

Transport Miejski i Regionalny (skrót TMiR)

Czasopismo wydawane od 2004 roku jako kontynuacja tytułu „Transport Miejski”, wydawanego od 1982 r.

Redaktor naczelny

Prof. dr hab. inż. Wiesław Starowicz (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie)
starowicz@sitk.org.pl

Sekretarz redakcji

Mgr Janina Mrowińska (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie)
mrowinska@sitk.org.pl

Rada naukowo-programowa

Prof. PK dr hab. inż. Andrzej Szarata (Politechnika Krakowska) – przewodniczący, członkowie: profesor Tom Rye (Transport Research Institute, Edynburg, Wielka Brytania), prof. dr hab. inż. Antoni Szydło (Politechnika Wrocławska), profesor Igor Taran (Narodowy Górniczy Uniwersytet, Katedra Zarządzania w Transporcie, Dniepropietrowsk, Ukraina), profesor Ming Zhong (Intelligent Transport Systems Research Center, Wuhan, Chiny)

Redaktorzy tematyczni

prof. dr hab. inż. Stanisław Gaca (Politechnika Krakowska – inżynieria ruchu), dr inż. Ryszard Janecki (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie), mgr inż. Mariusz Szałkowski (Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA w Krakowie – transport miejski), prof. UE dr hab. Robert Tomanek (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach – ekonomika transportu), dr inż. Jacek Malasek – aktualności ze świata

Redaktor statystyczny

Dr inż. Jolanta Żurawska (Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie)

Redaktor językowy i streszczenia w języku angielskim

Mgr Agata Mierzyńska (Urząd Miasta Krakowa)

Projekt graficzny okładki

Mgr inż. arch. Lucyna Starowicz

Adres redakcji

ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków
tel./fax 12 658 93 74
e-mail: tmir@sitk.org.pl
Strona w Internecie: <http://tmir.sitk.org.pl>

Wydawca

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej
ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa
www.sitk.org.pl

Nakład

800 egzemplarzy

Skład

Tomasz Wojtanowicz

Druk

Wydawnictwo PiT Kraków
ul. Ułanów 54/51, 31-455 Kraków, tel.: 12 290-32-10

Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma

Główną wersją czasopisma jest wersja papierowa
Artykuły w wersji elektronicznej są dostępne na stronie czasopisma z półrocznym opóźnieniem

Bazy indeksujące artykuły TMiR

Baza BAZTECH – <http://baztech.icm.edu.pl/>
Baza Index Copernicus – <http://indexcopernicus.com/>

Prawa autorskie

Copyright © Transport Miejski i Regionalny, 2020

Informacje dodatkowe

Za treść i formę ogłoszeń oraz reklam Redakcja nie odpowiada.

Spis treści

Maciej Górowski, Zbigniew Konieczek	4
<i>Autonomizacja jazdy tramwajem jako narzędzie wspierające pracę motorniczych</i>	
<i>Tram driving autonomy as a tool to support the work of motorists</i>	
Piotr Soczówka, Renata Żochowska, Aleksander Sobota, Marcin Jacek Kłos	7
<i>Wpływ czynników związanych z podróżą na czas dojścia do przystanku publicznego transportu zbiorowego</i>	
<i>Influence of travel-related factors on the time of arrival to the public transport stop</i>	
Adrian Barchański, Renata Żochowska, Marcin Jacek Kłos, Piotr Soczówka	14
<i>Klasyfikacja węzłów przesiadkowych na przykładzie obszaru GZM – ujęcie wielokryterialne</i>	
<i>Classification of interchanges on the example of the GZM area – multi-criteria approach</i>	
Krzysztof Grzelec	22
<i>Uwarunkowania organizacyjne rozwoju pasażerskiego transportu miejskiego</i>	
<i>Organizational conditioning of passenger urban transport development</i>	
Wojciech Suchorzewski	28
<i>Rola kobiet w miejskim i aglomeracyjnym transporcie publicznym</i>	
<i>Role of women in urban public transport</i>	
Stanisław Jurga, Adam Kaniewski	35
<i>Tramwaje z zasilaniem autonomicznym w Krakowie</i>	
<i>Trams with autonomous power supply in Krakow</i>	

Reklama w „Transportie Miejskim i Regionalnym”

Koszt reklamy w czasopiśmie wynosi:

4. strona okładki (kolor)	5000 zł + VAT
2., 3. strona okładki (kolor)	3500 zł + VAT
jedna strona wewnątrz numeru (cz.-b.)	1500 zł + VAT
jedna strona wewnątrz numeru (kolor)	2500 zł + VAT

Cena tekstów sponsorowanych oraz wkładek tematycznych do uzgodnienia.

W przypadku reklam w kilku kolejnych numerach możliwy upust do 20%.

Zgłoszenia w sekretariacie redakcji – Janina Mrowińska, tel. (12) 658-93-74

Punktacja artykułów

Nowy Komunikat Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z przypisaną liczbą punktów w obszarze transportu obejmuje tylko niektóre wydawane w Polsce anglojęzyczne czasopisma. Pomimo, że *Transport Miejski i Regionalny* nie znajduje się na liście, Redakcja podjęła decyzję o dalszym wydawaniu czasopisma, chcąc być platformą aktualnej wiedzy dla samorządów, zarządców transportu, operatorów i przewoźników.

Prenumerata TMiR w 2020 roku

Cena egzemplarza – **25 zł** (zagraniczna – **12 euro** z kosztami przesyłki)

Koszt prenumeraty półrocznej – **150 zł** (zagraniczna – **72 euro** z kosztami przesyłki)

Koszt prenumeraty rocznej – **300 zł** (zagraniczna – **144 euro** z kosztami przesyłki)

Studenti – 50% zniżki (na podstawie kserokopii aktualnej legitymacji studenckiej)

Zamówienia: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie

Sklep internetowy: <http://www.sitk.org.pl/sklep> (prenumerata oraz sprzedaż numerów archiwalnych)

Płatność: konto: 43 1240 4722 1111 0000 4859 0666

Streszczenia angielskie – Abstracts in English

Maciej Górowski, Zbigniew Konieczek

Tram driving autonomy as a tool to support the work of motorists

Abstract: The article discusses the project related to the autonomy of tram driving, implemented as a tool supporting the work of motorists. Within the framework of this task the first tram controlled in Poland in an autonomous mode took place. The tram was equipped with a precise satellite navigation system and a control system, ensuring the vehicle without an engineer to move along the route. The target assumption of the project is to implement a driving assistant for the motorists, to support them by taking care of some of their duties. It is also designed to supervise driving safety.

Key words: public transport, tramway, autonomous tram, NEWAG

Piotr Soczówka, Renata Żochowska, Aleksander Sobota, Marcin Jacek Kłós

Influence of travel-related factors on the time of arrival to the public transport stop

Abstract: Increasing the share of travel by public transport is of the priority actions related to the development of sustainable mobility in urban areas. In order to encourage passengers to use public transport it is necessary to provide appropriate level of offered transport services. One of demands made by passengers is the accessibility to public transport stops. To better understand how passengers make a decision on walking to the stop, a research was conducted to study the influence of selected travel-related factors on the time that passengers use to walk to the stop. Following factors have been studied in the research: trip purpose, start time of the trip and travel time. In order to study the diversification of the influence of selected factors, statistical methods were applied: comparative analysis of distributions using descriptive statistics and comparative analysis using Kruskal-Wallis test. Basing on obtained results of the analysis it was concluded that only travel time has significant influence on the time that passengers walk to the stop.

Key words: public transport, public transport stops, accessibility

Adrian Barchański, Renata Żochowska, Marcin Jacek Kłós, Piotr Soczówka

Classification of interchanges on the example of the GZM area – multi-criteria approach

Abstract: Public transport hubs are key elements of a modern transport system, which have a strong impact on the life quality of urban areas inhabitants. They heavily affect attractiveness of the entire public transport system, which, in order to compete for travellers, must be efficient and effective. It is also important to tent to reduce inconveniences associated with changes during the journey. Properly designed public transport hubs may contribute to reduce the number of trips with the use of individual transport by decreasing congestion and traffic noise, thus making public transport more attractive. In literature there is a variety of criteria and ways to classify transport hubs. However, there is a lack of precise information about the required or existing level of

accessibility and coherence, separately for each type of the hubs in the conurbation scale, of which the Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolis (GZM-Upper Silesia and Dąbrowa Basin) is an example. It is necessary to organise the classification and to carry out a standardised analysis of the degree of attractiveness of the different categories of interchanges located in a specific area. The basis for the adopted classification was arrangement of public transport lines, existing subsystems of public transport and location of the object in the spatial structure of GZM. The proposed method of classification allows to determine current degree of spatial connectivity and integration of public transport systems in transport hubs of different types and arrangement of the contemporary principles of their location and shape in relation to the spatial structure of the city.

Key words: transport hubs, interchanges, public transport, integration, railway stations

Krzysztof Grzelec

Organizational conditioning of passenger urban transport development

Abstract: In recent years, new transport and digital technologies have been determinants of changes in the transport behavior of the population. Public authorities allocate considerable amounts to the development of new modes of transport. They underestimate the importance of choosing appropriate organizational forms for new activities. Private companies experiment with various business models and under time pressure, take risky decisions that often result in withdrawing services from the market or liquidating activities in a given market. These phenomena are typical for markets with high growth dynamics. Sustainable mobility objectives, however, require stabilization of alternative services to private cars. This article is devoted to the issue of organizational conditions on various sub-markets. Market development factors from public transport, vehicles per minute and a new form of mobility - Mobility as a Service were discussed. The summary contains the most important conclusions from the analysis.

Key words: urban transport, public transport, organizational forms, business models

Wojciech Suchorzewski

Role of women in urban public transport

Abstract: The article presents the role of women working in urban public transport companies. The topic is important not only because of unequal treatment of men and women in the sector. The current issue of the sector is the human resources problem, resulting from the currently limited interest of men in working in transport services including the key positions (management, customer service and driving) where women prove their quality and effectiveness. The current state in Polish companies and in other EU countries has been described. Among others, the findings of projects co-financed by the EU, such as WISE and WISEII have been described. Actions, taken by other organizations such as UITP and work associations, supporting and promoting of women employment in public transport sector have

been discussed as well. Traffic safety is one of aspects taken into account. Research results show that one of the benefits of employing women as bus and motorists is a reduced risk of causing accidents. It does not mean that actions encouraging women to work in public transport are to be limited to attract them to this profession. In many companies the share of women on director/manager position is growing. Aspects increasing attractiveness of women work in public transport companies that have been identified: ability to reconcile work and family/social life, especially concerning work organization, better workplace safety and security, culture of work, elimination of sector-based wage gap between women and men, remuneration, promotion and qualification prospects (vocational training).

Key words: public transport, women-bus driver, women-tramway driver, role of women, women - traffic safety

Stanisław Jurga, Adam Kaniewski

Trams with autonomous power supply in Krakow

Abstract: There are systems available on the market that allow the liquidation of an overhead contact tram line, which, in accordance with current urban planning trends, are able to provide an improvement in their aesthetics, especially in historic city centers or in places where the installation of an overhead contact

line may be difficult. As part of a study work the MPK Krakow analyzes possible variants to achieve this goal with new vehicles and those already in use by the carrier. Interviews with potential suppliers excluded the possibility of adapting some of the low-floor vehicles to work on a line without an overhead contact line and allowed determining the direction in which the MPK Krakow is currently heading towards in terms of purchasing new rolling stock. The requirements that vehicles must meet to achieve the goals have been formulated. As a part of delivery of 50 new trams the MPK Krakow has decided to purchase few vehicles allowing to drive a section without power from the overhead contact line. The rest of vehicles will be ready to retrofit the aforementioned system. At present, it is expected that the real operation of vehicles on designated sections of the line, where the traction network is expected to be removed in the future, will allow for validation of assumptions and the answer to the question whether the requirements for operating conditions are sufficient in the long term perspective and what are the actual costs of maintaining the storage tanks energy. This allows to determine their durability and learn the disadvantages and weaknesses of the solutions available today.

Key words: urban public transport, tram transport, tram with autonomous power supply



W dniach 28–29 maja 2020 r. na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Gdańskiego w Sopocie odbędzie się kolejna edycja Konferencji Naukowej TranSopot pod hasłem „WYZWANIA ROZWOJU TRANSPORTU W XXI WIEKU”.

Konferencja TranSopot 2020 jest kontynuacją spotkań, organizowanych od 1992 r. na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Gdańskiego, poświęconych kierunkom rozwoju sektora transportu. Celem tego wydarzenia jest wymiana poglądów i dyskusja nad współczesnymi kierunkami rozwoju transportu oraz integracja środowisk naukowych i praktyków gospodarczych z branży TSL.

W programie konferencji znajdą się m.in. dyskusje w ramach sesji plenarnych i tematycznych, poświęcone następującym obszarom problemowym: zrównoważony rozwój transportu; ekonomiczne aspekty innowacji i postępu technicznego w transporcie; przedsiębiorstwa transportowe – uwarunkowania przetrwania i przesłanki rozwoju; mobilność miejska; oraz debata z praktykami.

Wyjazd studyjny połączony ze zwiedzaniem Gdyni oraz m.in. Muzeum Emigracji.

Więcej informacji na stronie internetowej <http://www.transopot.ug.edu.pl/>

ZAPRASZAMY do udziału w konferencji

Autonomizacja jazdy tramwajem jako narzędzie wspierające pracę motorniczych¹

MACIEJ GÓROWSKI

Kierownik Działu Badań i Rozwoju
NEWAG, ul. Wyspiańskiego 3,
33-300 Nowy Sącz, e-mail:
maciej.gorowski@newag.pl

ZBIGNIEW KONIECZEK

Prezes Zarządu NEWAG,
ul. Wyspiańskiego 3,
33-300 Nowy Sącz, e-mail:
zbigniew.konieczek@newag.pl

Streszczenie: W artykule został omówiony projekt dotyczący autonomizacji jazdy tramwajem realizowany jako narzędzie wspierające pracę motorniczych. W ramach tego zadania odbył się pierwszy w Polsce przejazd tramwajem sterowanym w trybie autonomicznym. Tramwaj wyposażono w precyzyjny układ nawigacji satelitarnej oraz system sterowania, które zapewniają, że pojazd bez motorniczego porusza się po trasie. Docelowym założeniem projektu jest wdrożenie dla prowadzących asystenta jazdy, który będzie ich wspierał, wyręczając z części obowiązków. Ma też za zadanie nadzorowanie bezpieczeństwa jazdy.

Słowa kluczowe: transport zbiorowy, komunikacja tramwajowa, tramwaj autonomiczny, NEWAG.

Wprowadzenie

Koniec stycznia 2020 roku to ważny okres w historii komunikacji miejskiej w Polsce. Wszystko za sprawą oficjalnej prezentacji pierwszego w Polsce tramwaju poruszającego się w trybie sterowania autonomicznego, która miała miejsce w Krakowie. Trójczłonowy, niskopodłogowy tramwaj typu 126N o handlowej nazwie „Nevelo”, wyprodukowany przez firmę NEWAG SA z Nowego Sącza, w nocy z 27/28 stycznia 2020 przejechał bez motorniczego w kabinie trasę spod Muzeum Narodowego do pętli w Cichym Kaciku i z powrotem. Odcinek ten liczy ponad 2 kilometry i ma osiem przystanków. W przejeździe tym brali udział wyjątkowi goście: Prezydent Miasta Krakowa profesor Jacek Majchrowski, prezes Zarządu firmy NEWAG SA Zbigniew Konieczek, prezes Zarządu Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego SA w Krakowie dr Rafał Świerczyński, prorektor ds. ogólnych Politechniki Krakowskiej prof. dr hab. inż. arch. Andrzej Białkiewicz, dziekan Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej prof. dr hab. inż. Jerzy Śladek, dyrektor Instytutu Pojazdów Szynowych Politechniki Krakowskiej dr hab. inż. Maciej Szkoła prof. PK. Kolejnej nocy odbył się przejazd dla szerszego grona uczestników, w tym przedstawicieli mediów.

Projekt badawczo-rozwojowy „Autonomizacja jazdy tramwajem”

Pomysł opracowania tramwaju autonomicznego narodził się w Instytucie Pojazdów Szynowych, Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej za sprawą dra inż. Macieja Michneja – zastępcy dyrektora Instytutu (fot. 1). W połowie 2019 roku rozpoczęto prace przy projekcie badawczo-rozwojowym pod nazwą „Autonomizacja jazdy tramwajem jako narzędzie

wspierające pracę motorniczych”. Politechnika Krakowska do współpracy zaprosiła firmy bezpośrednio związane z branżą transportową, nowoczesnymi technologiami i oprogramowaniem. Krakowska firma CYBID Sp. z o.o. odpowiedzialna była za opracowanie sterowników i oprogramowania sterującego trybu jazdy autonomicznej (fot. 2).

Nowosądecki NEWAG udostępnił swój wagon tramwajowy do testów oraz podjął się koordynacji całego przedsięwzięcia, w tym testów ruchowych. Koordynatorem projektu oraz głównym motorniczym prowadzącym wszystkie jazdy testowe był autor niniejszego artykułu (A. Górowski). Ważnym uczestnikiem projektu była również warszawska firma MEDCOM Sp. z o. o., która specjalizuje się w tworzeniu układów sterowania i napędów trakcyjnych do pojazdów szynowych. To właśnie układ sterujący i napęd tej firmy zastosowany jest w tramwaju 126N. Ostatnim uczestnikiem projektu, bez którego przedsięwzięcie nie mogło się udać, było Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA w Krakowie, które umożliwiło realizację testów ruchowych oraz zapewniło niezbędne wsparcie merytoryczne i techniczne.



Fot. 1. Twórcy projektu (fot. J. Zych)



Fot. 2. Informacja o projekcie na tramwaju (fot. J. Zych)

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Procentowy udział wkładu autorów w publikację: M. Górowski 50%, Z. Konieczek 50%.

Celem projektu było przede wszystkim wdrożenie tzw. asystenta dla prowadzącego, wspomagającego jego pracę i nadzorującego parametry jazdy w celu zwiększenia bezpieczeństwa. Nadzór nad pracą motorniczego przewidziany został dla następujących zakresów:

- czuwania nad prędkością – zwalnianie w przypadku, gdy motorniczy jedzie za szybko w stosunku do wymagań;
- przerywania rozruchu przy izolatorach sekcyjnych;
- wykrywania przeszkód i weryfikowania możliwości przejazdu – dostosowanie prędkości;
- automatyzacji rozruchu i hamowania przystankowego i przy sygnalizacji świetlnej;
- opcjonalnie – komunikacji z sygnalizacją świetlną i dostosowaniem prędkości do cyklu świateł, tak by zapewnić płynny przejazd.

