizy porównawczej Polski, Czech i Niemiec dokonał A. Ciechański (2006). Badanie wykazało duże zaniedbania w tym zakresie oraz opóźnienia w porównaniu do krajów ościennych. Ponadto stwierdzono, że brak integracji może być głównym czynnikiem destrukcyjnym dla rozwoju transportu kolejowego. W późniejszych badaniach stref podmiejskich Krakowa, Łodzi, Poznania i Wrocławia okazało się, że w większości przypadków w pobliżu stacji kolejowych brakowało jakiegokolwiek przystanku umożliwiającego zmianę środka transportu,

co również podkreśla niski stopień rozwoju tego typu rozwiązań (Jurkowski, 2016). Podobne badania przeprowadzono w odniesieniu do satelickich powiatów wokół aglomeracji w kontekście połączeń *stricte* aglomeracyjnych (Klemba, 2012; Bul, 2016) lub integracji wewnątrz miasta dla pętli tramwajowych (Gradkowski, 2014; Bartosiewicz, Wiśniewski, 2016). Próbę określenia wzajemnych relacji pomiędzy transportem kolejowym a autobusowym w kontekście dualizmu komplementarności a separacją podjęli K. Kowalczyk i P. Rosik (2016).

Na obszarze Wrocławia problematyka linii dowozowych (peryferyjnych, mikrobusowych) poruszona została w *Planie Zrównoważonego Rozwoju Transportu Publicznego dla Wrocławia* (2016) w odniesieniu do węzłów przesiadkowych. Zostały one zdefiniowane jako: „węzły różnych środków przewozowych transportu publicznego (...) wyposażone w (...) systemy informacyjne”. Istotą połączeń dowozowych jest ich integracja z transportem szynowym (kolejowym oraz tramwajowym, w zależności od możliwości technicznych i przewidywanych potrzeb). Linie dowozowe ponadto powinny charakteryzować się „ominięciem ścisłego centrum”. W ramach Planu Transportowego podnoszony był postulat budowy multimodalnych węzłów przesiadkowych zarówno w strefie podmiejskiej miasta, jak i peryferyjnej.

### 3. Metodyka badań

Badanie dotyczyło najważniejszych aspektów związanych z systemem przesiadek między autobusem linii dowozowej a pociągiem. Przede wszystkim były to cechy odnoszące się do czasu oczekiwania na przesiadkę oraz ogólnego potencjału skomunikowań (udział połączeń skomunikowanych, liczba połączeń autobusowych przypadających na połączenie kolejowe). Za połączenie skomunikowane uznano takie, w ramach którego można dokonać przesiadki w ciągu 20 minut, przy czym czas oczekiwania rozbito na 4 przedziały czasowe (1-5, 6-10, 11-15 i 16-20 min). Autorzy zdają sobie sprawę, że wątpliwości może wzbudzać pierwszy przedział, szczególnie gdy bierzemy pod uwagę 1-minutową przesiadkę. Stanowi on jednak pewne modelowe założenie idealnego skomunikowania, które nie sposób pominąć w analizie. Dodatkowo, zważywszy na fakt cyklicznych zmian w rozkładach jazdy, należy brać pod uwagę korekty godzin odjazdów, zwykle o kilka minut. Ponadto wydaje się, że włączenie do analizy krótkich przesiadek i ich potencjalna atrakcyjność mogłaby być wykorzystana przez organizatora transportu w procesie układania autobusowego rozkładu jazdy i ewentualnych zmian w przyszłości. Podobnie ostatni przedział 15-20 minut należy traktować bardziej

jako akceptowalną możliwość skomunikowania, a niekoniecznie jako opcję komfortowej przesiadki.

Ważną cechą badaną w opracowaniu była liczba połączeń skomunikowanych, która informowała o tym, jaki jest udział połączeń autobusowych czy też kolejowych, z których możemy liczyć na przesiadkę do 20 min oczekiwania. W analizie zastosowano też wskaźnik proporcji połączeń autobusowych informujący ile z nich przypada na połączenie kolejowe. W optymalnych warunkach wskaźnik ten powinien osiągać wartości minimum 1, co oznaczałoby, że na każde połączenie kolejowe przypada co najmniej jedno autobusowe. Istotnym elementem z punktu widzenia pasażera jest również czas oczekiwania na kolejne połączenie. Jest to szczególnie ważne w warunkach niskiej jakości koordynacji pomiędzy liniami dowozowymi i pociągami. Wydłużony czas oczekiwania w przypadku utrudnień i opóźnień może stanowić poważną barierę do korzystania z tego typu rozwiązań. Pasażer nie ma wtedy komfortu psychicznego podróży i w przypadku jakichkolwiek utrudnień jest świadomy, że jeśli nie zdąży na planowane skomunikowanie to nie ma rozsądnej alternatywy. W opracowaniu podano minimalny, maksymalny i średni czas oczekiwania na kolejne połączenie kolejowe w przypadku dojazdów do centrum i autobusowe w przypadku powrotu.