Etap I projektu

Projekt podzielony został na trzy etapy. Pierwszym z nich było uruchomienie sterowania autonomicznego z zastosowaniem systemu nawigacyjnego opartego na nawigacji GPS oraz nawigacji inercyjnej. To właśnie ten etap został zakończony wspomnianymi dwoma jazdami pokazowymi. Zaprojektowany i wykonany został układ sterowania autonomicznego, który komunikuje się z głównym sterownikiem tramwaju, z wykorzystaniem magistrali komunikacyjnej CAN, przejmując sterowanie tramwajem w taki sposób, jakby robił to motorniczy. System zapewnia precyzyjne sterowanie prędkością, sterowanie drzwiami i dzwonkiem. Dzięki układom nawigacji satelitarnej tramwaj z dużą precyzją zatrzymuje się na przystankach, steruje prędkością jazdy, w tym ogranicza ją w miejscach, gdzie jest to wymagane (np. przejazd przez rozjazdy z prędkością 10 km/h). Pojazd w trybie autonomicznym przejeżdża też na wybiegu (bez rozruchu) pod izolatorami sekcyjnymi sieci trakcyjnej. System sterowania autonomicznego posiada zabezpieczenie, które, w przypadku problemów z jego działaniem, automatycznie wdraża hamowanie pojazdu. Dla zapewnienia bezpieczeństwa wszystkie normalne funkcjonalności tramwaju są zachowane i stanowią sygnały nadrzędne względem sterowania autonomicznego. Przykładowo, w sytuacji niebezpiecznej pociągnięcia za rączkę hamulca bezpieczeństwa w przedziale pasażerskim natychmiastowo uruchamia hamowanie. Tak samo w przypadku zmiany pozycji nastawnika jazdy, użycia przycisku dzwonka, alarmu, przycisków drzwiowych itp., podzespoły te wywołują reakcje identyczne jak w klasycznie działającym tramwaju, przerywając tym samym sterowanie autonomiczne.

Dla realizacji tego etapu konieczne było wykonanie przejazdów pomiarowych na wybranej trasie w celu zacytowania jej parametrów z układu nawigacyjnego. Do testów wybrano odcinek trasy tramwajowej do Cichego Kąca (fot. 3).

Wybór tej trasy był spowodowany nie tym, że przebiega ona w linii prostej, tylko przede wszystkim faktem, że jest to odcinek dostępny nocą (nie jeżdżą tam linie nocne), co miało zasadnicze znaczenie dla możliwości prowadzenia



Fot. 3. Trasa zacytana przez układ nawigacyjny – pomiary GNSS/INS nałożone w aplikacji Google Earth

jazd testowych. Dodatkowo trasa ta jest wydzielona, znajduje się w pobliżu centrum i w optymalnej odległości od zajezdni. Ważnym aspektem była też zastosowana tam nawierzchnia torowa wykonana w technologii trawiastej. W związku z pochodzącym od trawy zawilgoceniem istnieje większe ryzyko występowania poślizgów pomiędzy kołami a szynami. Uwzględnienie poślizgów było bardzo ważne z punktu widzenia pomiaru drogi. Oprogramowanie sterujące tramwajem porównuje pozycję z nawigacji do faktycznie przebytej drogi (czujnik prędkości kół).

Drugim ważnym aspektem było poznanie przez programistów zasad sterowania tramwajem oraz parametrów jazdy. Konieczna była również modyfikacja głównego programu sterującego tramwajem tak, by po magistrali CAN odbywała się komunikacja ze sterownikiem jazdy autonomicznej. Podczas jazd pomiarowych na obszarze miasta motorniczy prowadził tramwaj jakby jechał liniowo z pasażerami, a twórcy oprogramowania pobierali dane z układu sterowania dotyczące techniki prowadzenia – pozycje nastawnika, parametry przyspieszania rozruchu, opóźnienia hamowania, umiejscawiania itp. (fot. 4, 5 i 6).

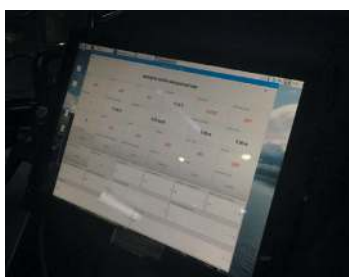
Na podstawie przejazdów pomiarowych i lokalizacji satelitarnej naniesione zostały w programie sterującym newralgiczne miejsca z punktu widzenia jazdy, czyli: przystanki, pozycje izolatorów sekcyjnych, skrzyżowań czy też stref ograniczenia prędkości. Mogły się też odbyć pierwsze próby na terenie zajezdni (fot. 7).



Fot. 4. Anteny nawigacyjne na dachu podczas testów (fot. M. Górowski)



Fot. 5. Stanowisko sterowania autonomicznego podczas testów (fot. M. Górowski)



Fot. 6. Okno programu sterującego (fot. M. Michnej)



Fot. 7. Pierwsze próby jazdy autonomicznej na terenie zajezdni (fot. M. Górowski)

Dzięki stworzeniu oprogramowania, które łączy w sobie aspekty dotyczące lokalizacji i pozycjonowania na trasie z odpowiednim układem sterującym tramwajem, udało się zakończyć pierwszy etap, prezentując publicznie jazdę w trybie sterowania autonomicznego (fot. 8). Podczas przejazdów pokazowych w kabinie nie było nikogo. Trasa przejazdu dla bezpieczeństwa została zabezpieczona przez policję i inspektorów ruchu MPK. Nad przebiegiem jazdy czuwał motorniczy nadzorujący przejazd z za kabiny i posiadający możliwość wdrożenia hamowania nagłego w razie wystąpienia sytuacji niebezpiecznej



Fot. 8. Tramwaj w trybie sterowania autonomicznego po dojeździe na przystanek Muzeum Narodowe (fot. Zasoby NEWAG)

Etap II projektu

W kolejnym, drugim etapie projektu przewidziana jest zabudowa układów wykrywania przeszkód zarówno przed tramwajem, jak przebiegających równoległe do tramwaju. System wykrywania przeszkód będzie miał również funkcję termowizyjnego rozpoznawania przeszkód. Taki system o nazwie AT-OS (Automatyczny Termowizyjny System Wykrywania Zagrożeń) firma NEWAG testuje obecnie w pojazdach kolejowych swojej produkcji.

Etap III projektu

W trzecim etapie przewiduje się zaprogramowanie konkretnej trasy liniowej tramwaju i rozpoczęcie eksploatacji nadzorowanej tramwaju z zastosowanym „asystentem motorniczego”.

Obecne przepisy nie pozwalają na sterowanie pojazdem mechanicznym bez obecności osoby prowadzącej. Docelowo oczywiście opracowywany system może umożliwić pełną autonomizację, jednak na obecnym etapie ma on być narzędziem wspierającym prace motorniczych i w żadnym wypadku nie ma na celu eliminowania ich. System ten ma być narzędziem, które odciąży prowadzących tramwaje od czynności, które absorbują ich uwagę, a mogą być w pełni zautomatyzowane. Motorowi będą mogli się wtedy skupić na funkcjach naprawde istotnych, w których na dzień dzisiejszy nie mogą być zastąpieni. System sterujący tramwajem będzie czuwał nad odpowiednią prędkością jazdy, zautomatyzowane będzie hamowanie (szczególnie przystankowe) oraz sterowanie drzwiami. Układy wykrywania przeszkód z dużym wyprzedzeniem będą mogły poinformować motorniczego np. o samochodzie zaparkowanym w skrajni taboru czy też wdrożyć hamowanie w przypadku napotkania w pobliżu tramwaju jakiejś przeszkody. Dzięki takim rozwiązaniom prowadzący tramwaje będą mieli bardziej komfortową pracę oraz zwiększy się bezpieczeństwo jazdy. Motorniczy nie będzie musiał pamiętać o przerywaniu rozruchu na izolatorach sekcyjnych, bo system na podstawie nawigacji zrobi to za niego. W miejscach ograniczeń prędkości tramwaj sam zwolni do wymaganej przepisami prędkości i utrzyma żadaną prędkość przez cały obszar obowiązywania ograniczenia. Motorniczy z racji nadrzędności sygnałów ze sterowania manualnego będzie mógł oczywiście przyspieszyć w razie potrzeby, jednak taki ruch z jego strony będzie wymagał świadomego potwierdzenia takiej czynności. Wyświetli się też odpowiedni komunikat, a zdarzenie to będzie zapisane w rejestratorze tramwaju. System sterowania będzie mógł również czuwać nad ekonomią jazdy – tzw. ecodriving.

Podsumowanie

Pierwsza autonomiczna jazda tramwaju w Polsce spotkała się wielkim zainteresowaniem. Już podczas przejazdu pokazowego prezes krakowskiego MPK Rafał Świerczyński zapowiedział zainteresowanie wdrożeniem takiego systemu i wpisywanie tego typu funkcjonalności do wymagań w ramach przyszłych postępowań przetargowych na zakup taboru tramwajowego. Pozostaje mieć nadzieję, że kolejne etapy projektu zrealizowane zostaną równie sprawnie. Warto zwrócić uwagę na fakt, że realizacja pierwszego etapu trwała tylko pół roku, a twórcy projektu zaczęli całkowicie od zera.

Literatura

1. Jaroszyński M., *Pojazdy autonomiczne: scenariusze organizacyjne oraz szanse i zagrożenia dla zrównoważonego rozwoju*, PNPE 2018, z. 120.
2. Neumann T., *Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce*, „Autobusy”, 2018, nr 12.
3. Masoud, N.I., Jayakrishnan, R., *Autonomous or driver-less vehicles: Implementation strategies and operational concerns*, “Transportation Research, Part E”, 2017, no 108.
4. Fagant, D.I., Kockleman, K., *Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations*, “Transportation Research, Part A”, 2015, no 77.

PIOTR SOCZÓWKA

mgr inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 59, e-mail: piotr.soczowka@polsl.pl

RENATA ŻOCHOWSKA

dr hab. inż., prof. PŚ, Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 21, e-mail: renata.zochowska@polsl.pl

ALEKSANDER SOBOTA

dr hab. inż., prof. PŚ, Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 21, e-mail: aleksander.sobota@polsl.pl

MARCIN JACEK KŁOS

dr inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 15, e-mail: marcin.j.klos@polsl.pl

Wpływ czynników związanych z podróżą na czas dojścia do przystanku publicznego transportu zbiorowego^{1,2}

Streszczenie: Zwiększenie udziału podróży realizowanych środkami publicznego transportu zbiorowego należy do priorytetowych działań związanych z kształtowaniem zrównoważonej mobilności w obszarach miejskich. Aby zachęcić pasażerów do korzystania z komunikacji miejskiej, konieczne jest zapewnienie odpowiedniego poziomu oferowanych usług transportowych. Jednym z postulatów zgłaszanych przez pasażerów jest dostępność przystanków. Chcąc lepiej zrozumieć, w jaki sposób pasażerowie podejmują decyzję dotyczącą dojścia do przystanku, przeprowadzono badania wpływu wybranych czynników związanych z podróżą na czas, jaki pasażerowie przeznaczają na dotarcie do przystanku autobusowego. Uwzględniono następujące czynniki wpływu: motywację podróży, moment rozpoczęcia podróży oraz czas podróży. W celu oceny zróżnicowania wpływu wybranych czynników zastosowano metody statystyczne: analizę porównawczą rozkładów za pomocą statystyk opisowych oraz analizę porównawczą za pomocą testu Kruskala-Wallisa. Na podstawie wyników przeprowadzonych analiz statystycznych stwierdzono, że jedynie czas podróży istotnie wpływa na czas dojścia pasażera do przystanku.

Słowa kluczowe: publiczny transport zbiorowy, przystanki publicznego transportu zbiorowego, dostępność.

Wprowadzenie

Istotnym elementem nowoczesnego transportu jest zrównoważona mobilność, a działania ukierunkowane na odpowiednie jej kształtowanie należą do priorytetowych w obszarach miejskich [1, 2]. Zastosowanie innowacyjnych technologii teleinformatycznych, nowoczesnej infrastruktury oraz odpowiedniej organizacji pozwalają skutecznie wpływać na zachowania użytkowników systemu transportowego. W literaturze przedmiotu przedstawiane są zróżnicowane podejścia opisujące sposób dążenia do zrównoważonej mobilności, m.in.: zmniejszenie zapotrzebowania na podróż realizowane samochodem, zmniejszenie odległości pomiędzy lokalizacjami o określonej funkcjonalności czy wykorzystanie nowoczesnych i innowacyjnych narzędzi, zwiększających efektywność przemieszczania się [3–6]. Szczególne znaczenie mają jednak rozwiązania przyczynia-

jące się do wzrostu udziału podróży realizowanych z użyciem środków publicznego transportu zbiorowego [7–9].

W celu zwiększenia znaczenia komunikacji miejskiej i zachęcenia pasażerów do wybierania tego sposobu przemieszczania się w codziennych podróżach konieczne jest zapewnienie odpowiedniego (tj. akceptowanego przez pasażerów) poziomu jakości obsługi [10]. Istnieje wiele obszarów składających się na poziom jakości zapewniany przez organizatorów transportu publicznego. Spośród najważniejszych postulatów przewozowych zgłaszanych przez pasażerów należy wymienić, m.in. punktualność środków komunikacji miejskiej, koszt podróży, bezpieczeństwo pasażera oraz bezpośredniość podróży [11].

Podstawowym czynnikiem wpływającym na wybór publicznego transportu jako środka transportu przez potencjalnych pasażerów jest odległość, jaką muszą oni pokonać przed rozpoczęciem podróży, np. z miejsca zamieszkania czy zatrudnienia do przystanku komunikacji miejskiej. Odległość ta może być wyrażana w różnych sposób, np. przestrzenny, czasowy, ekonomiczny itp. Jednym z najwygodniejszych sposobów określania przez pasażera odległości pomiędzy miejscem rozpoczęcia podróży a przystankiem jest czas dojścia do tego przystanku [12]. W kontekście dążenia do wzrostu liczby realizowanych podróży środkami publicznego transportu zbiorowego istotne jest określenie czynników wpływających na odległość, jaką pasażerowie pokonują do przystanków, i określenie, czy jest to odległość stała, czy też zależna od uwarunkowań związanych z podróżą.

W artykule przedstawiona została problematyka wyznaczenia odległości, jaką pasażerowie pokonują do przystanków publicznego transportu zbiorowego. W rozdziale drugim wykonano przegląd literatury związany z tym zagadnieniem, na podstawie którego wskazano problemy badawcze. W kolejnym rozdziale przedstawiono zaproponowany sposób analizy czasu dojścia do przystanków publicznego transportu zbiorowego. Bazując na wynikach badań ankietowych przeprowadzonych na obszarze Bielska-Białej na potrzeby budowy modelu transportowego dla tego miasta [13], przedstawiono studium przypadku, obejmujące analizę

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020.

² Procentowy udział wkładu autorów w publikację: P. Soczówka 25%, R. Żochowska 25%, A. Sobota 25%, M. J. Kłos 25%.

wpływu czynników związanych z podróżą na odległość do przystanku pokonywaną przez pasażerów publicznego transportu zbiorowego. Podsumowanie pracy zawiera omówienie wyników analiz oraz wnioski wraz ze wskazaniem potencjalnych dalszych kierunków badań.

Odległość pokonywana przez pasażera do przystanku publicznego transportu zbiorowego – stan zagadnienia

Problematyka dotycząca odległości, jaką pasażerowie publicznego transportu zbiorowego pokonują do przystanków, jest podejmowana w literaturze. Dotychczasowe prace autorów koncentrowały się na próbach ustalenia odległości (najczęściej wyrażonej w jednostkach długości), którą pasażerowie akceptują w celu dotarcia do przystanku [14,15]. W publikacjach rozważane są również czynniki, które potencjalnie mają wpływ na decyzję o dojściu do przystanku przez pasażerów [16–20].

W literaturze przedmiotu można odnaleźć próby określenia maksymalnej odległości, jaka powinna dzielić pasażera od przystanku publicznego transportu zbiorowego. W publikacjach najczęściej wskazywaną wartością jest około 400 m dla przystanków autobusowych oraz maksymalnie 800 m dla przystanków oraz stacji kolejowych [21–22]. Należy jednak zwrócić uwagę, że są to wartości średnie, a rekomendowane odległości mogą być różne w zależności np. od typu zabudowy (np. 300 m w centrach miast i nawet do 1000 m w przypadku zabudowy jednorodzinnej [23]). Ponadto, w świetle wyników badań, wydaje się, że zwyczajowo przyjmowane wartości nie zawsze prawidłowo odzwierciedlają faktyczne odległości, które pasażerowie pokonują do przystanków publicznego transportu zbiorowego. Opracowanie [15] zawiera informacje o wynikach badań odległości, jaką pasażerowie pokonują do przystanków komunikacji miejskiej w miastach Ameryki Północnej. Wyniki dla poszczególnych ośrodków różnią się od siebie, ale można stwierdzić, że około 80% podróżnych pokonuje pieszo do przystanku nie więcej niż około 400 m. Autorzy opracowania zwracają także uwagę na różnice w odległości dojścia w przypadku różnych środków transportu, np. dłuższe akceptowalne odległości dojścia do kolei. Dla miast znajdujących się w Australii średnia odległość pokonywana pieszo do przystanku autobusowego wynosiła około 600 m, a 85% podróżnych pokonywało nie więcej niż 1,07 km [24]. Autorzy tego opracowania również podają znaczące różnice w przypadku pieszego dojścia do stacji kolejowych. Zgodnie z wynikami ich badań odległość dojścia do stacji kolejowych wynosi średnio 1,04 km, a 85. percentyl wynosi 1,57 km. W artykule [25] pokazano z kolei różnice w średniej odległości dojścia do przystanków autobusowych oraz systemu MRT (ang. Mass Rapid Transit) w Singapurze. Zgodnie z wynikami opublikowanych badań pasażerowie pokonywali pieszo do stacji systemu MRT średnio około 600 m, co jednocześnie stanowiło o ponad 200 m więcej niż w przypadku dróg dojścia do standardowych przystanków autobusowych.

Istotnym aspektem w analizie odległości jest komfort pasażerów oraz ich postrzeganie dojścia do przystanku. W artykule [14] przedstawiono wyniki badań, zgodnie z którymi średni deklarowany (postrzegany) przez pasażera

dystans do przystanku wynosi około 360 m, a 85% pasażerów pokonuje do przystanku odległość nie większą niż 525 m. Autorzy zwrócili także uwagę na różnicę pomiędzy wartością deklarowaną przez pasażera oraz rzeczywistą odległością, która dzieli pasażera od przystanku. Średnio pasażerowie podawali wartości o około 50 m większe niż rzeczywiste.

Badania nad pokonywanymi przez pasażerów odległościami do przystanków realizowane są również z uwzględnieniem motywacji podróży [26]. Do wskazanych analiz włączane są także zmienne niezależne: środki transportu, rejon miasta (badania przeprowadzono w Sydney), dzień tygodnia (dzień roboczy lub weekend). Na podstawie wyników można zauważyć, że pasażerowie pokonują znacząco krótsze odległości, idąc do przystanków autobusowych niż kolejowych. Ponadto można stwierdzić, że podróże realizowane w celach edukacyjnych lub konsumenckich związane są z krótszym czasem dojścia do przystanku niż np. podróże w celach zawodowych. Autorzy zauważają także, że wpływ na odległość pokonywaną do przystanku może mieć także wieczorna pora rozpoczęcia podróży. W opracowaniu [27] autorzy badali inne zmienne, które mogą determinować odległość pokonywaną do przystanków. Wykazali m.in., że ludzie młodzi (od 15 do 24 roku życia) realizują podróż pieszą do przystanków znacznie dłuższą niż ludzie starsi. Wskazali także znaczące różnice zachowań komunikacyjnych pomiędzy mieszkańcami poszczególnych obszarów miasta, np. pomiędzy centrum a przedmieściami.