Warto zaznaczyć, że poziom skomunikowania badano w dwie strony: linię w kierunku węzła pod kątem integracji przyjazdu autobusu i odjazdu pociągu w kierunku centrum, natomiast relację w odwrotnym kierunku (od węzła) na podstawie skomunikowania przyjazdu pociągu i odjazdu najbliższego autobusu linii dowozowej. Analizowane przystanki autobusowe: Psie Pole (stacja kolejowa) oraz Rubczaka (stacja kolejowa) nie stanowiły punktów docelowych dla danej linii. W przypadku Psiego Pola z racji oddalenia punktów docelowych (pętla Litewska, osiedle Sobieskiego czy też pętla Mulicka) badano dwa warianty tej linii (w obie strony). Dla przykładu: dla linii 150 w relacji do centrum (do węzła) analizowane było wykorzystanie jej zarówno z kierunku Litewskiej, jak i z Sobieskiego, przy analogicznej sytuacji w powrotnym kierunku. Poszczególne warianty mają określone oznaczenia np. 150 Litewska C oznacza, że jest to wariant w kierunku pętli Litewska wykorzystywany w przemieszczeniach do centrum (dojazd do stacji), natomiast 150 Litewska P jest to wariant w kierunku pętli Litewska wykorzystywany w przemieszczeniach powrotnych (dojazd ze stacji).

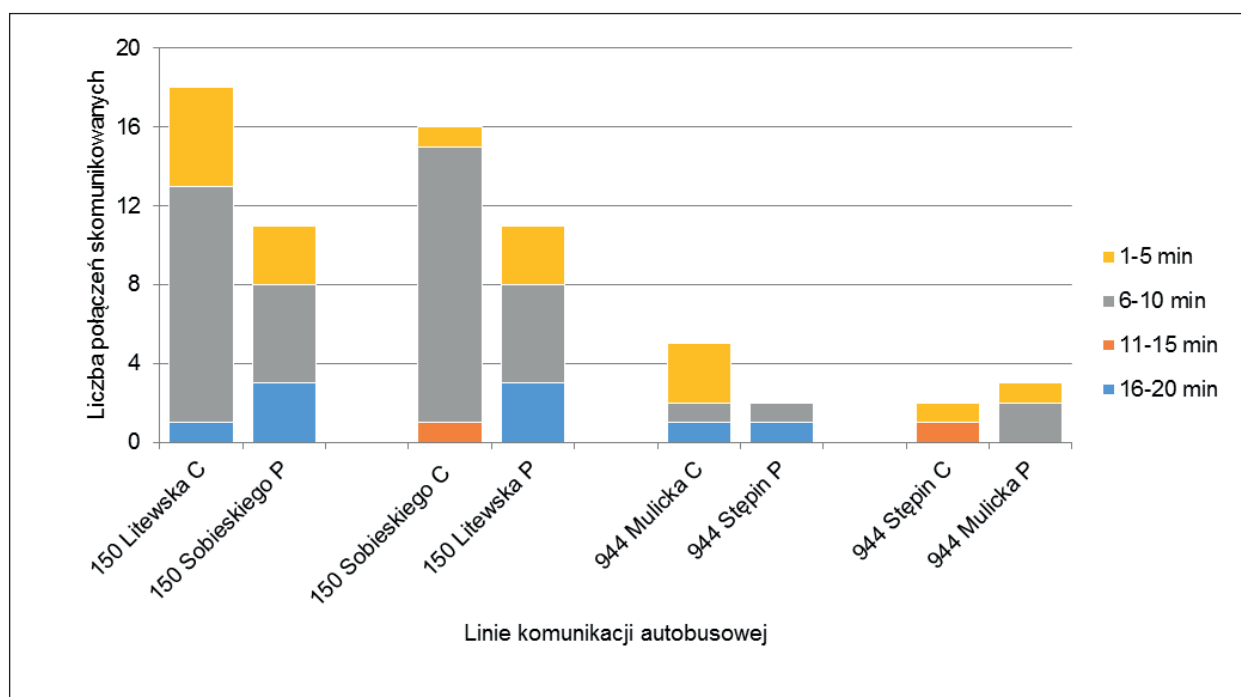
W obrębie węzła Wrocław Leśnica uznano, że końcowy przystanek pętla Leśnica jest na tyle blisko (około 300 metrów), że wydzielanie dwóch wariantów połączeń byłoby zabiegiem sztucznym i niepotrzebnym. Dlatego też przyjęto, że zarówno stacja kolejowa

wa, jak i pętla tramwajowa może być traktowana jako punkt docelowy dla danej linii.

#### 4. Wyniki badań

Obie badane stacje posiadają duży potencjał w kontekście rozwoju systemu multimodalnych przemieszczeń z wykorzystaniem transportu kolejowego. Podróż ze stacji Wrocław Leśnica do Wrocławia Głównego zajmuje od 15 do 17 minut, dla porównania czas przejazdu tramwajem z pobliskiej pętli do okolic Rynku to około 30 minut. Podobnie w przypadku węzła Psie Pole, dojazd pociągiem do stacji Wrocław Główny zajmuje od 19 do 21 minut, a do położonej w porównywalnej odległości od centrum stacji Wrocław Nadodrze od 8 do 10 minut. Alternatywny czas przejazdu linii N czy linii D z przystanku Psie Pole (stacja kolejowa) do Galerii Dominikańskiej to odpowiednio 27 i 31 minut. Dodatkowo należy doliczyć utrudnienia w ruchu drogowym, które w godzinach szczytu są nieuniknione i potrafią znacznie wydłużyć czas jazdy podany w rozkładzie.

linii, w obrębie przystanku Psie Pole 4 linie<sup>1</sup>. Następnie obliczono, które z połączeń autobusowych są skomunikowane w obrębie 20 minut z godzinami przyjazdu lub odjazdu pociągu. W przypadku węzła Psie Pole widoczne jest duże zróżnicowanie co do liczby połączeń między analizowanymi liniami, stąd można wnioskować, że tylko linia 150 wykazuje pewien potencjał funkcji dowozowej (ryc. 2, tab. 1). Istotnym atutem tej linii jest również fakt, że blisko  $\frac{3}{4}$  skomunikowań mieści się w granicach 10 minut, co pozwala minimalizować straty czasu potrzebne na przesiadkę. Co więcej, najlepsze skomunikowania notowane są w godzinach porannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego, gdzie prawdopodobieństwo dojazdów do pracy czy szkół najbardziej wzrasta. Niski jest również udział najmniej komfortowego przedziału oczekiwania na przesiadkę 16-20 minut. Problemem natomiast może być asymetria liczby skomunikowań w kierunkach centrum – powrót (18 i 11 połączeń oraz 16 i 11 połączeń), co zaburza stałość oferty i może wpływać negatywnie na promocję multimodalnych przemieszczeń.



Ryc. 2. Liczba połączeń autobusowych skomunikowanych z transportem kolejowym oraz udział czasów oczekiwania na przesiadkę dla poszczególnych linii w węźle Wrocław Psie Pole. Kierunek: C – centrum, P – powrót.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy MPK Wrocław oraz PKP.

W pierwszym etapie badania spośród wszystkich linii obsługujących dany przystanek wybrano te, które mogą pełnić funkcje dowozowe. W przypadku węzła Wrocław Leśnica zidentyfikowano 7 tego typu

<sup>1</sup> Fizycznie są to 2 linie, ale ze względu na ich funkcje rozbito je na dwa warianty, o których mowa w metodyce.

Tab. 1. Rozkład jazdy dla linii 150 kierunek Sobieskiego w wariancie do centrum.

Linia 150	kierunek Sobieskiego		
5	40		
6	13	41	
7	14	46	
8	10*	46	
9	26		
10	28	55	
11	16		
12	12	42	
13	12	59	
14	25	48	
15	25		
16	5	39	
17	1	22	55
18	25	57	
czas oczekiwania na przesiadkę [min]			
	1-5		10-15
	5-10		15-20

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy MPK Wrocław oraz PKP.

W przypadku linii 944 podstawową barierą jest ogólna niska częstotliwość połączeń. Zarówno w kierunku Stępina, jak i pętli Mulicka odjeżdża zaledwie 5 autobusów dziennie, co nie pozwala na ułożenie rozsądnej oferty skomunikowań. Jako ciekawostkę można przytoczyć, że wariant linii 944 (Mulicka w stronę centrum) wykazuje 100% skomunikowanie z pociągiem, co oznacza, że każde połączenie autobusowe pozwala na przesiadkę do 20 minut na pociąg. Trudno jednak powiedzieć na ile jest to dzieło przypadku, a na ile efekt planowych działań. Biorąc jednak pod uwagę fakt, że w kierunku powrotnym skomunikowane są tylko 2 połączenia wątpliwa staje się rzeczywista koordynacja.