Istnieją również opracowania poświęcone problematyce przyczyn, które wpływają na odległość, którą pasażer godzi się zaakceptować do przystanku publicznego transportu zbiorowego. Jako przykład można podać artykuł [16], którego autorzy badali wpływ charakterystyk drogi dojścia do przystanku, m.in. typ drogi dojścia, liczbę konfliktów z pojazdami czy obecność wzniesień.

Jako czynniki przyczyniające się do zwiększenia odległości, którą pasażerowie godzą się pokonać do przystanków publicznego transportu zbiorowego, wymienia się w literaturze także m.in. spójność sieci drogowo-ulicznej [17,18], [20] czy obecność udogodnień dla pieszych [19].

Metodologia badań długości drogi dojścia do przystanku

Głównym celem prowadzonych badań było określenie, które czynniki związane z podróżą mają wpływ na odległość, jaką pasażer pokonuje pomiędzy miejscem rozpoczęcia podróży a przystankiem publicznego transportu zbiorowego. W artykule podjęto próbę analizy długości drogi (odległości), jaką pasażer pokonuje, idąc do przystanku komunikacji miejskiej wyrażonej w jednostkach czasowych.

Analiza czasów dojścia do przystanków publicznego transportu zbiorowego została dokonana na podstawie wyników badań ankietowych przeprowadzonych na obszarze miasta Bielsko-Biała na potrzeby budowy modelu transportowego tego miasta [13]. Łącznie przeanalizowano ponad 2600 ankiet, w których mieszkańcy przekazali informacje o realizowanych podróżach, dotyczące m.in.:

- wykorzystanych środków transportu,
- godziny rozpoczęcia i zakończenia podróży,
- miejsca rozpoczęcia i zakończenia podróży,
- deklarowanego czasu dojścia do przystanku autobusowego lub stacji kolejowej,
- motywacji podróży,
- czasu jazdy środkami transportu,
- liczby przesiadek (w przypadku podróży realizowanych środkami publicznego transportu zbiorowego).

Analiza została ograniczona do przystanków autobusowych, ze względu na znacznie mniejszą liczbę podróży realizowanych środkami transportu kolejowego oraz brak innych form publicznego transportu zbiorowego w mieście, w którym przeprowadzono badania ankietowe.

Jako czynniki związane z podróżą, które mogą mieć wpływ na czas dojścia do przystanku publicznego transportu zbiorowego, przyjęto:

- motywację podróży,
- moment rozpoczęcia podróży,
- czas podróży.

W przypadku motywacji podróży wszystkie zidentyfikowane łańcuchy podróży zostały zagregowane do czterech zasadniczych, co pokazano na rysunku 1:



Rys. 1. Motywacje podróży uwzględnione w analizie
Źródło: opracowanie własne

Analizując moment rozpoczęcia podróży, dokonano podziału doby na pięć charakterystycznych przedziałów czasu, co pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Przedziały czasu obejmujące momenty rozpoczęcia podróży
Źródło: opracowanie własne

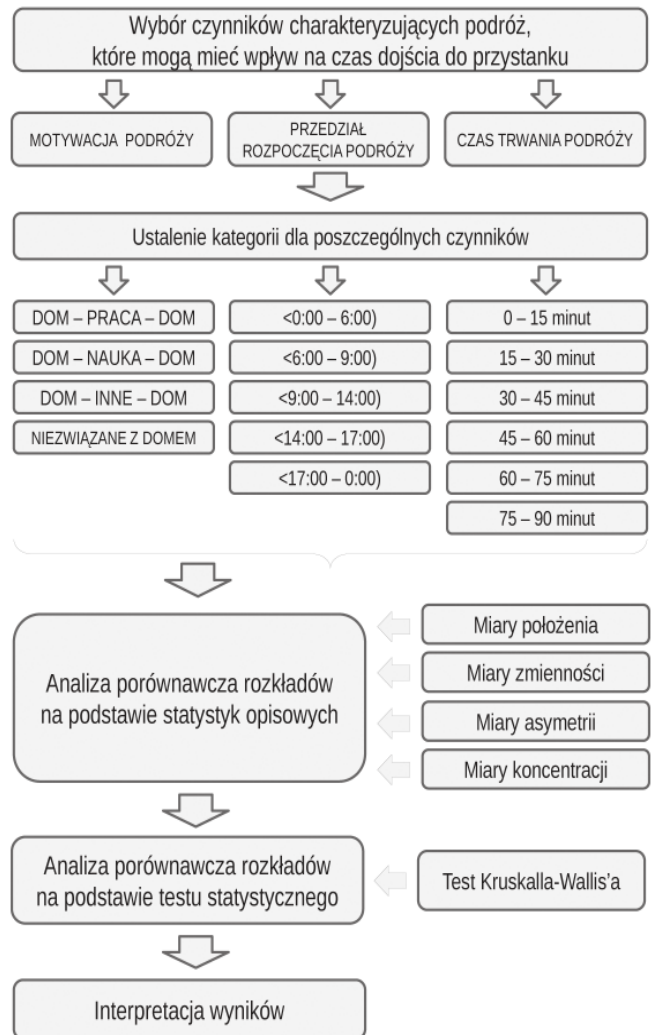
W analizie badano różnice pomiędzy podróżami rozpoczętymi w godzinach szczytu komunikacyjnego (porannego od 6:00 do 9:00 oraz popołudniowego od 14:00 do 17:00) a podróżami, które zostały rozpoczęte w okresach poza szczytem komunikacyjnym. Wyróżniono trzy przedziały czasu poza szczytami komunikacyjnymi: 0:00–6:00, 9:00–14:00 i 17:00–0:00.

Ostatnim czynnikiem poddanym analizie był czas trwania podróży. Wyróżniono sześć przedziałów czasu podróży o długości 15 minut, co pokazano na rysunku 3. Nie analizowano podróży trwających ponad 90 minut ze względu na niewielką liczebność takiego zbioru.



Rys. 3. Czasy trwania podróży uwzględnione w analizie
Źródło: opracowanie własne

Dla każdego czynnika charakteryzującego podróż została przeprowadzona analiza statystyczna w celu weryfikacji hipotezy czy deklarowany czas dojścia do przystanku autobusowego zależy od danego czynnika. Schemat postępowania został pokazany na rysunku 4.



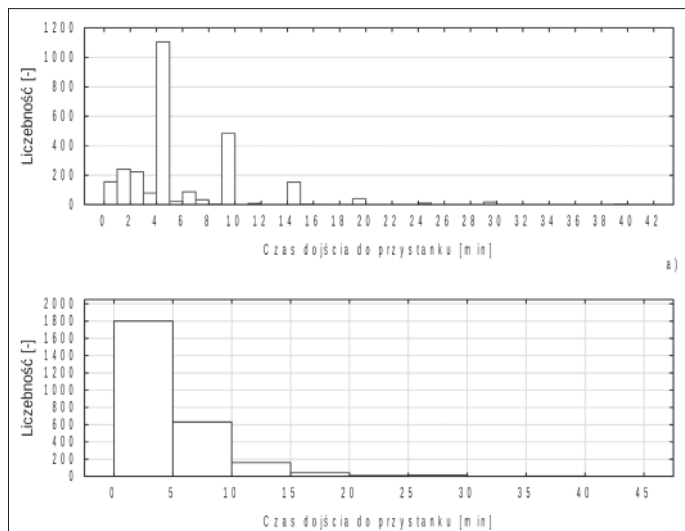
Rys. 4. Schemat postępowania w prowadzonej analizie
Źródło: opracowanie własne

Pierwszym krokiem analizy było wyznaczenie miar położenia, zmienności, asymetrii oraz koncentracji w celu porównania rozkładów badanej zmiennej (tj. czasu dojścia pasażera do przystanku).

Kolejno wykonano analizę porównawczą rozkładów dla poszczególnych grup wydzielonych w ramach każdego z czynników charakteryzujących podróż z wykorzystaniem testu Kruskala-Wallisa. W ten sposób uzyskano informację o istotności różnic pomiędzy czasami dojścia do przystanku dla każdego z analizowanych czynników.

Wyniki analizy czasu dojazdu do przystanków

W wyniku analizy danych ankietowych uzyskano informację o 2669 podróżach zrealizowanych publicznym transportem zbiorowym, w przypadku których osoba ankietowana podała informację o tym, jaką odległość czasową pokonała z miejsca rozpoczęcia podróży do przystanku autobusowego, którą należy rozumieć jako deklarowany czas dojazdu do przystanku autobusowego. Na rysunkach 5a oraz 5b pokazano rozkład deklarowanego czasu dojazdu do przystanku.



Rys. 5. Rozkład czasu dojazdu do przystanku: a) interwał 1 [min], b) interwał 5 [min]

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie rysunku 5 można stwierdzić, że ponad 1800 pasażerów potrzebowało nie więcej niż 5 minut na dotarcie do przystanku autobusowego (około 67% wszystkich obserwacji).

Analizując wykres zamieszczony na rysunku 5a, można z kolei zauważyć, że pasażerowie najczęściej deklarowali, że czas dojazdu do przystanku wynosi 5 minut. Drugą najczęściej podawaną odpowiedzią było 10 minut. Po przekroczeniu granicy 10 minut kolejne najczęściej podawane odpowiedzi występują regularnie co 5 minut (15 minut, 20 minut, 25 minut, 30 minut). Wydaje się więc, że osoby ankietowane w pewien sposób upraszczały odpowiedź, zaokrąglając ją do pełnych 5 minut. W przypadku krótszych czasów dojazdu, tj. poniżej 10 minut, tendencja ta jest mniej widoczna, ale znacząco większa liczba odpowiedzi „5 minut” może sugerować, że przy krótszych czasach dojazdu pasażerowie mają skłonność do zaokrąglania rzeczywistej wartości. W tabeli 1 zamieszczono podstawowe statystyki opisowe dla całej próby (2669 podróży).

Tabela 1

Wartości statystyk opisowych czasu dojazdu do przystanku dla całej próby							
Średnia [min]	Mediana [min]	Moda [min]	Odchylenie standardowe [min]	Współczynnik zmienności [%]	Współczynnik asymetrii [-]	Kurtoza [-]	
6,42	5	5	4,63	72,19	2,13	7,55	

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie danych z tabeli 1 można zauważyć, że analizowane dane charakteryzują się wysokim poziomem zmienności. Współczynnik asymetrii jest zgodny z kształtem rozkładów pokazanych na rysunku 5 i wskazuje na skrajną prawostronną asymetrię.

Pierwszym badanym czynnikiem charakteryzującym podróż była motywacja podróży, dla której wyróżniono cztery zagregowane łańcuchy podróży: dom – praca – dom (D-P-D), dom – nauka – dom (D-N-D), dom – inne – dom (D-I-D) oraz podróże niezwiązane z domem (NZD). W tabeli 2 pokazano wyniki obliczeń podstawowych statystyk opisowych deklarowanego czasu dojazdu do przystanku, dla każdej zagregowanej motywacji.

Tabela 2

Wartości statystyk opisowych czasu dojazdu do przystanku dla poszczególnych motywacji podróży							
Motywacja podróży	Średnia [min]	Mediana [min]	Moda [min]	Odchylenie standardowe [min]	Współczynnik zmienności [%]	Współczynnik asymetrii [-]	Kurtoza [-]
D-P-D	6,37	5	5	4,48	70,28	1,88	5,82
D-N-D	6,10	5	5	3,96	64,92	1,35	1,83
D-I-D	6,61	5	5	4,92	74,52	2,36	8,90
NZD	5,60	5	5	4,11	73,43	1,59	2,85

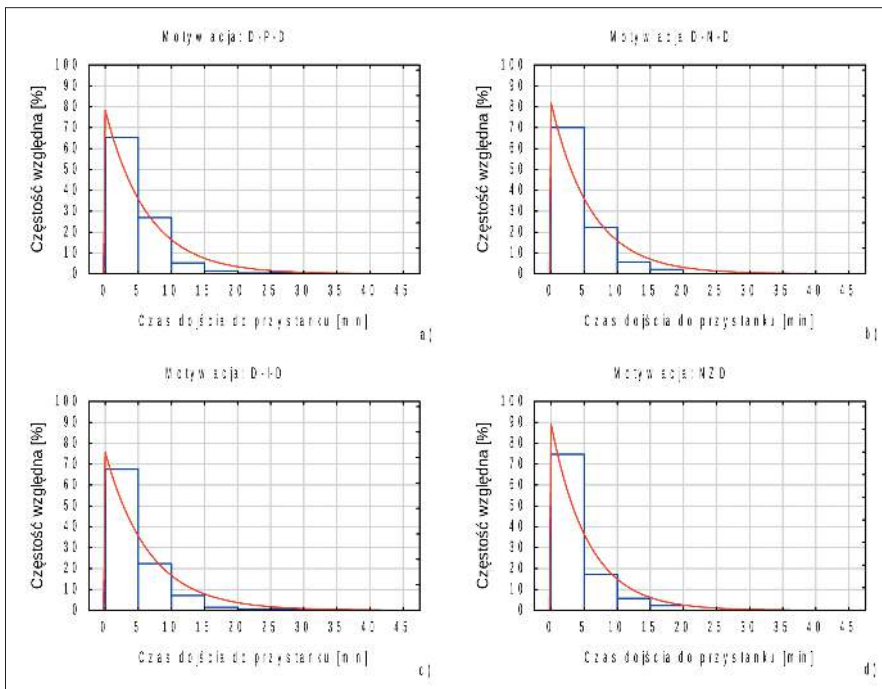
Źródło: opracowanie własne

Na podstawie danych w tabeli 2 można zauważyć, że wartości średnie dla poszczególnych motywacji podróży są bardzo zbliżone do siebie i jedynie w przypadku podróży niezwiązanych z domem średni czas dojazdu do przystanku wynosi poniżej 6 minut. Mediana oraz moda dla poszczególnych wartości motywacji są takie same.

Uwagę zwracają wysokie wartości odchylenia standardowego badanej zmiennej oraz współczynnika zmienności. Na podstawie tej ostatniej miary można zauważyć, że czas dojazdu do przystanku podlega dużej zmienności, a średnia może nie być najlepszym parametrem do opisu tej zmiennej. Współczynnik asymetrii wskazuje na prawostronną asymetrię, a wartości kurtozy na umiarkowane lub silne skoncentrowanie wartości wokół wartości średniej.

Na rysunku 6 przedstawiono histogramy częstości względnych dla poszczególnych motywacji podróży. Można zauważyć, że wszystkie rozkłady deklarowanego czasu dojazdu do przystanku przypominają swoim kształtem rozkład wykładniczy. Ponadto, jak wynika z histogramów, w przypadku każdej motywacji około 70% podróży przeznaczonych na dojazd do przystanku autobusowego nie więcej niż 5 minut.

Kolejnym czynnikiem poddanym analizie był moment rozpoczęcia podróży. W przypadku tego czynnika wyróżniono pięć przedziałów, w których mieszczą się jego wartości: dwa z nich odpowiadały podróżom rozpoczynanym w szczyt komunikacyjny, a trzy podróżom rozpoczynanym w okresach pozaszczytowych. W tabeli 3 przedstawiono wyniki obliczeń podstawowych statystyk opisowych deklarowanego czasu dojazdu do przystanku dla poszczególnych przedziałów rozpoczęcia podróży.



Rys. 6. Rozkład czasu dojazdu do przystanku, dla zagregowanych motywacji podróży
Źródło: opracowanie własne

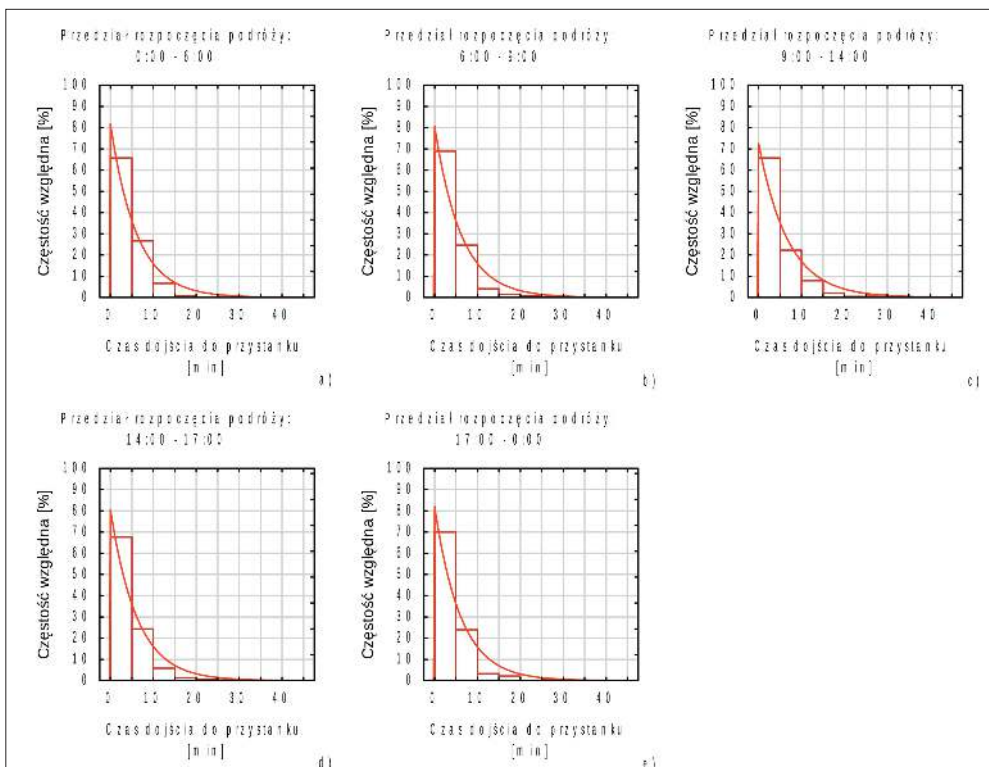
Tabela 3

Wartości statystyk opisowych czasu dojazdu do przystanku dla przedziałów rozpoczęcia podróży							
Przedział rozpoczęcia podróży	Średnia [min]	Mediana [min]	Moda [min]	Odchylenie standardowe [min]	Współczynnik zmienności [%]	Współczynnik asymetrii [-]	Kurtosis [-]
<0:00 – 6:00)	6,11	5	5	3,90	63,77	0,97	0,75
<6:00 – 9:00)	6,18	5	5	4,13	66,86	1,90	5,83
<9:00 – 14:00)	6,88	5	5	5,31	77,20	2,33	8,09
<14:00 – 17:00)	6,20	5	5	4,30	69,35	1,60	4,12
<17:00 – 0:00)	6,09	5	5	4,30	70,61	2,15	7,48

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie danych zawartych w tabeli 3 można stwierdzić, że średni deklarowany czas dojazdu do przystanku autobusowego zawiera się w przedziale od 6 do 7 minut dla wszystkich przedziałów rozpoczęcia podróży. Podobnie jak w przypadku motywacji podróży, również dla momentu rozpoczęcia podróży badana zmienna charakteryzuje się bardzo wysokimi wartościami współczynnika zmienności, prawostronną asymetrią i przeważnie wysokim poziomem koncentracji wokół wartości średniej.