Istotnym problemem w przypadku węzła Psie Pole może okazać się położenie przystanku względem stacji kolejowej. Jest on zlokalizowany po dwóch stronach Alei Jana III Sobieskiego i w zależności od przebiegu trasy autobusu wykorzystuje się jeden bądź drugi. O ile przystanek po północnej stronie drogi jest dobrze zintegrowany przestrzennie z dworcem, o tyle przeciwnie, od strony ulicy Bierutowskiej, jest oddalony od stacji o około 100 metrów, a także posiada barierę w postaci tunelu podziemnego. Po pierwsze jest to niekomfortowe (brak windy, ruchomych schodów), po drugie stanowi pewien dy-

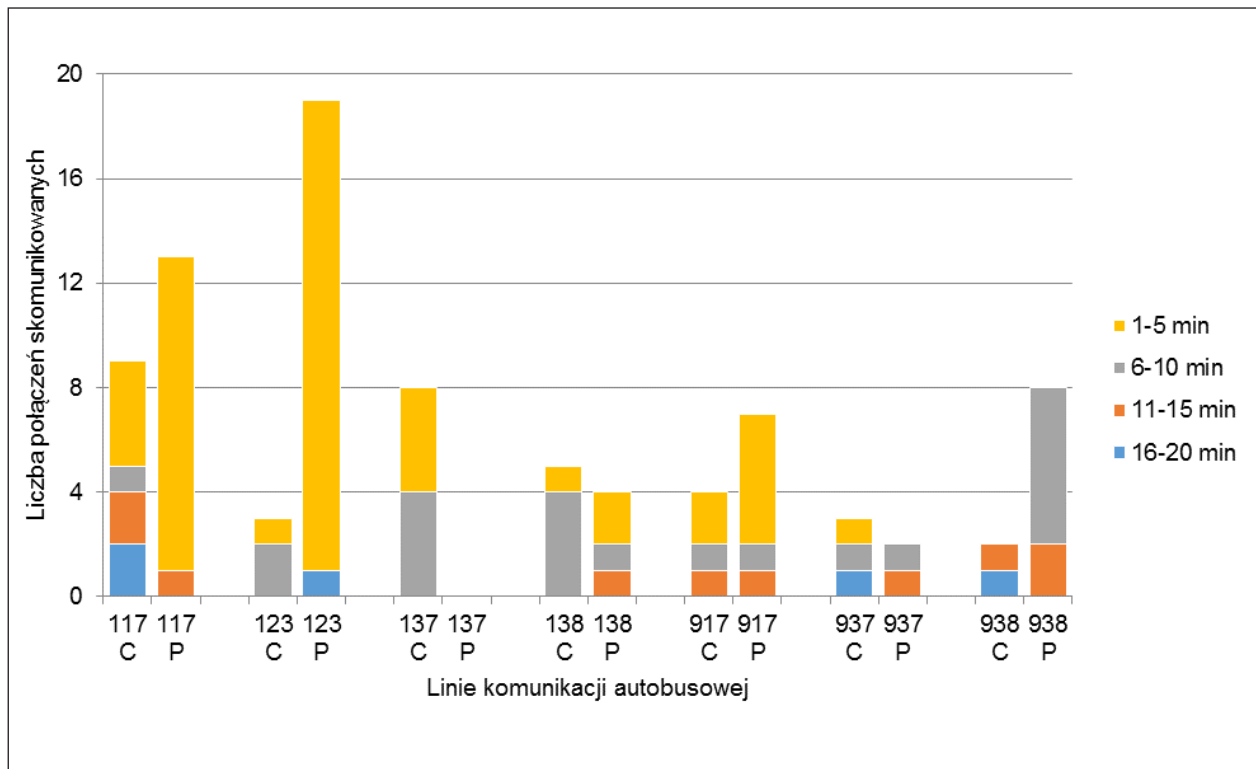
stans do pokonania<sup>2</sup>, przez co istnieje obawa czy teoretycznie optymalne skomunikowania 1-5 minut dają możliwość przedostania się na stację.

W przypadku węzła Leńnica największy potencjał w zakresie integracji z transportem kolejowym mają linie 117 i 123 (ryc. 3). Istotnym problemem jest jednak po raz kolejny brak symetrii skomunikowań w aspekcie dojazd-powrót, szczególnie widoczny w przypadku linii 123, gdzie liczba połączeń skomunikowanych w stronę centrum to zaledwie 3, natomiast w kierunku powrotnym 19. Co ciekawe, wśród 3 skomunikowań dla linii 123 tylko jedno funkcjonuje w godzinach porannych (7:20), co dodatkowo obniża jakość oferty. Może ono stanowić alternatywę jedynie dla uczniów, zaczynających naukę w szkole o godzinie 8.00, ewentualnie dla osób rozpoczynających stałą pracę o tej godzinie. Ze względu na to, że wątpliwe wydaje się połowiczne korzystanie z oferty, czyli tylko w przypadku powrotu z centrum, linia 123 posiada dość ograniczony potencjał wykorzystania jej do multimodalnych przemieszczeń. W kontekście asymetrii skomunikowań warto przywołać przykład linii 137, gdzie w stronę centrum zidentyfikowano 8 skomunikowań z pociągiem, natomiast w odwrotnym kierunku nie ma żadnego połączenia autobusowego umożliwiającego przesiadkę, co całkowicie eliminuje ją jako potencjalną linię dowozową. Najbardziej stabilna okazuje się oferta na linii 117, która posiada mniejszą różnicę pomiędzy liczbą połączeń skomunikowanych do centrum i powrotnych, wykazując ponadto konkurencyjne czasy oczekiwania na przesiadkę (znaczący udział przedziału 1-5 min).

Pozostaje jednak pytanie, czy pory skomunikowań są odpowiednio dostosowane do realnego popytu. W wariancie do centrum w godzinach porannych zanotowano tylko jedno połączenie skomunikowane z pociągiem w czasie 10-15 minut (7:28). Większość połączeń występuje w godzinach popołudniowego szczytu, co jest sprzeczne z ogólnymi tendencjami dojazdów (rano – do centrum, po południu – powrót). W wariancie powrotnym z kolei najczęściej skomunikowań notuje się od godziny 11:00 do 14:00, co przypada na okres poza tak zwanym szczytem komunikacyjnym.

W drugim etapie badania odniesiono się do proporcji połączeń autobusowych i kolejowych, a także czasu oczekiwania na kolejne połączenie w przypadku opóźnień oraz utrudnień w ruchu, co stanowi o komforcie i bezpieczeństwie przesiadek (tab. 2 i 3). Wydaje się, że naturalnym faktem jest nadwyżka połączeń autobusowych nad kolejowymi, co daje więk-

<sup>2</sup> Z ang. *transfer distance* (Tyrinopoulos, Antoniou, 2008).



Ryc. 3. Liczba połączeń autobusowych skomunikowanych z transportem kolejowym oraz udział czasów oczekiwania na przesiadkę dla poszczególnych linii w węźle Wrocław Leśnica. Kierunek: C – centrum, P – powrót.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy MPK Wrocław oraz PKP.

sze możliwości obsługi transportu kolejowego. Autobusy jako bardziej elastyczny środek transportu powinny kursować z dużo większą częstotliwością. Okazuje się jednak, że w badanych węzłach tylko nieznacznie linie autobusowe przewyższały liczbą połączeń kolej. Średnio dla wszystkich linii proporcja ta wyniosła 0,45 dla Psiego Pola i 0,56 dla Leśnicy, co oznacza, że w przybliżeniu na dwa połączenia kolejowe przypadało zaledwie jedno połączenie autobusowe. Jest to czynnik, który na starcie ogranicza możliwości dowozowe poszczególnych linii. Dodatkowo notowano stosunkowo niski udział połączeń kolejowych skomunikowanych z autobusem, a więc nawet jeśli liczba połączeń autobusowych była wystarczająca brakowało odpowiedniej organizacji i nie było możliwości przesiadki na pociąg w ramach przyjętych w badaniu 20 minut.

Należy zaznaczyć, że liczba połączeń kolejowych odjeżdżających z danego węzła dawała spore możliwości wykorzystania w ruchu aglomeracyjnym. Wprawdzie nie była to częstotliwość charakterystyczna dla szybkich kolei miejskich funkcjonujących w Warszawie czy w Trójmieście, jednak 34 połączenia dla stacji Wrocław Psie Pole i 26 dla stacji Wrocław Leśnica, co daje średnio 2 i 1,5 pociągu na godzinę (wyłączając okres od 22 do 5), stanowi duży potencjał.

Niestety średnio tylko 27% połączeń w węźle Psie Pole i 26% w węźle Leśnica było wykorzystywanych w skomunikowaniach z liniami dowozowymi.