Na rysunku 7 zamieszczono histogramy częstości względnych dla poszczególnych przedziałów, obejmujących momenty rozpoczęcia podróży.



Rys. 7. Rozkład czasu dojazdu do przystanku, dla analizowanych przedziałów rozpoczęcia podróży
Źródło: opracowanie własne

Jak wynika z rysunku 7, wykresy częstości względnych są bardzo zbliżone do siebie dla poszczególnych przedziałów rozpoczęcia podróży. Podobnie jak w przypadku motywacji podróży, około 70% podróżnych przeznaczyło nie więcej niż 5 minut na dojazd do przystanku, niezależnie od momentu rozpoczęcia podróży.

Ostatnim analizowanym czynnikiem był czas trwania podróży. W tym przypadku wyróżniono sześć przedziałów 15-minutowych. W tabeli 4 pokazano wyniki obliczeń podstawowych statystyk opisowych deklarowanego czasu dojazdu do przystanku dla poszczególnych przedziałów czasu podróży.

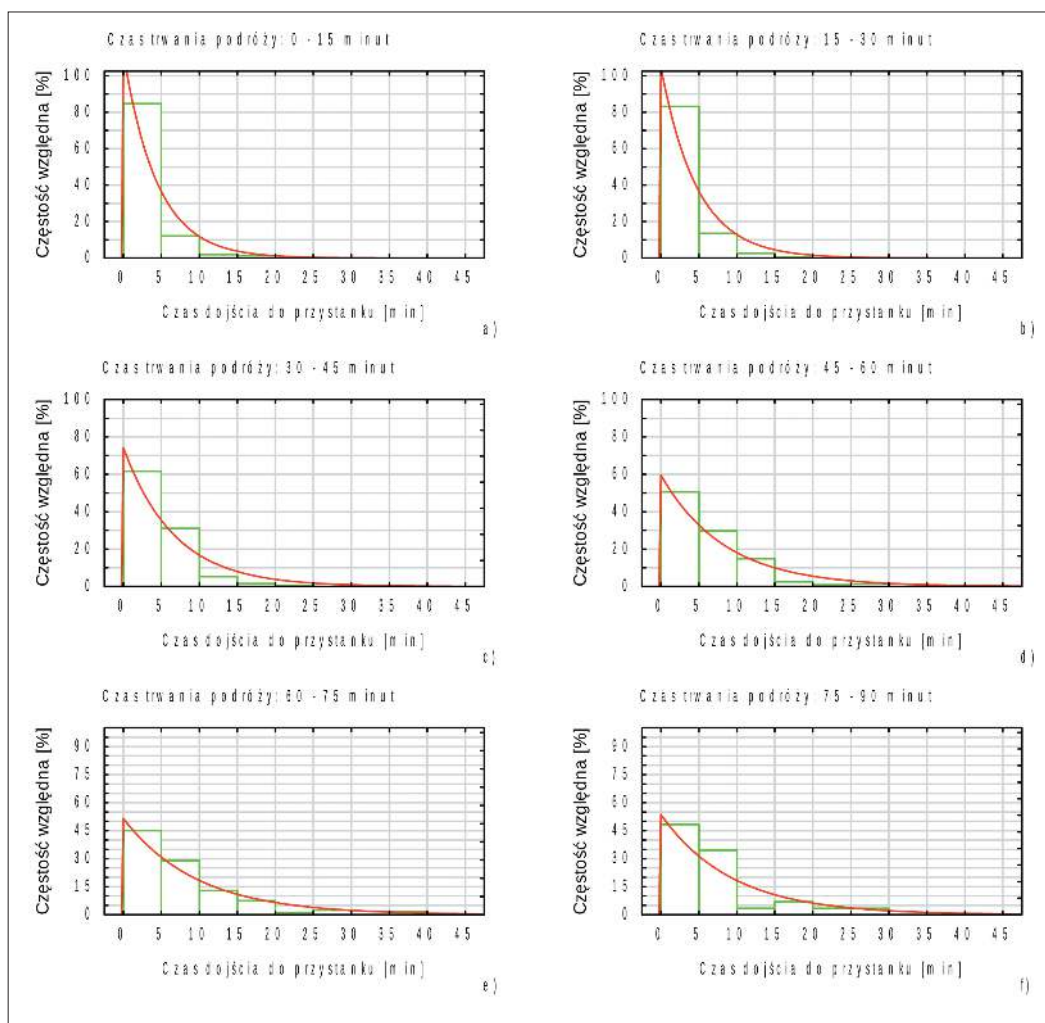
Tabela 4

Wartości statystyk opisowych czasu dojazdu do przystanku dla poszczególnych przedziałów czasu podróży							
Czas trwania podróży [min]	Średnia [min]	Mediana [min]	Moda [min]	Odczylenie standardowe [min]	Współczynnik zmienności [%]	Współczynnik asymetrii [-]	Kurtosis [-]
0 – 15	4,44	5	5	3,28	73,72	2,06	6,29
15 – 30	4,77	5	5	3,11	65,25	1,95	7,83
30 – 45	6,72	5	5	3,93	58,37	1,33	2,76
45 – 60	8,38	5	5	5,32	63,41	1,39	2,75
60 – 75	9,70	10	5	7,65	78,90	1,70	3,67
75 – 90	9,31	7	5	6,77	72,74	1,67	2,57

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie danych zawartych w tabeli 4 można zauważyć, że występują znaczne różnice w średniej wartości deklarowanego czasu dojazdu do przystanku, w zależności od długości czasu trwania podróży. Dla podróży najkrótszych średni czas dojazdu wynosi mniej niż 5 minut, podczas gdy dla podróży trwających ponad 60 minut pasażerowie szli do przystanku ok. 10 minut. Podobnie jak w przypadku dwóch pozostałych czynników wpływu, również w przypadku czasu podróży badana zmienna charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością, silną prawostronną asymetrią oraz wysokim poziomem koncentracji wartości wokół wartości średniej.

Na rysunku 8 przedstawiono histogramy częstości względnych dla poszczególnych przedziałów czasu podróży, zgodnie z którymi rozkład deklarowanego czasu dojazdu do przystanku różni się w zależności od czasu trwania podróży. W przypadku podróży krótkich, do 15 minut, ponad 80% podróżnych przeznaczyło na dojazd do przystanku nie więcej niż 5 minut. Z kolei w przypadku podróży trwających ponad godzinę taką samą odległość czasową pokonało mniej niż 50% osób ankietowanych. W przypadku podróży trwających ponad 60 minut obserwuje się również znacznie większy udział dojeżdżających do przystanków trwających ponad 15 minut – nawet do około 30–40 minut.



Rys. 8. Rozkład czasu dojazdu do przystanku, dla przedziałów czasu trwania podróży
Źródło: opracowanie własne

Kolejnym krokiem analizy było wykonanie testu Kruskala-Wallisa. Wyniki, uzyskane za pomocą programu „Statistica”, zostały zaprezentowane w tabeli 5.

Tabela 5

Wyniki testu Kruskala-Wallisa dla analizowanych czynników charakteryzujących podróże					
Czynniki analizy czasu dojścia do przystanków publicznego transportu zbiorowego					
motywacja podróży		godz. rozpoczęcia podróży		czas trwania podróży	
motywacja podróży	średnia ranga [-]	przedział rozpoczęcia podróży	średnia ranga [-]	przedział czasu podróży [min]	średnia ranga [-]
D-P-D	1 309,381	<0:00 – 6:00	1 285,000	0–15	906,261
D-N-D	1 275,198	<6:00 – 9:00	1 300,777	15–30	1 014,369
D-I-D	1 332,809	<9:00 – 14:00	1 367,738	30–45	1 408,959
NZD	1 163,063	<14:00-17:00	1 288,954	45–60	1 599,493
		<17:00 – 0:00	1 279,118	60–75	1 624,364
			75–90	1 653,345	
p = 0,1205		p = 0,1493		p = 0,0000	

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że tylko w przypadku czasu podróży występuje statystycznie istotne zróżnicowanie wartości deklarowanego czasu dojścia do przystanku. Wyniki testu Kruskala-Wallisa potwierdzają wyniki analiz statystyk opisowych: wartości średniej i mediany.

Podsumowanie

Głównym celem badania była odpowiedź na pytanie, jakie czynniki związane z podróżą mają wpływ na odległość czasową, jaką pasażerowie pokonują z miejsca rozpoczęcia podróży do przystanków publicznego transportu zbiorowego. Aby zrealizować postawiony cel, dokonano analizy wyników badań ankietowych dotyczących zachowań komunikacyjnych mieszkańców Bielska-Białej. Osoby ankietowane deklarowały m.in. czas dojścia do przystanku, motywację podróży, moment rozpoczęcia podróży, a także moment jej zakończenia.

Jako czynniki charakteryzujące podróż, które potencjalnie mogą wpływać na czas dojścia pasażera do przystanku, przyjęto motywację podróży, moment rozpoczęcia podróży oraz czas trwania podróży. W celu ustalenia, które z tych czynników rzeczywiście wpływają na badaną zmienną (czas dojścia do przystanku), przeprowadzono analizę statystyczną, polegającą na analizie wybranych statystyk opisowych oraz wyników testu Kruskala-Wallisa.

Uzyskane wyniki wskazują, że spośród badanych czynników charakteryzujących podróż jedynie czas podróży ma wpływ na deklarowany przez pasażera czas dojścia do przystanku. Można stwierdzić, że im dłuższa podróż realizowana przez pasażerów, tym dłuższą drogę są oni w stanie pokonać, idąc do przystanku autobusowego, z którego rozpoczynają podróż. Pozostałe czynniki, tj. „motywacja podróży” oraz „godzina rozpoczęcia podróży” wydają się nie mieć wpływu na czas dojścia pasażera do przystanku.

Literatura

- Favre B., *Introduction to sustainable transport*, ISTE, 2014.
- Kos B., Krawczyk G., Tomanek R., *Modelowanie mobilności w miastach*, Uniwersytet Ekonomiczny, Katowice 2018.
- Nosal K., Starowicz W., *Wybrane zagadnienia zarządzania mobilnością*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2010, nr 3.
- Banister D., *The trilogy of distance, speed and time*, Journal of Transport Geography, 2011, nr 4.

- Karoń G., Żochowska R., Sobota A., Soczówka P., *Kształtowanie zrównoważonej mobilności w obszarach miejskich w ujęciu procesowym*, „Annały Inżynierii Ruchu i Planowania Transportu”, 2019, tom 3.
- Gołębiowski P., Jacyna-Golda I., Jachimowski R., Lewczuk K., Kłodawski M., Szczepański E., *Wybrane aspekty kształtowania zrównoważonego systemu transportowego*, „Logistyka”, 2014, nr 3.
- Hall C.M., Le-Klahn D-T., Ram Y., *Tourism, public transport and sustainable mobility*, Channel View Publications, 2017.
- Żochowska R., Karoń G., *Model kształtowania mobilności miejskiej w ujęciu systemowo-funkcjonalnym*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria TRANSPORT z. 120, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2018.
- Kruszyna M., *Wyzwania dla Polityk Mobilności, czyli dokumentów rozwijających dotychczasowe Polityki Transportowe*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2014, nr 8.
- Wyszomirski O., *Transport miejski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016.
- Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Kraków 2007.
- Kucharski R., Bauer M., Kulpa T., Szarata A., *Modelowanie wyboru środka transportu – porównanie regresji logistycznej i logitowego modelu wyboru dyskretnego*, X Poznańska Konferencja Naukowo-Techniczna, 2015.
- Sobota A., Karoń G., Janecki R., Żochowska R. i in. – *Zintegrowany System Zarządzania Transportem na obszarze Miasta Bielska-Białej – etap 1 Wykonanie modelu ruchu dla miasta Bielsko-Biała*. Praca NB-148/RT5/2014. Politechnika Śląska, Wydział Transportu, 2015.
- Rodriguez-Gonzalez M.B., Agüero-Valverde J., *Walking distances from home to bus stops in San José, Costa Rica: real, perceived, and stated-preference distances*, Advances in Transportation Studies, 2017, nr 43.
- Transit capacity and quality of service manual, third edition*, Transportation Research Board, 2013.
- Wibowo S.S., Olszewski P., *Modeling walking accessibility to public transport terminals: case study of Singapore mass rapid transit*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2005, nr 6.
- Estupinan N., Rodriguez D., *The relationship between urban form and station boardings for Bogota's BRT*, Transportation Research Part A, 2008, nr 42.
- Dill J., Schlossberg M., Ma L., Meyer C., *Predicting transit ridership at the stop level: the role of service and urban form*, TRB 2013 Annual Meeting, 2013.
- Kerkmann K., Martens K., Meurs H., *Factors influencing bus-stop level ridership in the Arnhem Nijmegen City Region*, TRAIL Research School, 2014.
- Cervero R., Murakami J., Miller M., *Direct ridership model of bus rapid transit in Los Angeles County*, UC Berkeley Center for Future Urban Transport, 2009.
- Ceder A., *Public transit planning and operation*, CRC Press, 2016.
- Burian J., Zajickova L., Ivan I., Macku K., *Attitudes and motivation to use public or individual transport: a case study of two middle-sized cities*, Social Sciences, 2018, nr 7(83).
- Faron A., *Wpływ dostępności pieszej oraz lokalizacji przystanku kolejowego na jego potencjał pasażerski*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2018, nr 5.
- Burke M., Brown A.L., *Distances people walk for transport*, Road & Transport Research, 2007, nr 16(3).
- Olszewski P., Wibowo S.S., *Using equivalent walking distance to assess pedestrian accessibility to transit stations in Singapore*, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2005, nr 1927.
- Daniels R., Mulley C., *Explaining walking distance to public transport: the dominance of public transport supply*, Journal of Transport and Land Use, 2013, nr 6(2).
- Ivan I., Horak J., Zajickova L., Burian J., Fojtik D., *Factors influencing walking distance to the preferred public transport stop in selected urban centres of Czechia*, GeoScape, 2019, nr 13(1).

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych na przykładzie obszaru GZM – ujęcie wielokryterialne¹

ADRIAN BARCHAŃSKI

mgr inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 59, e-mail: adrian.barchanski@polsl.pl

RENATA ŻOCHOWSKA

dr hab. inż., prof. PŚ, Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 21, e-mail: renata.zochowska@polsl.pl

MARCIN JACEK KŁOS

dr inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 15, e-mail: marcin.j.klos@polsl.pl

PIOTR SOCZÓWKA

mgr inż., Politechnika Śląska, Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej, Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, ul. Krasińskiego 8, 40-019 Katowice, tel. +48 603 41 59, e-mail: piotr.soczowka@polsl.pl

Streszczenie: Węzły przesiadkowe są kluczowymi elementami nowoczesnego systemu publicznego transportu zbiorowego, które silnie oddziałują na jakość życia mieszkańców w obszarach zurbanizowanych. W dużym stopniu wpływają one na atrakcyjność całego systemu komunikacji zbiorowej, który, aby konkurować o podróży, musi być sprawny i efektywny. Ważne jest również dążenie do zmniejszania uciążliwości związanych ze zmianą środka transportu. Właściwie zaprojektowane węzły przesiadkowe mogą przyczynić się do zmniejszenia liczby podróży realizowanych transportem indywidualnym, ograniczając dzięki temu zatłoczenie i hałas komunikacyjny oraz zwiększając tym samym atrakcyjność oferty transportu publicznego. W literaturze przyjmowane są zróżnicowane kryteria i sposoby klasyfikacji węzłów przesiadkowych. Brak jest natomiast dokładnych informacji o wymaganym lub istniejącym obecnie poziomie dostępności i spójności, odrębnie dla każdego z typów tych węzłów w skali konurbacji, której przykładem jest Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (GZM). Koniecznym staje się zatem uporządkowanie klasyfikacji oraz przeprowadzenie ujednoczonej analizy stopnia atrakcyjności poszczególnych kategorii węzłów przesiadkowych zlokalizowanych na określonym obszarze. Podstawą przyjętej w artykule klasyfikacji jest układ linii komunikacyjnych publicznego transportu zbiorowego, występujące podsystemy transportu publicznego oraz lokalizacja analizowanego obiektu w układzie przestrzennym GZM. Zaproponowany sposób klasyfikacji umożliwia określenie aktualnego stopnia spójności i integracji systemów publicznego transportu zbiorowego w węzłach przesiadkowych zróżnicowanych typów oraz uporządkowanie zasad ich lokalizacji i kształtowania w odniesieniu do struktury przestrzennej miasta.

Słowa kluczowe: węzły przesiadkowe, publiczny transport zbiorowy, integracja, stacje kolejowe.

Wprowadzenie

Rosnący rozmiar kongestii w obszarach miejskich potęgowany suburbanizacją wpływa negatywnie na warunki podróży. Istniejącego stanu rzeczy ani niekorzystnych tendencji nie można powstrzymać bez podjęcia systemowych działań strategicznych w skali całego obszaru powiązanego

funkcjonalnie [1, 2, 3, 4, 5]. Kluczowym elementem zmian jest dążenie do zwiększenia udziału podróży realizowanych z wykorzystaniem nowoczesnego, zintegrowanego transportu publicznego [1, 2, 4, 6, 7, 8]. Elementem tych działań jest planowanie przyjaznych pasażerom węzłów przesiadkowych jako jednego z działań zrównoważonej mobilności zawierającej w sobie intermodalność [1, 2, 4, 6, 8, 9].

Krótki czas trwania podróży w obszarach miejskich jest jednym z najważniejszych postulatów transportowych. Związany jest on ściśle z organizacją systemu transportu publicznego [1, 4, 10, 11, 12, 13]. Rosnące wymagania wobec częstotliwości kursowania pojazdów transportu publicznego nie mogą zostać zrealizowane z użyciem połączeń bezpośrednich. Związane jest to z rosnącą ruchliwością mieszkańców oraz z równomiernym rozmieszczeniem miejsc generacji i absorpcji podróży [1, 8, 10, 13].

Efektywność przemieszczania podróży w celu zapewnienia sprawnej realizacji podróży typu *door-to-door* zależy w znacznej mierze od organizacji, dostępności i struktury węzłów przesiadkowych. Poprawnie zaprojektowane węzły przesiadkowe umożliwiają równomierne wykorzystanie wszystkich podsystemów transportu publicznego [1, 5, 10, 11]. Publikacje wskazują, że dotychczas węzły te były słabym punktem systemu transportu publicznego [6, 14], nie dostrzegano ich kluczowej, wieloaspektowej roli, podczas gdy mogą one podnosić jego atrakcyjność, jeśli będą właściwie zaprojektowane i optymalnie wykorzystane [6, 11, 14, 15, 16].