W żadnym przypadku nie można mówić o rozsądnej alternatywie w sytuacji opóźnień. Przeciętny czas oczekiwania na kolejne połączenie dla całego węzła na podstawie uśrednionych wyników poszczególnych linii to około 49 minut. Jest to poważna bariera dla pasażera, który wie, że w przypadku jakichkolwiek komplikacji na trasie będzie musiał czekać na stacji średnio około 3 razy dłużej niż zajmuje mu cała podróż do centrum. Pewne szanse w tym aspekcie zauważalne są w przypadku linii 150, gdzie po wyłączeniu godzin 10:00-14:00, najdłuższy czas oczekiwania to 30 minut, przy średniej 18 minut, co może być już akceptowalne przez niektórych pasażerów. Na drugim biegunie znalazła się linia 937 w kierunku powrotnym, gdzie średni czas oczekiwania na kolejne połączenie wyniósł 2,5 h, przy maksymalnym możliwym czasie 3,5 h. Porównując dwa węzły osiągnęły one bardzo zbliżone wyniki, zarówno jeżeli chodzi o proporcje i udział połączeń skomunikowanych, jak i średnie czasy oczekiwania na kolejne połączenie (ze średnich dla poszczególnych linii), z większymi wahaniami maksymalnych i minimalnych czasów. Dlatego też trudno mówić o lepszych czy gorszych

perspektywach jednego z węzłów, bowiem posiadają one zbliżony potencjał i podobne bariery, które na razie dość wyraźnie blokują rozwój tego typu idei. Przede wszystkim należy zwrócić szczególną uwagę na aspekt integracji i koordynacji organizacyjnej oraz funkcjonalnej. Powinny się one opierać na współdziałaniu różnych podmiotów świadczących usługi transportowe w mieście i jego otoczeniu przy wsparciu przez władze miasta. Integracja i koordynacja może być realizowana w różnych aspektach:

- przestrzennym – współistnienie we wzajemnej bliskości obiektów komunikacyjnych różnych środków transportu drogowego oraz stacji kolejowych (m.in. system Park & Ride);
- rozkładowym – koordynacja oferty przewozowej, rozkładów jazdy;
- taryfowym – system jednego biletu na różne środki transportu;
- organizacyjnym – tworzenie systemu transportowego w ramach miasta i okolicy przez jednego organizatora transportu publicznego.

Tab. 2. Wskaźniki skomunikowania transportu kolejowego z autobusowym w podziale na poszczególne linie dowozowe dla węzła Wrocław Psie Pole.

Zmienne	Linia autobusowa								Wartości średnie
	150 <sup>1</sup> C	150 <sup>1</sup> P	150 <sup>2</sup> C	150 <sup>2</sup> P	944 <sup>1</sup> C	944 <sup>1</sup> P	944 <sup>2</sup> C	944 <sup>2</sup> P	
Udział połączeń kolejowych zintegrowanych z komunikacją autobusową [%]	53	47	47	32	15	6	6	9	<b>27</b>
Wskaźnik proporcji połączeń autobusowych do kolejowych	0,74	0,74	0,74	0,74	0,15	0,15	0,15	0,15	<b>0,45</b>
Minimalny czas oczekiwania na kolejny pociąg/autobus	7	33	24	32	15	90	17	91	<b>39</b>
Maksymalny czas oczekiwania na kolejny pociąg/autobus	88	50	88	40	88	90	23	192	<b>82</b>
Średni czas oczekiwania na kolejny pociąg/autobus	29	21	29	23	34	90	20	142	<b>49</b>

<sup>1</sup> kierunek Litewska (do centrum) i kierunek Sobieskiego (powrót), kierunek Mulicka (do centrum), kierunek Sobieskiego (powrót)

<sup>2</sup> kierunek Sobieskiego (do centrum) i kierunek Litewska (powrót) kierunek Stępin (do centrum), kierunek Mulicka (powrót). C – kierunek do centrum (dojazd), P – kierunek z miasta (powrót)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy MPK Wrocław oraz PKP.



Tab. 3. Wskaźniki skomunikowania transportu kolejowego z autobusowym w podziale na poszczególne linie dowozowe dla węzła Wrocław Leśnica.

Zmienne \ Linia autobusowa	117 C	117 P	123 C	123 P	137 C	137 P	138 C	138 P	917 C	917 P	937 C	937 P	938 C	938 P	Wartości średnie
Udział połączeń kolejowych zintegrowanych z komunikacją autobusową [%]	35	50	12	69	31	0	23	35	15	27	12	8	8	31	<b>26</b>
Wskaźnik proporcji połączeń autobusowych do kolejowych	0,77	1,04	0,77	1,27	0,58	0,77	0,27	0,4	0,38	0,5	0,23	0,23	0,31	0,54	<b>0,56</b>
Minimalny czas oczekiwania na kolejny pociąg/autobus	29	78	34	30	28	-	62	86	68	93	6	180	6	60	<b>59</b>
Maksymalny czas oczekiwania na kolejny pociąg/autobus	63	120	46	31	64	-	119	170	119	150	40	210	40	165	<b>103</b>
Średni czas oczekiwania na kolejny pociąg/autobus	43	30	22	30	43	-	28	55	31	60	26	150	23	78	<b>48</b>

C – kierunek do centrum (dojazd), P – kierunek z miasta (powrót)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie rozkładów jazdy MPK Wrocław oraz PKP.

## 5. Podsumowanie

Badanie wykazało, że w węzłach Leśnica i Psie Pole istnieją linie, które mogą pełnić funkcje dowozowe do transportu kolejowego, jednak obecnie można mówić jedynie o pewnym potencjale w tym zakresie. Właściwie tylko linia 150 w obu wariantach dla węzła Psie Pole oraz linia 117 dla węzła Leśnica daje pewne możliwości wykorzystania w przemieszczeniach multimodalnych w kierunku stacji i z powrotem. W przypadku pozostałych linii skomunikowania wydają się bardziej dziełem przypadku niż celowym działaniem mającym na celu promocję tego typu rozwiązań.

Główną barierą do rozwoju idei połączeń dowozowych jest ich niska częstotliwość (zwykle autobusy kursowały rzadziej niż pociągi) oraz niezadowalający stopień skomunikowań. Dlatego też należy dążyć do zwiększenia częstotliwości odjazdów autobusów dowozowych przy ograniczeniu pojemności taboru.

Dodatkowo pojawia się problem organizacyjny, bowiem za komunikację miejską oraz za połączenia z gminami satelickimi (na podstawie umów międzygminnych) odpowiadają władze miasta. W przypadku dołączenia do tego systemu kolei może się pojawić rozbieżność celów, ponieważ spółki kolejowe realizują połączenia na obszarze większym niż aglomeracja wrocławska, co w konsekwencji wpływać może na problemy z koordynacją rozkładów jazdy. Wydaje się, że powoływanie spółki miejskiej, która miałaby świadczyć usługi transportu kolejowego, w warunkach wrocławskich nie jest działaniem pożądanym. Zdaniem autorów bardziej adekwatnym działaniem byłoby dążenie do tworzenia systemów przesiadek w wariancie jaki obecnie istnieje, tj. władze miejskie dostosowują rozkład jazdy linii dowozowych do rozkładu jazdy pociągów. Jest to o tyle odpowiednio

rozwiązanie, że wprowadzenie zmian w ramach oferty przewozowej autobusów jest prostsze niż reorganizacja rozkładu jazdy w transporcie kolejowym. Musiałby być dostosowany również system linii dowozowych.

Działaniem, które mogłoby być zrealizowane przed wprowadzaniem zmian w systemie komunikacji miejskiej powinny być badania ankietowe przeprowadzone wśród mieszkańców miasta (albo w węższym ujęciu: mieszkańców osiedli peryferyjnych; okolic węzłów przesiadkowych). Pozwoliłoby to na uzyskanie informacji o faktycznych potrzebach transportowych mieszkańców i na tej podstawie możliwe byłoby stworzenie systemu linii dowozowych. Najbardziej przydatnymi informacjami do zdobycia w ramach ankiety wydają się: zasięg przestrzenny kursowania, czyli z jakich miejscowości istniałby największy popyt na transport dowozowy do kolei, a także zasięg czasowy, jako wyznaczniki potencjału potoków pasażerskich. Istotnym elementem, który zwykle wpływa na całościową ocenę transportu przez pasażera jest częstotliwość oraz punktualność (Mouwen, 2015). Stworzenie systemu transportowego wymagałoby ujęcia w dokumentach strategicznych miasta wszystkich kluczowych parametrów (m.in. maksymalny czas przesiadki, określenie taktu kursowania).

Istotnym elementem jest eliminacja funkcjonującej wśród pasażerów obawy przed warunkami przesiadki. Trzeba zaznaczyć, że zwykle nie jest to strach przed fizyczną zmianą środka transportu, a przed aspektami organizacyjnymi typu: brak pewności skomunikowania, brak alternatywy, różne taryfy biletowe, brak odpowiedniej informacji pasażerskiej. Dlatego też tak istotnym czynnikiem jest odpowiednia organizacja, koordynacja systemu, a w efekcie dobra promocja tego typu rozwiązań.