W artykule przedstawiono metodę klasyfikacji węzłów przesiadkowych oraz przykład jej zastosowania na terenie Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Opracowana metoda klasyfikuje węzły przesiadkowe na podstawie atrakcyjności związanej z dostępnością i integracją, uwzględniając zarówno podsystem transportu miejskiego, jak i kolejowego. Rozdział drugi zawiera opis dotychczasowego stanu zagadnienia w tym zakresie. W kolejnym przedstawiono zaproponowaną metodę. Rozdział czwarty zawiera wyniki dla studium przypadku. Ostatnia część artykułu obejmuje podsumowanie oraz potencjalne kierunki dalszych badań.

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Procentowy udział wkładu autorów w publikację: A. Barchański 25%, R. Żochowska 25%, M. J. Kłos 25%, P. Soczówka 25%.

Sposoby klasyfikacji węzłów przesiadkowych

Pojęcie węzła przesiadkowego traktowane jest różnorodnie w literaturze. Zasadniczo można go rozumieć jako zbiór przystanków różnych środków transportu, obiektów pomocniczych i segmentów międzyprzystankowych [17]. Wskazana budowla powinna być zaprojektowana w konkretnym celu, jakim jest realizacja przesiadek przez pasażera w trakcie podróży [18]. Węzeł przesiadkowy powinien zapewniać sprawną i wygodną zmianę środka transportu zarówno między niskopojemnym (samochód, rower, autobus) a wysokopojemnym (tramwaj, kolej, metro) taborem, jak i pomiędzy środkami o podobnej pojemności [3, 11]. W literaturze analizowano również zalecenia dotyczące liczby linii komunikacyjnych zbiegających się w węzle przesiadkowym [3, 12, 13]. Jako minimalną wartość wskazano występowanie co najmniej dwóch [14] lub trzech [19] linii zbiegających lub przecinających się, umożliwiających przesiadanie się.

W literaturze występują zróżnicowane podejścia do podziału węzłów przesiadkowych. Najogólniejszy podział węzłów to klasyfikacja na węzły jednorodne i mieszane na podstawie liczby występujących podsystemów transportu publicznego [19]. Sposób klasyfikacji węzłów, który można zastosować do systemów transportu publicznego funkcjonujących w poszczególnych miastach na całym świecie, jest podziałem bazującym na układzie i rodzaju linii zbiegających się w węzle. Zaproponowany w [16] podział wprowadza cztery kategorie węzłów: na skrzyżowaniu tras (wymagające zwykle więcej niż jednego przystanku), z przeplataniem tras, przy zakończeniach linii (gdzie mogą spotykać się linie transportu publicznego różnego szczebla) oraz dworce autobusowe będące grupą obiektów najbardziej rozbudowanych ze względu na liczbę i charakter obsługujących linii. Wskazany podział może nie być rozłączny. Inny sposób klasyfikacji zaproponowany w [16] uwzględnia lokalizację węzła w układzie przestrzennym miasta, wyróżniając cztery grupy: zewnętrzne (P & R [20, 21, 22]), główne na granicy obszaru centrum, wspomagające oraz związane z koleją. Podstawową wadą tego podziału jest ograniczenie możliwości zastosowania wyłącznie do miast i aglomeracji monocentrycznych.

Węzły mogą być klasyfikowane w oparciu o zbiór cech charakteryzujących każdy obiekt w ramach spójnych wewnętrznie grup. Wskazane podejście zastosowano w [6], dzieląc węzły na podstawie rodzajów podsystemów transportu obsługujących węzeł, motywacji podróży oraz charakterystyki obszaru, w którym znajduje się węzeł. Wyróżniono następnie pięć grup obiektów: terminale międzymiastowe, węzły tranzytowe, węzły przesiadkowe, obiekty typu P & R oraz przystanki zintegrowane. Przegląd dokumentów strategicznych rozwoju transportu w aglomeracji poznańskiej dokonany w [3] wskazuje podział węzłów przesiadkowych na główne i typów B & R oraz P & R. Wchodzące w skład tych węzłów stacje kolejowe podzielone zostały na pięć kategorii ze względu na rodzaj obsługujących połączeń kolejowych: I – wszystkich typów, II – wszystkich poza międzynarodowymi i EIC, III – pociągi typów: TLK, IR, ekspres regionalny i regionalny metropolitalny, IV – pociągi typów: ekspres regio-

nalny, regionalny metropolitalny i V – pociągi regionalne i metropolitalne. W [15] zaproponowano jednopoziomową klasyfikację węzłów ze względu na lokalizację w układzie przestrzennym miasta na węzły centralne, obwodnicowe i peryferyjne. W żaden jednak sposób nie zdefiniowano kryteriów, warunków i zasad pozwalających na jednoznaczny przydział do kategorii.

Oprócz klasycznej klasyfikacji w odniesieniu do sieci drogowej, sieci transportu publicznego i zagospodarowania przestrzennego, w literaturze podjęto próby opracowania ujednoczonych zasad oceny funkcjonalności węzłów przesiadkowych. Zdefiniowano w tym celu zbiór kryteriów [16] oraz metody wskaźnikowe [4, 15, 19, 22]. Celem wskazanej oceny jest analiza następujących czynników: poprawności konstrukcji, dostosowania węzła do potrzeb użytkowników i jakości wyposażenia. W podejściu wieloaspektowym zamiast narzucania na wstępie sztywnej klasyfikacji, przeprowadzana jest jakościowo-ilościowa analiza w węzłach [23, 24]. Analizowane są następujące czynniki: zagospodarowanie przestrzenne otoczenia, dostępność węzła, integracja podsystemów transportu publicznego, liczba linii oraz wielkość potoków pasażerskich [12, 13, 23, 25]. Zakres zmienności został podzielony na pięć klas, a każdej z nich przydzielono wartość punktową. Ocena wynikowa badanego węzła jest sumą punktów otrzymanych na podstawie przydziału do klas dla poszczególnych czynników [23].

Zaproponowana w [14] analiza ilościowa węzłów przesiadkowych została przeprowadzona z uwzględnieniem czasów oczekiwania, częstotliwości kursowania, liczby linii, czasu i długości drogi przejścia oraz warunków przesiadania się oraz utrudnień w dostępności dla obszaru miejskiego aglomeracji monocentrycznej. Uzupełnienie zaproponowanej metody o ocenę postrzegania przez użytkowników przedstawiono w [26]. Wykorzystując badania marketingowe, oceniono węzły, biorąc pod uwagę trzy następujące elementy: oferowany komfort, estetykę i obecność personelu. W publikacji tej stwierdzono, że pierwszy z wymienionych czynników postrzegany jest przez użytkowników jako najistotniejszy. Obejmuje on analizę takich aspektów, jak warunki oczekiwania, możliwość aktywnego spędzenia czasu i wyposażenie węzła przesiadkowego w infrastrukturę ułatwiającą zmianę środka transportu.

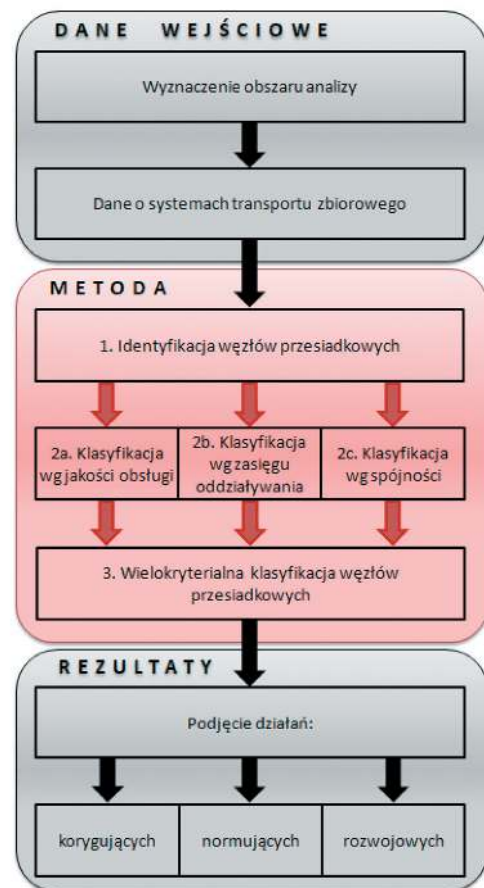
W literaturze, dla żadnego z proponowanych podziałów, nie zostały przeprowadzone kompleksowe analizy dotyczące liczby i rozmieszczenia przestrzennego węzłów przesiadkowych każdego z typów na wybranym obszarze funkcjonalnym (miasto, aglomeracja, gmina, powiat), obsługiwanym przez jednego organizatora. Zaproponowana w artykule metoda stanowi zatem inne podejście do problematyki klasyfikacji węzłów. Elementy analizy, które do tej pory stosowano indywidualnie, zostały ujęte w sposób spójny. W artykule przedstawiono metodę uniwersalną, którą można zastosować dla analizy całego obszaru, zarówno dla stanu istniejącego, jak i projektowanego. Podstawą klasyfikacji są miary ilościowe gwarantujące obiektywność oraz powtarzalność oceny. Dodatkowo przedstawiono przykład zastosowania opracowanej klasy-

fikacji dla obszaru GZM. Na podstawie wykonanego przeglądu literatury wybrano sposób podziału oraz typy węzłów wraz z kryteriami oceny.

Wielokryterialna klasyfikacja węzłów przesiadkowych

W związku z koniecznością zwiększenia atrakcyjności transportu publicznego dla poprawy warunków życia na obszarach miejskich poprzez ograniczenie kongestii wzrastać będzie rola węzłów przesiadkowych jako miejsc kształtujących dostępność komunikacji publicznej, łączących zadania transportowe z funkcjami usługowo-handlowymi. Zaproponowana metoda klasyfikacji węzłów przesiadkowych wymaga danych o sieci transportu publicznego i jego organizacji oraz informacji geoprzestrzennych. Wymienione dane umożliwiają ocenę potencjału sieci oraz analizę stanu obecnego i wskazanie kierunków potencjalnych działań. Metoda może być stosowana zarówno dla systemów istniejących, jak i projektowanych.

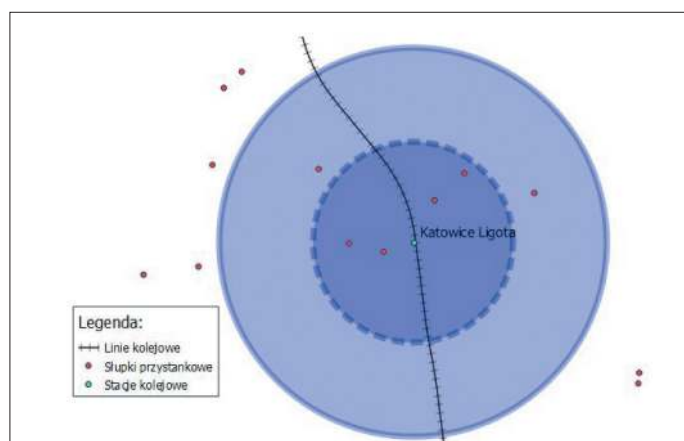
Podstawowym założeniem metody jest występowanie co najmniej dwóch podsystemów transportu publicznego. Ze względu na znaczącą rolę kolei w zapewnieniu zrównoważonej mobilności założono, że kolej będzie traktowana jako układ podstawowy, na bazie którego tworzony będzie zintegrowany system transportu miejskiego [27]. Zaproponowana metoda umożliwia także przyjęcie innego bazowego podsystemu transportu publicznego. Metoda obejmuje trzy podstawowe etapy działań, które przedstawiono na schemacie (rys. 1).



Rys. 1. Schemat proponowanej metody wielokryterialnej klasyfikacji węzłów przesiadkowych [opracowanie własne]

Przed rozpoczęciem analizy i klasyfikacji konieczne jest przygotowanie zbioru danych wejściowych. W pierwszej kolejności należy zdefiniować obszar analizy z jednoznacznie określonymi granicami. W kolejnym kroku należy uporządkować dane o sieciach podsystemów transportu publicznego dotyczące przebiegu tras i lokalizacji stanowisk przystankowych (zdefiniowane granice działania determinują skalę i rozmiar niezbędnych do zgromadzenia danych). Jednym z elementów danych wejściowych jest informacja o rozkładach jazdy i trasach dla wszystkich linii komunikacyjnych przebiegających przez analizowany obszar wraz z informacją o zasięgu ich oddziaływania.

Pierwszym etapem metody jest trójstopniowa identyfikacja węzłów przesiadkowych. Dla każdego przystanku kolejowego (lub innego bazowego systemu transportu publicznego) prowadzona jest analiza przestrzenna występowania stanowisk przystankowych innych podsystemów. Każde stanowisko przystankowe identyfikowane jest na podstawie występowania słupka przystankowego. W tym celu założono wytyczenie ekwidystant z otoczenia stacji kolejowej o promieniu 500 m (rys. 2). Zastosowano ponadto dodatkową, pomocniczą ekwidystantę 250 m.



Rys. 2. Granice otoczenia bliższego i dalszego przystanku podstawowego systemu transportu publicznego [opracowanie własne]

Na rysunku 2 przedstawiono w sposób graficzny proces identyfikacji stanowisk przystanków innych podsystemów transportu publicznego w zdefiniowanym otoczeniu przykładowej stacji kolejowej. Centralnym punktem dwóch wytyczonych współśrodkowych okręgów jest lokalizacja przestrzenna stacji kolejowej. Okrąg o linii przerywanej wyznacza granicę otoczenia bliższego, tj. ekwidystantę 250 m, natomiast o linii ciągłej – granicę zewnętrzną otoczenia dalszego, tj. ekwidystantę 500 m, znajdującego się między dwoma wskazanymi okręgami. Zaproponowane w metodzie wartości promienia wybrano na podstawie wyników badań przedstawionych w literaturze [23].

Do kolejnego kroku identyfikacji wybierane są tylko te stanowiska przystankowe, które znalazły się w wytyczonym obszarze. Dla każdego elementu z utworzonej bazy danych potencjalnych przystanków przesiadkowych bada się dostępność stacji kolejowej mierzoną drogą dojazdu. W tym celu zaproponowano zastosowanie informacji udostępnianych w ser-

wisach zawierających informację przestrzenną. Stanowiska przystankowe oddalone od peronu stacji o nie więcej niż 500 m (mierząc po sieci dróg pieszych) zostały zaliczone do zintegrowanego zespołu przystankowego, który będzie przedmiotem analiz w kroku 2 i 3 metody. Poza wybraniem zespołów przystanków do ich dalszego badania i klasyfikacji drogą eliminacji znajduwane są miejsca, w których brakuje integracji w aktualnym funkcjonowaniu systemu transportu publicznego. Przeprowadzenie w tym zakresie odrębnego przeglądu umożliwi określenie potencjału istniejących przystanków do rozwoju i poprawy integracji w przyszłości.

Etap drugi obejmuje przeprowadzenie niezależnych analiz dla każdego z kryteriów cząstkowych, a następnie opracowanie dla osobnej klasyfikacji, które zostały oznaczone jako 2a, 2b, 2c. Mogą być one wykonywane w dowolnej kolejności, także równocześnie jak pokazano na schemacie (rys. 1). Wyniki analiz będą wskazywały, które węzły wymagają działań korygujących w poszczególnych zakresach.

Klasyfikacja według jakości obsługi (2a) jest najbardziej ogólna. Brane są tutaj pod uwagę dwa kryteria klasyfikacji, tj. liczba występujących typów połączeń kolejowych oraz podsystemów transportu publicznego [3]. Podział został przedstawiony w tabelach 1 i 2.

Tabela 1

Klasyfikacja stacji i przystanków kolejowych ze względu na liczbę typów obsługiwanych połączeń kolejowych			
Lp.	Typ połączeń kolejowych	Liczba typów połączeń	Oznaczenia
1.	Wszystkie typy pociągów	2	IC, REG
2.	Tylko połączenia regionalne, aglomeracyjne	1	REG

Źródło: opracowanie własne

Tabela 2

Klasyfikacja zespołów przystankowych ze względu na liczbę obsługujących podsystemów transportu miejskiego		
Lp.	Liczba podsystemów	Podsystemy
1.	Co najmniej 2	Autobusowy (A), Tramwajowy (T), Trolejbusowy (Tr)
2.	Tylko 1	

Źródło: opracowanie własne

W proponowanej metodzie punktowej sposób obsługi przystanków potraktowano jednocześnie ze względu na dwie klasyfikacje, dzieląc węzły przesiadkowe na cztery kategorie. Sposób przydziału do grup został przedstawiony w tabeli 3.

Tabela 3

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych ze względu na liczbę podsystemów transportu		
Typ połączeń kolejowych	Liczba podsystemów transportu miejskiego	
	Co najmniej 2	Tylko 1
IC, REG	Kategoria 1 Węzły przesiadkowe znaczenia międzymiastowego, wojewódzkiego	Kategoria 2 Węzły przesiadkowe znaczenia międzymiastowego, wojewódzkiego lub regionalnego
REG	Kategoria 3 Węzły przesiadkowe znaczenia aglomeracyjnego	Kategoria 4 Węzły przesiadkowe znaczenia lokalnego

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 3, poza wskazaniem kategorii, autorzy na bazie literatury [2, 3, 14, 27] zaproponowali teoretyczny podział węzłów, który stanowić ma poziom odniesienia do uzyskiwanych, empirycznych wyników oceny węzłów w rzeczywistych systemach transportowych. Dla każdej z czterech kategorii wskazano nazwę, określającą również rolę, zadania oraz wyposażenie węzłów określonego typu i zasięg podróży, jakie mogą być z niego rozpoczynane. Węzły kategorii 1 są najbardziej rozbudowane. Dzięki dostępowi kolei IC zapewniają one połączenie z innymi regionami i miastami, a poprzez występowanie kilku systemów transportu miejskiego, dużą liczbę linii i wysoką częstotliwość kursowania, zapewniają bezpośredni dostęp do znacznej części obszaru aglomeracji. Węzły te zwykle są zlokalizowane w centralnych dzielnicach największych ośrodków, zapewniają szeroki zbiór usług dodatkowych i pomocniczych oraz są wyposażone w wiele urządzeń przydatnych podróżnym. Węzły kategorii 2 spełniają rolę regionalną, zlokalizowane są w ważnych ośrodkach. Są one istotne dla systemu publicznego transportu zbiorowego. Pasażerowie mogą przesiadać się pomiędzy różnymi środkami i liniami transportu miejskiego. Kategoria 3 to węzły obejmujące swoim zasięgiem kilka powiatów (głównie sąsiednich), umożliwiają dostępność połączeń do centralnych lokalizacji wielu jednostek tworzących aglomerację. Węzły kategorii 4 umożliwiają podróże wewnątrz gminy, zapewniają połączenia z centralnymi punktami sąsiednich gmin, największą dostępność oraz możliwość bezpośredniej podróży do wszystkich dzielnic, części i rejonów gminy. Podział ten pozostaje zgodny z klasyfikacją przedstawioną w literaturze [23].

Drugim kryterium klasyfikacji stosowanym w grupie oceny poziomu jakości jest analiza łącznej liczby kursów podsystemów transportu miejskiego (A, T, Tr) realizowanych w ciągu dnia roboczego. Wartości graniczne przedziałów zostały zamieszczone w tabeli 4.

Tabela 4

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych ze względu na liczbę kursów w węźle w dniu roboczym		
Lp.	Liczba kursów	Kategoria węzła
1.	>1050	1
2.	(750;1050>	2
3.	(350;750>	3
4.	<0;350>	4

Źródło: opracowanie własne

Im większa częstotliwość kursowania pojazdów transportu miejskiego, tym wyższa powinna być kategoria węzła.

Etap 2b obejmuje klasyfikację węzłów ze względu na zasięg, jaki zapewniają linie transportu miejskiego. W zaproponowanej metodzie zasięg ten jest mierzony średnią liczbą stref pokonywanych przez linie korzystające z danego węzła. Są to strefy związane z taryfą biletową, które często pokrywają się z podziałem administracyjnym gmin lub powiatów i dla takich zakresów wyznaczono wartości graniczne pozwalające na klasyfikację węzłów przedstawioną w tabeli 5.

Tabela 5

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych ze względu na średnią liczbę stref pokonywanych przez linie obsługujące węzeł		
Lp.	Średnia liczba stref	Kategoria węzła
1.	>2,2	1
2.	(1,8;2,2>	2
3.	(1,4;1,8>	3
4.	<1,1,4>	4

Źródło: opracowanie własne

Im więcej stref pokonują korzystające z niego linie transportu miejskiego, tym wyższa jest kategoria węzła. Jest to zgodne z przyjętym na etapie 2a założeniem o roli poszczególnych typów węzłów w układzie przestrzennym aglomeracji.

Etap 2c obejmuje ostatnią analizę opartą na kryterium cząstkowym. W tym przypadku klasyfikacja dokonywana jest w oparciu o wskaźnik spójności węzła o interpretacji średniej liczby linii odjeżdżających z pojedynczego stanowiska wyznaczany jako:

$$W_{sw} = \frac{n_L}{(n_{SP})_{R \rightarrow 500m}} \quad [-] \quad (1)$$

gdzie:

W_{sw} – wskaźnik spójności węzła [-],

n_L – łączna liczba linii komunikacyjnych transportu miejskiego, które obsługują stanowiska przystankowe wchodzące w skład węzła przesiadkowego (zidentyfikowanego w etapie 1 metody), przy czym każdy numer linii uwzględniany jest tylko raz [szt.],

$(n_{SP})_{R \rightarrow 500m}$ – liczba stanowisk przystankowych (wyznaczonych na etapie 1. metody) należących do sąsiedztwa stacji kolejowej ograniczonego ekwidystantą 500 m [szt.].

Wartości graniczne wskaźnika spójności węzła przesiadkowego przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych ze względu na spójność węzła		
Lp.	Wskaźnik spójności węzła	Kategoria węzła
1.	> 2,25	1
2.	(1,5;2,25>	2
3.	(0,75;1,5>	3
4.	≤ 0,75	4

Źródło: opracowanie własne

Im więcej linii korzysta z danego przystanku, tym struktura węzła jest prostsza, bardziej przejrzysta i zrozumiała dla podróżnych. Zwiększa to atrakcyjność transportu publicznego, zmniejsza powierzchnię węzła, długość dróg pokonywanych pieszo i ułatwia synchronizację rozkładów jazdy. Tej klasyfikacji nie można wprost łączyć z przedstawioną na etapie 2a, gdyż należy uwzględnić wpływ warunków terenowych, co oznacza, że im większy węzeł, tym większa liczba linii powinna go obsługiwać. Koniecznym będzie więc zapewnienie wystarczającej liczby stanowisk

przystankowych. Postuluje się jak największą spójność wszystkich typów węzłów [4, 15, 16, 22]. Ważne, aby przystanki były zlokalizowane możliwie blisko stacji kolejowej.

Ostatnim, trzecim etapem proponowanej metody jest klasyfikacja węzłów oparta na kryterium globalnym, uwzględniająca wyniki uzyskane podczas realizacji etapu drugiego. Problem opracowania zintegrowanego systemu transportu miejskiego jest bardzo złożony i wieloaspektowy. W związku z tym, aby zwiększyć jego atrakcyjność i zmienić udział podróży realizowanych transportem publicznym, węzły przesiadkowe jako kluczowe elementy całego systemu muszą spełniać wysokie oczekiwania użytkowników. Dlatego ważne jest globalne spojrzenie na sumaryczną liczbę punktów, jaką otrzymał każdy z węzłów, aby móc zidentyfikować obszary wymagające poprawy. Trzeba również podkreślić, że każde z kryteriów badanych na etapie 2 może być w inny sposób postrzegane przez podróżnych. Na podstawie literatury [23] wybrano wagi istotności dla poszczególnych kryteriów, które przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Zestawienie wag dla każdego z kryterium cząstkowego		
Lp.	Kryterium	Waga
1.	Liczba dostępnych systemów transportu publicznego	0,6
2.	Liczba kursów	0,5
3.	Zasięg obsługi obszaru przez linie korzystające z węzła	0,4
4.	Spójność węzła	0,5

Źródło: opracowanie własne

Klasyfikacja wykorzystuje ocenę punktową, bazując na przeprowadzonych wcześniej, opartych na kryterium cząstkowym, klasyfikacjach węzłów. Każdy węzeł otrzymuje odpowiednią liczbę punktów (0, 5, 10 lub 15) w zależności od kategorii, do jakiej został przyporządkowany na etapie 2 metody, a ostateczna, sumaryczna ocena węzła jest sumą liczby punktów przyznanej w każdej z czterech klasyfikacji, ważoną istotnością danego aspektu z punktu widzenia użytkowników. W tabeli 8 zestawiono punkty, które przyznano poszczególnym kategoriom węzłów według każdego z kryterium cząstkowego, natomiast w tabeli 9 zamieszczono informacje o przedziale wartości sumarycznej oceny, jakie pozwalają łącznie, w oparciu o zbiór zdefiniowanych kryteriów cząstkowych, przydzielić poszczególne węzły do kategorii.

Porównanie uzyskanej klasyfikacji na bazie wyników badania obiektów rzeczywistych z teoretycznym podziałem pozwala na podjęcie szeregu działań. Działania korygujące obejmują zmianę sposobu obsługi węzła przez transport

Tabela 8

Liczba punktów przyznawana za przydział węzła do kategorii		
Lp.	Kategoria węzła wg kryterium cząstkowych	Liczba punktów
1.	1	15
2.	2	10
3.	3	5
4.	4	0

Źródło: opracowanie własne

Tabela 9

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych ze względu na wynikową ocenę uzyskaną w czterech kategoriach		
Lp.	Sumaryczna ocena węzła	Kategoria węzła
1.	<24;30>	1
2.	<16;24)	2
3.	<8;16)	3
4.	<0;8)	4

Źródło: opracowanie własne

publiczny (zmiana częstotliwości kursowania, tras i zasięgu poszczególnych linii oraz liczby podsystemów transportu), reorganizację lub relokację przystanków, w taki sposób, aby każdy węzeł pełnił rolę, jaka wynika z jego lokalizacji w układzie przestrzennym aglomeracji. Działania normalizujące mają na celu usystematyzować strukturę, rolę i miejsce węzłów w układzie przestrzennym miasta poprzez opracowanie spójnej koncepcji systemu transportu publicznego. Działania rozwojowe obejmują m.in. wytyczanie nowych węzłów w miejscach wytypowanych na pierwszym etapie działań, tj. w miejscach, gdzie brak jest przystanków w pobliżu stacji kolejowych.

Analiza stanu istniejącego na przykładzie podsystemów transportu publicznego na obszarze GZM

Opracowaną metodę zastosowano w praktyce do zbadania stopnia integracji podsystemów transportu publicznego na obszarze GZM poprzez identyfikację, ocenę i klasyfikację wszystkich węzłów przesiadkowych. Pozwoliło to na przeprowadzenie pełnej, kompleksowej analizy stanu istniejącego oraz zróżnicowania przestrzennego lokalizacji obiektów należących do każdej z czterech proponowanych kategorii. Ponadto uzyskano zbiór ilościowych charakterystyk opisujących poszczególne węzły, dzięki czemu można było porównywać różne wartości, zarówno pomiędzy grupami rodzajowymi, jak i wewnątrz każdej z nich oraz ocenić ich rozstęp w każdej z proponowanych w metodzie klasyfikacji.

Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia jest związkiem 41 gmin leżących w centralnej części województwa śląskiego i zajmuje około 21% jego powierzchni. Zamieszkuje ją ponad 2,2 mln mieszkańców, co stanowi około 50% ludności województwa. Gęstość zaludnienia wynosi około 888 os/km². Wartość ta znacznie przekracza średnią dla województwa. W centralnej części metropolii, czyli na obszarze, gdzie współistnieją cztery podsystemy publicznego transportu zbiorowego (kolejowy, autobusowy, tramwajowy i trolejbusowy), wartość wskaźnika gęstości zaludnienia wzrasta do poziomu 1 661 os/km² [28].

GZM jest konurbacją o wielu silnie rozwijających się ośrodkach miejskich o różnym stopniu powiązania między poszczególnymi gminami. Ponadto, obecny układ sieci transportu miejskiego składa się z obszarów zarządzanych wcześniej (do roku 2017) przez trzech niezależnych organizatorów, prowadzących niezależne polityki transportowe i kształtujących swoją sieć połączeń według wewnętrznych potrzeb.

Dotychczas nie została opracowana spójna koncepcja kształtowania zintegrowanego systemu transportu publicz-

nego i zapewnienia zrównoważonej mobilności dla regionu. Dane do przeprowadzonej analizy pozyskano z ogólnodostępnych serwisów internetowych, udostępniających informację publiczną oraz dane geoprzestrzenne. Wyniki pierwszego etapu analizy według proponowanej metody przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10

Klasyfikacja węzłów przesiadkowych ze względu na liczbę podsystemów transportu zbiorowego		
Typ połączeń kolejowych	Liczba podsystemów transportu miejskiego	
	Co najmniej 2	Tylko 1
IC, REG	Kategoria 1 Liczba węzłów 8 Bytom Chorzów Batory Chorzów Miasto Katowice Mysłowice Sosnowiec Główny Tychy Lodowisko Zabrze Głównie	Kategoria 2 Liczba węzłów 5 Będzin Miasto Dąbrowa Górnicza Gliwice Katowice Ligota Tarnowskie Góry
REG	Kategoria 3 Liczba węzłów 5 Katowice Zawodzie Sosnowiec Dańdówka Sosnowiec Kazimierz Sosnowiec Porąbka Tychy	Kategoria 4 Liczba węzłów 9 Będzin Chorzów Stary Dąbrowa Górnicza Gołonóg Dąbrowa Górnicza Żąbkowice Gliwice Łabędy Katowice Piotrowice Mikołów Radzionków Rojca Ruda Śląska

Źródło: opracowanie własne

W tabeli 10 przedstawiono wyniki wstępnej charakterystyki integracji podsystemów publicznego transportu zbiorowego na obszarze GZM. Jako bazowy przyjęto transport kolejowy, zatem na pierwszym etapie poddano analizie wszystkie stacje i przystanki kolejowe w metropolii, w poszukiwaniu takiego ich podzbioru, który potencjalnie można traktować jako węzły przesiadkowe. Kryterium przydziału stanowi tutaj występowanie stanowisk przystankowych publicznego transportu zbiorowego w zdefiniowanym otoczeniu stacji i przystanków kolejowych. Liczebność węzłów poszczególnych kategorii jest dosyć zbliżona, największej obiektów spełnia wymagania najniższej kategorii.

Analiza przestrzenna wskazuje, że węzły te nie są równomiernie rozmieszczone na obszarze aglomeracji. Najwięcej zlokalizowanych jest w centralnej i wschodniej części GZM. Na bazie dokonanych obserwacji uwidocznionych dzięki realizacji etapu 1, tj. identyfikacji węzłów przesiadkowych, wskazano wstępny kierunek działań rozwojowych w systemie publicznego transportu zbiorowego. Należać do nich powinno poszukiwanie lokalizacji nowych węzłów przesiadkowych, zwłaszcza w zachodniej i północnej części aglomeracji. Powinny to być w pierwszej kolejności węzły kategorii 3 i 4, aby zaspokoić potrzeby mieszkańców w zakresie lokalnej komunikacji i integracji, ponieważ obecnie nie mają oni dobrej możliwości łączenia podróży realizowanych transportem miejskim.

Wyniki przeprowadzonej analizy ilościowej, będące rezultatem drugiego i trzeciego etapu proponowanej metody zostały przedstawione w tabeli 11.

Tabela 11

Zestawienie charakterystyk i klasyfikacji dla węzłów przesiadkowych na obszarze GZM uzyskane według proponowanej metody									
Stacja	Miara ilościowa			Klasyfikacja na podstawie kryterium cząstkowego				Liczba punktów uzyskanych w klasyfikacji opartej na kryterium globalnym	Klasyfikacja na podstawie kryterium globalnego
	liczby kursów	zasiegu obsługi	spójności	wg liczby podsystemów	wg liczby kursów	wg zasięgu obsługi	wg spójności		
Bytom	1 449	1,91	1,57	1	1	2	2	26	1
Będzin Miasto	1 052	2,61	1,65	2	1	1	2	25	1
Chorzów Miasto	1 439	2,23	1,37	1	1	1	3	25	1
Sosnowiec Główny	1 285	1,73	2,08	1	1	3	2	24	1
Tychy Lodowisko	735	1,46	3,13	1	2	3	1	24	1
Gliwice	1 390	1,61	2,64	2	1	3	1	23	2
Katowice	3 144	1,84	1,44	1	1	2	3	23	2
Zabrze Głównie	1 177	1,89	0,91	1	1	2	3	23	2
Chorzów Batory	930	2,10	1,00	2	2	2	3	21	2
Tarnowskie Góry	850	1,77	6,67	2	2	3	1	21	2
Mysłowice	665	1,72	1,75	1	3	3	2	19	2
Dąbrowa Górnicza Gołonóg	778	1,74	4,75	4	2	3	1	15	3
Mikołów	701	1,81	1,83	4	2	2	2	14	3
Katowice Zawodzie	1 031	1,50	1,50	3	2	3	3	13	3
Radzionków Rojca	208	2,60	1,50	4	4	1	2	11	3
Tychy	669	1,05	2,10	3	3	4	2	11	3
Katowice Piotrowice	432	1,61	1,67	4	3	3	2	10	3
Sosnowiec Dańdówka	489	1,87	0,39	3	3	2	4	10	3
Dąbrowa Górnicza	190	1,70	0,60	2	4	3	4	8	3
Katowice Ligota	219	1,00	0,67	2	4	4	4	6	4
Sosnowiec Kazimierz	175	1,21	1,33	3	4	4	3	6	4
Chorzów Stary	148	1,75	1,25	4	4	3	3	5	4
Dąbrowa Górnicza Żąbkowice	202	1,78	1,50	4	4	3	3	5	4
Ruda Śląska	331	1,50	1,40	4	4	3	3	5	4
Sosnowiec Porąbka	302	1,60	0,56	3	4	3	4	5	4
Gliwice Łabędy	342	1,13	0,88	4	4	4	3	3	4
Będzin	126	1,50	0,70	4	4	3	4	2	4

Źródło: opracowanie własne

Analiza zgromadzonych danych potwierdza, że istniejące w aglomeracji węzły są bardzo zróżnicowane. Liczba realizowanych kursów waha się od około 130 aż do ponad 3 tysięcy. Niskie wartości cechują zwykle węzły kategorii 3 i 4. Porównanie przydziału do kategorii według liczby podsystemów i liczby kursów wskazuje, że sposób klasyfikacji daje zbliżone rezultaty. Najwięcej różnic występuje dla węzłów średnich rozmiarów. Wyraźne są dla nich rozbieżności w klasyfikacjach cząstkowych między dwoma kategoriami. Wykorzystując poszczególne klasyfikacje, zidentyfikowane węzły zaliczane są do kategorii 2 lub 3 albo 3 lub 4 węzłów zależnie od stosowanego kryterium podziału. Na podstawie kryterium liczby kursów najgorzej prezentują się węzły Dąbrowa Górnicza i Katowice Ligota, ponieważ obsługują one kolej IC, a zapewniają bardzo niską częstotliwość kursowania komunikacji autobusowej, co może

powodować znaczną uciążliwość dla podróżnych oczekujących wysokiego standardu obsługi. Działania korygujące powinny obejmować w tym zakresie zwiększenie oferty kursów w transporcie miejskim.

Biorąc pod uwagę zasięg obsługi mierzony średnią liczbą stref pokonywanych przez linie komunikacyjne, wskazać można wyraźne zróżnicowanie między grupami. Na terenie GZM istnieją zarówno węzły o znaczeniu lokalnym, jak i regionalnym. Pierwsze obsługują ruch lokalny, co potwierdza wyznaczony wskaźnik, przyjmując wartości z zakresu od 1,0 do 1,4 dla najmniejszych węzłów. Dla największych węzłów przesiadkowych zaliczonych do kategorii 1 wartość wynosi do ponad 2,5 pokonywanych stref. W tej klasyfikacji zróżnicowanie węzłów zaliczonych do poszczególnych kategorii jest bardzo duże. W grupie 1 znalazły się zarówno węzły posiadające dostęp do połączeń kolejowych typu IC i tramwajów, jak i te, które posiadają tylko komunikację autobusową i kolej regionalną. Uzyskane rezultaty jednoznacznie wskazują, że w przyszłości należy opracować dla aglomeracji spójną koncepcję określającą zasięg oraz obszar oddziaływania każdego z węzłów przesiadkowych określonej kategorii. Skrajnym przypadkiem jest węzeł Radzionków Rojca, który, będąc obiektem zaliczonym do kategorii 4 i posiadając połączenie transportem autobusowym i koleją regionalną, zapewnia poprzez linie komunikacji miejskiej dostęp podróżnym do średnio 2,6 stref na każdą linię.

W ostatniej klasyfikacji opartej na kryterium cząstkowym, tj. według spójności węzła, również obserwuje się duże zróżnicowanie wartości charakteryzujących węzły przesiadkowe. Obiektem najlepiej spełniającym wymagania zdefiniowane w tej klasyfikacji jest stacja Tarnowskie Góry. Z każdego stanowiska w tym węźle przesiadkowym korzysta ponad 6 różnych linii, co zapewnia duży komfort podróżnym oraz łatwą orientację przestrzenną w korzystaniu z węzła podczas dokonywania przesiadek. Dzięki temu również dystans pokonywany pieszo jest niewielki. Jednak przeważająca część węzłów zorganizowana jest w taki sposób, że tylko jedna linia przypada na jedno stanowisko przystankowe.

Wyniki uzyskane w etapie trzecim podczas prowadzenia klasyfikacji opartej na kryterium globalnym potwierdzają, jak złożonym zagadnieniem jest problematyka węzłów przesiadkowych. W metodzie wzięto pod uwagę oceny otrzymane przez poszczególne obiekty w czterech wyróżnionych kategoriach i wyznaczono ich ważoną sumę. Uwzględnienie wag jest bardzo istotne, aby precyzyjnie dopasować proponowane miary do potrzeb użytkowników, a w rezultacie podejmować właściwe i oczekiwane działania w kształtowaniu węzłów przesiadkowych. Najwyższe oceny uzyskały duże węzły istotne w skali całego regionu, posiadające dostęp zarówno do różnych typów pociągów, jak i kilku systemów transportu miejskiego. Niższe oceny przyznano natomiast węzłom przesiadkowym znaczenia lokalnego, obsługującym pojedyncze gminy. Najgorzej w zestawieniu wypadły węzły: Katowice Ligota i Dąbrowa Górnicza, których rolę w systemie należy zrewidować i dostosować sposób obsługi przez transport publiczny do właściwej kategorii. Dokładniej przeanalizować należy również funkcjono-

wanie publicznego transportu zbiorowego oraz układ przestrzenny węzłów przesiadkowych: Sosnowiec Porąbka i Sosnowiec Kazimierz.