## Piśmiennictwo:

- Bartosiewicz B., Wiśniewski S., 2016, Lokalny transport zbiorowy w Łodzi w świetle badań dostępności, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), s. 31-43.
- Bul R., 2016, Wpływ infrastruktury transportowej na zmiany dostępności czasowej Poznania z obszaru województwa wielkopolskiego w latach 2010-2016, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), s. 16-30.
- Chien S., Schonfeld P., 1998, Joint optimization of a rail transit line and its feeder bus system, *Journal of Advanced Transportation*, 32(3), s. 253-284.
- Ciechański A., 2006, Integracja kolei z innymi środkami publicznego transportu pasażerskiego. Doświadczenia polskie a krajów ościennych, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 12, s. 113-135.
- Gadziński J., Beim M., 2009, Ewaluacja węzłów przesiadkowych poznańskiego lokalnego transportu publicznego, *Transport Miejski i Regionalny*, 9, s. 18-24.
- Gradkowski K., 2014, Funkcjonalne kształtowanie pętli tramwajowych w dużych aglomeracjach miejskich, *Transport Miejski i Regionalny*, 2, s. 28-33.
- Guzik R., 2016, Transport publiczny a dostępność na obszarach wiejskich Szwajcarii, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(4), s. 49-61.
- Iseki H., Taylor B., 2009, Not all transfers are created equal: Towards a framework, *Transport Reviews*, 29(6), s. 777-800.
- Jurkowski W., Smolarski M., 2016, Aktualne trendy w systemach internetowej informacji pasażerskiej, *Przegląd Komunikacyjny*, 2, s. 5-11.
- Klemba S., 2012, Możliwości integracji miejskiego transportu autobusowego miasta Pabianic z transportem szynowym na przykładzie połączenia aglomeracyjnego Łódź-Pabianice, *Transport Miejski i Regionalny*, 11, s. 27-32.
- Kowalczyk K., Rosik P., 2016, Train and Bus Commuting in Polish Metropolitan Areas: Complementary or Separate Services?, *AET Papers Repository, Association for European Transport*.
- Krizek K., El-Geneidy A., 2007, Segmenting preferences and habits of transit users and non-users, *Journal of Public Transportation*, 10(3), s. 71-94.
- Kruszyna M., 2012, Dworzec kolejowy jako węzeł mobilności, *Przegląd Komunikacyjny*, 10, s. 34-37.
- Kuah G. K., Perl J., 1988, Optimization of feeder bus routes and bus-stop spacing, *Journal of Transportation Engineering*, 114(3), s. 341-354.
- Mazur B., 2004, Zahamowanie procesów integracji taryfowo-biletowej w transporcie pasażerskim Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, *Transport Miejski i Regionalny*, 23, 6, s. 20-26.
- Mouwen A., 2015, Drivers of customer satisfaction with public transport services, *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, 78, s. 1-20.
- Petersen T., 2016, Watching the Swiss: A network approach to rural and exurban public transport, *Transport Policy*, 52, s. 175-185.
- Plan Zrównoważonego Rozwoju Publicznego Transportu Zbiorowego Wrocławia, 2016.
- Rawal T., Devadas V., Numan N., 2014, Integrated multi-modal transportation in India, *Changing Spectrum of Human Settlements and Planning Education*, At Guru Ramdas School of Planning, GNDU, Amritsar, Conference paper.
- Rietveld P., Bruinsma F., Van Vuuren D., 2001, Coping with unreliability in public transport chains: A case study for Netherlands, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(6), s. 539-559.

- Rimmer P. J., 2013, Rikisha to rapid transit: urban public transport systems and policy in Southeast Asia, Elsevier, Pergamon.
- Susilo Y., Cats O., 2014, Exploring key determinants of travel satisfaction for multi-modal trips by different traveler groups, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 67, s.366-380.
- Śleszyński P., 2014, Dostępność czasowa i jej zastosowania, *Przegląd Geograficzny*, 86, 2, s. 171-215.
- Tyrinopoulos Y., Antoniou C., 2008., Public transit user satisfaction: Variability and policy implication, *Transport Policy*, 15(4), s. 260-272.
- Van Lierop D., Badami M., El-Geneidy A., 2017, What influences satisfaction and loyalty in public transport? A review of the literature, *Transport Reviews*, 38, s. 52-72.
- Vuchic V., 2005, *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*, John Wiley & Sons, Hoboken, New York.
- Weinstein A., 2000, Customer satisfaction among transit riders: How customers rank the relative importance of various service attributes, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1735, s. 123-132.

### **Strony internetowe:**

Rozkład jazdy PKP: <https://portalpasazera.pl> [14.06.2017].

Rozkłady jazdy komunikacji miejskiej MPK Wrocław: <http://www.wroclaw.pl/rozklady-jazdy> [15.06.2017].