Wynikające z analizy wnioski pozwalają wskazać konieczne do podjęcia działania w zakresie systematyzacji i normalizacji roli węzłów w aglomeracji. Stan istniejący stanowi dobrą podstawę do zapewnienia pełnej integracji podsystemów. Konieczne są jednak dalsze działania. Zidentyfikowane węzły są w dużym stopniu zróżnicowane, co pozwala na ich klasyfikację do zaproponowanych czterech kategorii.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonej analizy literaturowej oraz badań empirycznych potwierdzają istotną rolę węzłów przesiadkowych w zintegrowanym systemie transportu publicznego. Zaproponowana metoda pozwala, wykorzystując dane o sieci transportowej, organizacji komunikacji publicznej i dane geoprzestrzenne, na przeprowadzenie wielokryterialnej klasyfikacji węzłów przesiadkowych. Pod uwagę wzięto kilka najistotniejszych kryteriów z punktu widzenia pasażerów.

Wykorzystanie przedstawionego narzędzia do analizy stopnia integracji podsystemów transportu publicznego w GZM pozwoliło wykazać zalety podejścia oraz dostarczyć szerokiego zbioru danych charakteryzujących cały obszar. Wyniki uzyskane w zaproponowanych miarach ilościowych mogą stanowić punkt odniesienia do prowadzonych w przyszłości badań nad systemami transportowymi na innych obszarach. Należy podkreślić, że problematyka klasyfikacji węzłów jest bardzo istotna, gdyż właściwa identyfikacja stanu istniejącego pozwoli na podejmowanie racjonalnych decyzji w przyszłości w zakresie kształtowania i rozwoju oraz usprawnienia funkcjonowania nie tylko węzłów przesiadkowych, ale i całego systemu publicznego transportu zbiorowego.

Podjęte przez autorów zagadnienie wymaga prowadzenia dalszych pogłębionych badań. Należy m.in. wziąć pod uwagę inne dodatkowe kryteria i czynniki oraz sprawdzić istotność poszczególnych elementów na wynikową ocenę węzłów przesiadkowych i postrzeganie funkcjonujących rozwiązań przez użytkowników.

Literatura

- Łada M., Birr K., *Analiza zmian funkcjonowania transportu zbiorowego wynikających z budowy węzłów integracyjnych*, „Drogownictwo”, 2017, nr 9.
- Jurkowski W., *Stacje kolejowe w strefach podmiejskich jako zintegrowane węzły przesiadkowe. Analiza porównawcza Krakowa, Łodzi, Poznania i Wrocławia*, „Problemy rozwoju transportu”, 2016, nr 4.
- Bul R., *Węzły przesiadkowe jako główny element zintegrowanego systemu transportu publicznego w aglomeracji poznańskiej*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2017, nr 9.
- Bryniarska Z., Żakowska L., *Multi-criteria evaluation of public transport interchanges*, „Transportation Research Procedia”, 2017 nr 24.
- Szarata A., *Badania ankietowe dotyczące zjawiska ruchu wzbudzonego w podróży transportem zbiorowym*, „Logistyka” 2012, nr 3.
- Pitsiava-Latinopoulou M., Iordanopoulos P., *Intermodal Passengers Terminals: Design standards for better level of service*, „Procedia – Social and Behavioral Sciences”, 2012, nr 48.
- Szarata A., *The multimodal approach to the modelling of modal split*, „Archives of Transport”, 2015, nr 1.
- Starowicz W., *Zarządzanie mobilnością wyzwaniem polskich miast*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2011, nr 1.
- Jacyna M., Pyza D., *Decision-making problems in shaping the sustainable development of the transport system*, „AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe”, 2019, nr 6.
- Kruszyna M., *Powiązanie funkcjonalności węzła przesiadkowego z planowaniem przewozów w sieci transportowej*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2018, nr 4.
- Wyszomirski O., *Transport miejski. Ekonomika i organizacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.
- Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*, Zeszyty Naukowo-Techniczne Oddziału SITK w Krakowie, seria Monografie, nr 5, Kraków 1999.
- Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007.
- Gadziński J., Beim M., *Ewaluacja węzłów przesiadkowych poznańskiego lokalnego transportu publicznego*, „Transport Miejski i Regionalny” 2009 nr 9.
- Czekała K., Bryniarska Z., *Ocena wskaźnikowa wybranych węzłów przesiadkowych publicznego transportu zbiorowego w Krakowie*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2017, nr 6.
- Kruszyna M., *Znaczenie węzłów przesiadkowych w miejskim transporcie zbiorowym*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2012, nr 1.
- Olszewski P., Krukowska H., Krukowski P., *Metodyka oceny wskaźnikowej węzłów przesiadkowych transportu publicznego*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2014, nr 6.
- Transport for London, Intermodal Transport Interchange for London*, Best Practice Guidelines, Issue 1, 2009, dostępny w Internecie: https://wricitieshub.org/sites/default/files/pdf_7.pdf
- Madej B., Pruciak K., Madej R., *Publiczny transport miejski. Zasady tworzenia rozkładów jazdy*, Akademia Transportu i Przedsiębiorczości Sp. z o.o., Warszawa 2017.
- Szarata A., *Parkingi Park and Ride, materiały konferencyjne konferencji*, „Transport publiczny w Warszawie”, 2005.
- Rudnicki A., Szarata A., *Projekt systemu Park and Ride w Krakowie*, Kraków 2003.
- Kłós M. J., *Estimation of effects caused by the implementation of Park&Ride system in the transport hub*. „Transport Problems”, 2016, nr 1.
- Gramza G., *Metoda oceny znaczenia punktów wymiany pasażerów w systemach miejskiego transportu publicznego*, „Autobusy” 2016, nr 12.
- Jacyna M., Wasiak M., *Multicriteria decision support in designing transport systems* – International Conference on Transport Systems – Springer 2015.
- Starowicz W., Puławska S., *Dostępność miejskich systemów transportu*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2011, nr 12.
- Groenendijka L., Rezaeib J., Correiaic G., *Incorporating the travellers' experience value in assessing the quality of transit nodes: A Rotterdam case study*, „Case Studies on Transport Policy” 2018, nr 6,
- Soczówka P., Żochowska R., Barchański A., *Nodes in the Railway Network as Potential Places of Integration of Public Transport*, „Nodes in Transport Networks – Research, Data Analysis and Modelling” Springer Nature Switzerland AG, Cham 2020.
- Janecki R., Karoń G., Sobota A., Żochowska R., Kłós M. J., Soczówka P., *Koncepcja Kolei Metropolitalnej dla Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii z wykorzystaniem metod inżynierii systemów*, Katowice 2018.

Uwarunkowania organizacyjne rozwoju pasażerskiego transportu miejskiego¹

KRZYSZTOF GRZELEC

dr hab. prof. UG, Uniwersytet Gdański, Katedra Rynku Transportowego, ul. Armii Krajowej 119/121, 81-824 Sopot, e-mail: krzysztof.grzelec@ug.edu.pl

Streszczenie: Nowe technologie transportowe i rozwój gospodarki cyfrowej są w ostatnich latach determinantami zmian w zachowaniach transportowych ludności. Władze publiczne przeznaczają znaczne kwoty na rozwój nowych sposobów przemieszczania się, nie doceniając znaczenia wyboru dla nowej działalności odpowiednich form organizacyjnych. Przedsiębiorcy prywatni, eksperymentując z różnymi modelami biznesowymi, pod presją czasu podejmują ryzykowne decyzje kończące się często wycofaniem oferty z rynku lub likwidacją działalności na danym rynku. Zjawiska te są typowe dla rynków charakteryzujących się wysoką dynamiką wzrostu. Cele zrównoważonej mobilności wymagają jednak stabilizacji oferty usług transportowych alternatywnych dla prywatnych samochodów. Problematyce uwarunkowań organizacyjnych na różnych rynkach cząstkowych poświęcony jest niniejszy artykuł. Omówiono czynniki rozwoju na rynku transportu publicznego, pojazdów na minuty oraz nowej formy mobilności – Mobility as a Service. Podsumowanie zawiera najważniejsze wnioski z przeprowadzonej analizy.

Słowa kluczowe: transport miejski, transport zbiorowy, formy organizacyjne, modele biznesowe.

Wprowadzenie

Strategie zrównoważonej mobilności wskazują, że główne problemy miast koncentrować się będą na: zmianie zachowań transportowych mieszkańców, działaniach stanowiących zachętę do zmiany zachowań i utrzymaniu trwałości zmian umożliwiających osiągnięcie celów zrównoważonej mobilności. Jednym z filarów zrównoważonej mobilności jest postęp technologiczny i wdrażanie innowacji. Niekiedy wdrażanie innowacji technologicznych stanowi dla decydentów wygodny argument zaniechania lub przesunięcia na drugi plan kwestii związanych z organizacją i zarządzaniem usługami.

Postęp techniczny i nowoczesne technologie w znacznym stopniu rozwiązują problemy zachęt do zmiany zachowań transportowych. Jednak o efektywności i trwałości zmian zachowań transportowych mieszkańców decydować będą także umiejętności w zakresie organizacji i zarządzania mobilnością. Rozszerzający się wachlarz usług zaspokajających potrzeby transportowe z pozoru tylko przenosi organizację procesu transportowego na użytkownika. Nowoczesne narzędzia informatyczne, takie jak planery podróży, ułatwiają wybór wariantu środków transportu, realizację płatności, zapewniają informację na wszystkich etapach realizacji podróży. Prawdopodobieństwo dostosowania usług do indywidualnego rankingu postulatów transportowych (który może być specyficzny nie tylko dla

poszczególnych osób, ale także dla poszczególnych podróży), w sytuacji poszerzania różnorodności dostępnych usług znacznie wzrasta. Ostatecznie jednak o podatności na zmianę zachowań transportowych i ich trwałości decydować będzie pewność skorzystania z usługi i jej realizacji w określonym czasie i na określonej trasie. Mamy však do czynienia z usługą: niematerialną i charakteryzującą się jednoczesnością produkcji i konsumpcji. Rozbieżności pomiędzy oczekiwaniami konsumentów i jakością oferowaną przez pakiety usług będą skutkować powstaniem luki jakościowej, która może powodować zachowania transportowe sprzeczne z celami zrównoważonej mobilności.

Wybór modelu organizacyjnego i modele biznesowe rynków cząstkowych tworzących ofertę mobilności, w tym zwłaszcza poziom zaangażowania sektora publicznego, determinują:

- elastyczność zachowań podmiotów tworzących podaż usług w dostosowaniu oferty do potrzeb klientów, które powinny być poddawane regularnemu badaniu;
- podatność lub odporność zintegrowanej oferty na zmianę sytuacji rynkowej poszczególnych podmiotów dostarczających usługi;
- zdolność do korygowania oferty usług dla osiągnięcia celów zrównoważonej mobilności w sytuacji niekorzystnego oddziaływania mechanizmów rynkowych.

W niniejszym artykule postawiono hipotezę, że zmiany na rynku transportu miejskiego, zapoczątkowane procesami deregulacji w latach 80. XX wieku w Wielkiej Brytanii wykazały, że organizacja i zarządzanie usługami mają pierwszoplanowe znaczenie w osiąganiu celów równoważenia systemów transportu pasażerskiego. Doświadczenia te mogą być wykorzystane w celu budowy modeli organizacyjnych i biznesowych w nowych uwarunkowaniach kształtowania zrównoważonej mobilności. Celem artykułu jest przedstawienie rezultatów dotyczących zmian organizacyjnych i wykazanie ich potencjalnego wpływu na trwałość zmian w zachowaniach transportowych mieszkańców.

Organizacja miejskiego transportu zbiorowego jako determinanta jego funkcjonowania

Realizowanie przez transport publiczny zadań użyteczności publicznej przyczynia się do deficytowości usług tego transportu i konieczności jego dotowania przez władze publiczne. Jednocześnie użyteczność publiczna skłania część polityków i urzędników odpowiedzialnych za zarządzanie ofertą transportu publicznego do jego traktowania przede

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020.

wszystkim jako instrumentu realizacji bieżącej polityki, stawiając kwestie długookresowej efektywności, w tym ekonomicznej, jako czynników o mniejszym znaczeniu. W Polsce od lat inwestycje infrastrukturalne i taborowe zdominowały decyzje strategiczne, na dalszy plan przesuwając problemy związane z efektywnym zarządzaniem składnikami tego majątku i tworzeniem warunków dla realizacji usług wysokiej jakości. Zapomina się przy tym, że świadczenie usług w zbiorowym transporcie miejskim podlega takim samym zasadom jak każda inna forma działalności gospodarczej. Nieefektywne procesy zarządzania i organizacji rynku zmniejszają korzyści z wykorzystania nowoczesnych technologii w transporcie miejskim i dopłat z budżetów publicznych oraz utrudniają konsekwentne realizowanie polityki zrównoważonej mobilności.

W Europie poszukiwanie efektywnych modeli biznesowych dla zbiorowego transportu miejskiego rozpoczęło się pod koniec lat 80. XX wieku. Ustalenia Deklaracji Konferencji Narodów Zjednoczonych m.in.: w sprawie środowiska (przyjętej w Sztokholmie w dniu 16 czerwca 1972), tzw. Deklaracji Sztokholmskiej [1] i kryzys naftowy stopniowo zmieniały postrzeganie roli zbiorowego transportu w obsłudze obszarów miejskich. W latach 80. XX wieku w Wielkiej Brytanii poszukiwania efektywnych i racjonalnych form rynku dla usług zbiorowego transportu miejskiego i chęć przełamania nieefektywnie funkcjonujących monopolii przedsiębiorstw komunalnych doprowadziły do deregulacji tego transportu we wszystkich miastach Wielkiej Brytanii, poza Londynem. Początkowe pozytywne rezultaty deregulacji (zmniejszenie kosztów usług), ale także późniejsze jej negatywne następstwa (dezintegracja oferty transportu miejskiego) [2], skłoniły władze miast europejskich do poszukiwania rozwiązań łączących efektywność mechanizmu rynkowego (konkurencji w realizacji usług przewozowych) ze zintegrowaną ofertą usług, oczekiwaną przez pasażerów. Wprowadzony, zwłaszcza w miastach skandynawskich (Sztokholm, Kopenhaga, Göteborg), mechanizm konkurencji regulowanej stał się w latach 90. ub. wieku dla władz wielu miast wzorcem dla organizacji rynku. Sprzyjało temu wdrażanie zasad New Public Management [3] w zakresie zarządzania sferą komunalną w miastach. W rezultacie zmian w strukturze rynków transportu publicznego (w tym miejskiego) w krajach UE można wyróżnić cztery główne modele form organizacyjnych transportu miejskiego:[4]

- z operatorem wewnętrznym,
- z konkurencyjnym kontraktowaniem linii,
- z konkurencyjnym kontraktowaniem sieci,
- z rynkiem zderegulowanym.

Władze miast UE przystosowywały modelowe rozwiązania do specyfiki prawa krajowego, zachowując niezmienną zasadę wyraźnego rozdzielenia kompetencji pomiędzy szczebel polityczny – odpowiedzialny za wyznaczenie celów strategicznych, oraz taktyczny i operacyjny powierzany wyspecjalizowanym jednostkom, którym nadaje się formy organizacyjne adekwatne do realizacji powierzonych zadań, w większości wymagających odpowiednich kwalifikacji

menedżerskich. Pomimo że najczęściej formalnie zarządzanie operacyjne jest realizowane na poziomie firm przewozowych, to organizator (zarząd transportu), formułując umowy o realizację przewozów, tworząc rynek franczyzodawcy i kontrolując ilość i jakość świadczonych usług, musi opierać swoje działania w największym zakresie na regułach zarządzania marketingowego. Wymaga to wyboru takich struktur organizacyjnych dla organizatorów transportu, które nie będą stanowiły barier dla elastycznego dostosowywania oferty usług do potrzeb transportowych i oczekiwań mieszkańców oraz zatrudniania wysokokwalifikowanych pracowników. Warto podkreślić, że w niektórych krajach organizator transportu dysponuje taborem, który wykorzystywany jest do świadczenia usług przez operatorów lub (rzadko) przez samego organizatora. [5] Wymaga to od zarządzających zbiorowym transportem miejskim posiadania wiedzy w zakresie zarządzania kapitałem.

W Polsce tworzenie rynku regulowanego i powoływanie organizatorów transportu w latach 90. XX wieku charakteryzowała dysfunkcyjność niewystępująca w innych krajach europejskich. Powołanym w ramach rozdzielenia funkcji organizatora i realizatora transportu zarządom transportu miejskiego nadano formę organizacyjną zakładów budżetowych, które z czasem przekształcono w jednostki budżetowe. Jednostka budżetowa z punktu widzenia uwarunkowań rynkowego kształtowania oferty przewozowej jest anachroniczną formą organizacyjną. Brak osobowości prawnej i swobody dysponowania środkami finansowymi, brak samodzielności w procesie odtwarzania środków trwałych, podporządkowanie kształtowania wynagrodzeń i zarządzania kadrami regułom obowiązującym w administracji, sztywne trzymanie się zasad planowania budżetowego, ograniczające efektywne kształtowanie oferty usług to podstawowe wady tej formy organizacyjnej [6].

Przesłankami formalnymi funkcjonowania zarządów transportu miejskiego w formie budżetowej są:

- funkcjonujący system prawa, przede wszystkim ustawa o finansach publicznych i Prawo zamówień publicznych;
- przekazywanie zarządom transportu miejskiego dotacji budżetowych do funkcjonowania transportu miejskiego;
- realizowanie za pośrednictwem transportu miejskiego polityki transportowej, przejawiającej się w uruchamianiu nierentownych połączeń i kursów, których funkcjonowanie wynika z zasady zapewniania wszystkim mieszkańcom oczekiwanego poziomu potencjalnej ruchliwości komunikacyjnej;
- realizowanie za pośrednictwem transportu miejskiego polityki społecznej, przejawiającej się w uchwalaniu przez władze publiczne uprawnień do przejazdów ulgowych i bezpłatnych dla określonych grup społecznych;
- realizowanie przez władze samorządowe określonej polityki inwestycyjnej i występowanie zarządu transportu miejskiego jako podmiotu samorządowego, wykonującego określone zadania w projektach inwestycyjnych.

Wymienione czynniki oraz brak zainteresowania władz centralnych w poszerzaniu wachlarza form organizacyjnych w dostosowaniu do specyfiki działalności gospodarczej realizowanej w ramach usług komunalnych powodują pozbawienie zarządów transportu miejskiego elastyczności działania, a politykom dają złudne poczucie sterowalności mechanizmami rynkowymi. W rezultacie organizatorzy transportu w Polsce stają się wykonawcami woli politycznej, na drugi plan przesuując zaspokajanie potrzeb transportowych mieszkańców, które powinny być identyfikowane na podstawie regularnie prowadzonych badań marketingowych [7]. Forma jednostki budżetowej skłania ponadto niektórych polityków do angażowania się w decyzje operacyjne w zakresie zarządzania ofertą przewozową, które w innych krajach stanowią wyłączną sferę decyzyjną menedżerów. Pokusa ręcznego sterowania procesami gospodarczymi jest szczególnie widoczna w ostatnich latach.

Od 2004 roku w Polsce, w obliczu możliwości pozyskania dodatkowych środków finansowych z funduszy europejskich, procesy restrukturyzacji i reorganizacji transportu publicznego zostały zepchnięte na dalszy plan. Władze publiczne, koncentrując się na realizacji inwestycji i wdrażaniu nowoczesnych technologii, zdają się zapominać, że procesy efektywnego ich wykorzystania wymagają odpowiedniej kultury organizacyjnej i zarządzania. Dotyczy to także infrastruktury. Na świecie finansowanie infrastruktury coraz częściej przybiera formę kompleksowego zarządzania zasobami (*asset management*), którego główne założenia opierają się m.in. na uwzględnianiu całego cyklu ich życia (*Life Cycle Circule*) i oczekiwań wszystkich interesariuszy, w tym zwłaszcza użytkowników. Zasady te najczęściej wdrażane są w odniesieniu do budowy i utrzymania infrastruktury drogowej, ale dobre przykłady znaleźć można także w transporcie miejskim na przykładzie Transport for London. [8] Efektywne wdrażanie zasad *asset management* wymaga wyboru adekwatnej do zadań formy organizacyjnej podmiotu odpowiedzialnego za infrastrukturę (w transporcie drogowym są to tzw. agencje), umożliwiającej efektywną współpracę w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego, w tym zwłaszcza profesjonalnego rozstrzygnięcia przetargów w zakresie utrzymania, remontów i modernizacji infrastruktury. W Polsce wciąż zmieniające się prawo zamówień publicznych utrudnia współpracę sektora publicznego i prywatnego, czego wyrazem jest rezygnowanie z usług firm prywatnych i bezprzetargowe zlecenie usług przewozowych w zbiorowym transporcie miejskim własnym spółkom komunalnym (*in house*) wywozu śmieci, a ostatnio nawet odśnieżania ulic. Rezygnuje się w ten sposób z potencjalnych korzyści wynikających z konkurencji o rynek, co jest rezultatem nieumiejętnego zarządzania podąża na rynek.

W przeciwieństwie do Polski model konkurencji regulowanej w krajach europejskich ulega dynamicznym zmianom, przekształcając się ze zbliżonej do deregulacji konkurencji na rynku w konkurencję o rynek. Miasta eksperymentują z głównymi modelami rynków w zakresie liczby i wielkości oraz struktury własnościowej operatorów kon-

kurujących o realizację przewozów, czasu trwania kontraktów, rozkładania ciężaru finansowego odtwarzania taboru. Zmianie ulega zasadniczy cel umów z operatorami: z umów o realizację przewozów na umowy partnerskie, w których wynagrodzenie dla operatorów jest nie tylko zmniejszane z tytułu nakładanych kar za niedotrzymanie parametrów usług, ale może być także podwyższone w sytuacji, gdy jakość usług przewyższa założone parametry lub uzyskuje bardzo wysoką ocenę pasażerów. W Polsce struktury rynku i modele biznesowe od lat nie ulegają zmianom, a przykładem wypaczenia sensu oddzielenia funkcji organizatora i realizatora usług jest umorzenie przez jeden z zarządów transportu kar na kwotę ponad 400 tysięcy zł monopolistycznemu komunalnemu przewoźnikowi.

Organizacja funkcjonowania pojazdów współdzielonych – modele biznesowe

Współdzielenie w transporcie pasażerskim może przybierać różne formy [9]:

- świadczenia usługi przewozowej własnym samochodem (np. Uber),
- udzielenia miejsca w samochodzie w ramach planowanego przez kierowcę przejazdu (np. BlaBlaCar),
- dzielenia się samochodem jako takim (*carsharing*).

Rynek usług *carsharingu* w Polsce jest w fazie wzrostu, o czym świadczy zwiększająca się liczba rejestracji i realizacji usług. Rozwój rynku mierzony wzrostem wypożyczeń i liczbą miast objętych systemem jest przewidywany do 2025 roku. Charakterystyczna dla tego rynku jest wysoka dynamika zmian w strukturze podaży. Firmy poddane presji konkurencji muszą nie tylko analizować rynek od strony popytu, ale także swoje modele biznesowe. Determinują one bowiem dostosowanie oferty do usług i koszty jest świadczenia.

W Paryżu z powodu braku zgody na dofinansowanie usług przez miasto w 2018 roku wycofał się największy operator. [10] W Polsce usługi *carsharingu* realizuje łącznie 10 operatorów. Oferują oni samochody najczęściej z określonym rodzajem napędu (elektryczne, hybrydowe i spalinowe), ale także różnymi ich rodzajami. Przeważająca większość firm oferuje swoim klientom minimum dwa modele lub dwie marki samochodów. [11] W Warszawie w listopadzie 2018 roku władze miasta poinformowały, że nie będzie powtórzenia przetargu na koncesję w zakresie usług *carsharingu*, pomimo że złożono tylko jedną ofertę. Władze miasta uznały, że rynek w Warszawie jest dobrze rozwinięty i nie wymaga wsparcia finansowego [12]. W 2018 roku trzech operatorów usług *carsharingu* poinformowało o stratach bilansowych. [13] Także w 2018 jeden z największych operatorów poinformował o wycofaniu z obsługi Warszawy najpierw pojazdów spalinowych, a następnie także elektrycznych z powodu wycofania się producenta z dostaw na rynek europejski. [14] W marcu 2018 roku operator na Śląsku, obsługujący 14 gmin po czterech miesiącach ograniczył obsługę do obszaru Katowic, Chorzowa oraz lotniska w Pyrzowicach [14]. We Wrocławiu po dwóch latach zlikwidował swoją działalność operator *carsharingu* [15].

Dynamika zmian na polskim rynku *carsharingu* jest charakterystyczna dla rynków w fazie wzrostu. Z punktu widzenia klientów, a zwłaszcza trwałości zmian zachowań transportowych, istotne znaczenie ma niezawodność rozumiana jako pewność dostępu do usługi w żądanym miejscu i czasie. Wycofanie się operatora może tworzyć odczucie zawodności systemu, zwłaszcza w sytuacji nie pojawienia się operatora oferującego podobną usługę.

Modele biznesowe *carsharingu* można podzielić m.in. na podstawie zakresu świadczonej usługi i sposobu jej dostarczania. Według tych kryteriów wyróżnia się:

- *Free-floating* – model strefowy, umożliwiający korzystanie z pojazdu w określonej strefie, w niektórych przypadkach daje możliwość jej opuszczenia. Pojazd jest wyszukiwany poprzez aplikację w urządzeniu mobilnym. Po realizacji usługi pojazd powinien być pozostawiony na miejscu postojowym w celu udostępnienia go innemu użytkownikowi. System jest całkowicie zautomatyzowany, wszelkie działania wykonywane są z poziomu aplikacji.
- *Roundtrip/One-way* – model opiera się na funkcjonowaniu stacjonarnych punktów wypożyczania pojazdów, przy czym o rodzaju modelu przesądza miejsce pozostawienia pojazdu; *roundtrip* – użytkownik kończy korzystanie z usługi w miejscu, z którego wypożyczył pojazd, *one-way* – zakończenie usługi następuje w innym punkcie wypożyczenia pojazdów danego operatora.
- *Peer-to-peer (P2P)* – to odpłatne wynajmowanie innym użytkownikom prywatnego pojazdu uczestnika systemu; takie rozwiązanie kojarzy ze sobą usługodawców z użytkownikami, przy wykorzystaniu serwisów internetowych lub aplikacji w urządzeniach mobilnych.

Systematykę różnych modeli biznesowych *carsharingu* szczegółowo omówili G. Remane i in., wzbogacając przegląd o własną taksonomię w postaci siedmiu modeli syntetycznych. [16] Analizę modeli łączącą cechy operacyjne organizacji ze zmiennymi modelu biznesowego przeprowadziła S. Tart i in. [17] Objęła ona:

- *free floating*,
- *free floating* w oparciu o stację,
- *round trip* w oparciu o strefę,
- *round trip* w oparciu o stację,
- P2P.

W analizie wykorzystano ocenę opracowaną przez Osterwaldera i Pigneura [18], która uwzględnia następujące zmienne wpływające na każdy model biznesowy: kluczowe partnerstwa, kluczowe działania, kluczowe zasoby, propozycja wartości, relacje z klientami, kanały, segmenty klientów, struktura kosztów i przychody. Wykazano, że nie ma jednego uniwersalnego modelu biznesowego *carsharingu*, który można by uznać za lepszy w dowolnych warunkach. Każdy z nich charakteryzuje się specyfiką, odmiennym oddziaływaniem partnerów i podatnością na stosowanie struktury cen, niezależnie od tego, czy jest to działalność nastawiona na zysk, czy nie. Model sprawdzający się na

obszarach wiejskich nie będzie tak samo sprawdzał się na obszarach miejskich o dużej gęstości zaludnienia. Każdy model musi uwzględniać indywidualne preferencje mieszkańców, których należy grupować w segmenty o w miarę jednolitych oczekiwaniach.

Wyniki analiz rynkowych wskazują, że operatorzy *carsharingu* kupują określone typy pojazdów przede wszystkim z myślą o określonych cechach funkcjonalnych, chociaż przez większość czasu nie są one wykorzystywane przez klientów. Sugeruje to niedostosowanie pojazdów do oczekiwań użytkowników i ponoszenie nieuzasadnionych nakładów inwestycyjnych. [19].

Każdy model biznesowy charakteryzuje się własną specyfiką mocnych i słabych stron, szans i zagrożeń. Wpływ na efektywność modelu ma także wykorzystanie pojazdów elektrycznych (wpisujących się w cele zrównoważonej mobilności w zakresie emisji spalin, ale mogące ograniczać elastyczność ich wykorzystania, zwłaszcza na dłuższe odległości). Wyniki badań szwedzkich wskazują, że ze wszystkich modeli biznesowych, *carpooling* jest najbardziej konkurencyjny podczas jazdy na krótkich i średnich dystansach, zmniejszając emisję CO₂ o 20–40%. Z punktu widzenia korzyści finansowych osoby podróżujące mniej niż 2000 km rocznie powinny przede wszystkim rozważyć skorzystanie z taksówek lub podobnych usług, podczas gdy *carpooling* jest najbardziej opłacalny dla osób podróżujących od 2000 do 8500 km. Dla osób podróżujących między 8500 a 13 500 km rocznie najbardziej opłacalny jest leasing samochodów. Głównymi czynnikami zachęcającymi do korzystania z *carpoolingu* są oszczędność kosztów, ochrona środowiska i bezstresowa jazda [20].

Przegląd piśmiennictwa poświęconego usłudze *carsharingu* wskazuje, że nie ma jednoznacznych dowodów na to, że przyczynia się on do realizacji celów zrównoważonej mobilności poprzez ograniczenie użytkowania prywatnych samochodów i zakupu samochodów przez gospodarstwa domowe. W konsekwencji firmy *carsharingowe* mogą być skazane na pozyskiwanie nowych klientów w takiej liczbie, aby co najmniej równoważyły liczbę klientów rezygnujących z usług.

Niezależnie od tego czy w założeniu usługa *carsharingu* jest nastawiona na osiąganie zysków ze sprzedaży usług, czy też nie (możliwość dofinansowania usług z pieniędzy publicznych), należy brać pod uwagę, że na poziomie operacyjnym wszyscy przedsiębiorcy podlegają tym samym regułom ekonomicznym, niezależnie od ich formy własności.

Programy współdzielenia samochodu można zatem postrzegać jako elementy zintegrowanych systemów transportu miejskiego, w którym komunikacja, informacja, wspólne programy i zakres elektromobilności są stale ze sobą powiązane i współzależne. Należy także pamiętać, że rozwój *carsharingu* będzie miał wpływ nie tylko na realizację celów zrównoważonej mobilności, ale także może łagodzić skutki zmniejszania sprzedaży przemysłu motoryzacyjnego.

Analogiczne uwarunkowania dotyczą, charakteryzujących się swoją specyfiką, usług rowerów współdzielonych. Niedostateczne analizy rynku i modeli biznesowych mogą być przyczyną niepowodzeń rynkowych innowacyjnych

usług. Przykładem jest elektryczny rower metropolitalny, który uruchomiono w 2018 roku w Obszarze Metropolitalnym Gdańsk-Gdynia-Sopot. Projekt ten od początku wzbudzał obawy ze względu na zakres przestrzenny, a przede wszystkim jego główną cechą funkcjonalną – oferowanie wyłącznie rowerów elektrycznych (docelowo 4800 sztuk). Pomimo że przetarg wygrał znany operator rowerów współdzielonych, nie zagwarantowano obsługi wszystkich gmin oraz liczby rowerów przewidzianej w umowie. Problemy eksploatacyjne i przedłużające się awarie spowodowały rozwiązanie umowy po kilkunastu miesiącach. Tym niemniej, samorządy zapłaciły za okres funkcjonowania systemu prawie 9 mln zł. Przykład wskazuje, że problemy z budową efektywnego modelu biznesowego dotyczą także uznanych operatorów z długoletnim doświadczeniem. Niedostateczne analizy rynku mogą pociągać za sobą znaczące wydatki budżetowe, w sytuacji gdy przyjęte rozwiązanie organizacyjne nie ma charakteru wyłącznie komercyjnego. Niepowodzenie usługi roweru miejskiego może wpłynąć na gotowość mieszkańców do zmiany zachowań transportowych w przyszłości.

MaaS – doświadczenia wdrażania modeli biznesowych

Mobility-as-a-Service (MaaS) nazywana jest również kompleksową usługą w zakresie mobilności. S. Hietanen twierdzi, że MaaS jest modelem mobilności, w którym główne potrzeby transportowe klienta są zaspokajane przez jedną platformę cyfrową i oferowane przez jednego usługodawcę [21]. Matyas i Kamargianni definiują MaaS jako zorientowany na użytkownika inteligentny model dystrybucji mobilności, w którym oferty wszystkich dostawców usług mobilności są zebrane przez jednego usługodawcę i dostarczane użytkownikom za pośrednictwem jednej platformy cyfrowej [22].

MaaS to zintegrowany dostęp do różnych usług transportowych, takich jak: transport publiczny, *carsharing*, *bike-sharing*, taksówka, wypożyczalnia samochodów w jednej ofercie mobilności cyfrowej. System MaaS dostosowany jest do indywidualnych potrzeb i jednocześnie sugeruje najbardziej optymalne rozwiązania dla danego użytkownika. Co więcej, system dostępny jest w każdej chwili i oferuje zintegrowane planowanie, rezerwacje oraz płatność, a także informacje o trasie. Niekiedy MaaS definiowany jest kategoriach działających obecnie aplikacji – platform interneto-

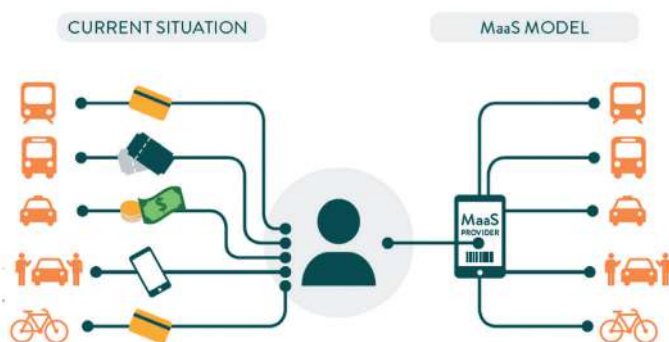
wych – umożliwiających dostęp do wyłącznie komercyjnych usług transportowych (taksówek, systemów wspólnego korzystania z samochodów i firm wynajmujących samochody, rowery czy hulajnogi) [23]. Trudno się zgodzić z taką interpretacją. Zawężenie usługi mobilności stoi bowiem w sprzeczności z główną ideą zintegrowanej usługi obejmującej wszystkie etapy realizacji potrzeby transportowej.

Do 2019 roku na całym świecie wdrożono kilka systemów MaaS. Wśród nich są projekty pilotażowe, które funkcjonowały w ograniczonym czasie, takie jak Ubigo (Sztokholm), projekt *uśmiechu* (Wiedeń) i SL! M (Nijmegen) [24]. Wyniki badań pilotażowych MaaS, funkcjonujących na lokalnych i regionalnych obszarach, wskazują na potrzebę nowych form współpracy, które umożliwią połączenie poszczególnych systemów mobilności i zastosowanie określonych rozwiązań w dowolnym miejscu w dostosowaniu ich do lokalnych uwarunkowań. [25]

Dotychczasowe doświadczenia Finlandii we wdrażaniu MaaS wskazują, że MaaS jest postrzegany jako nowy paradygmat transportowy, który może umożliwić wzrost gospodarczy poprzez rozwój ICT (Information & Communication Technology) i usprawnić wydatki publiczne, aby zrównoważyć spowolnienie gospodarcze. Pierwsze analizy rezultatów MaaS w Helsinkach wskazują, że mieszkańcy w większym stopniu korzystają z usług multimodalnych podczas podróży (nastąpił wzrost wykorzystania taksówek i transportu publicznego oraz *bikesharingu* w fazie dojazdu do i z przystanku) [26]. W Szwecji zainteresowanie MaaS wynikają raczej z celu, jakim jest zwiększenie udziału zrównoważonych środków transportu w podróżach, a w szczególności transportu publicznego [27]. W Szwajcarii transport publiczny jest rozwijany przede wszystkim w oparciu o planowanie transportu kolejowego. Z rozkładami transportu kolejowego i drogowego krajowego koordynowane są rozkłady transportu publicznego w kantonach. Także nowe rozwiązania, takie jak platformy mobilności, są wdrażane jako inicjatywa centralna. Wysoka jakość transportu publicznego z jednej strony oraz duża samodzielność kantonów w zakresie kształtowania oferty transportu publicznego, wysoki stopień monopolizacji i sprzeczność interesów podmiotów uczestniczących w tym przedsięwzięciu powodują, że MaaS wdrażany jest w Szwajcarii wolniej niż np. w Finlandii [25].

Działania krajów europejskich wdrażających MaaS wskazują, że istotne z punktu widzenia efektywności systemu jest znalezienie optymalnego modelu biznesowego dla tej nowej formy integracji transportu pasażerskiego oraz poszczególnych jego składowych, takich jak *carsharing* i *bikesharing*. Istotną kwestią jest zapewnienie dostępu do danych wykorzystywanych przy wyborze usługi. Fińska ustawa określa, że „wszyscy przewoźnicy i organy transportu, od 1 stycznia 2018 roku, udostępniają innym podmiotom dane na temat ich usługi [28]”.

Najważniejszym celem z punktu widzenia zrównoważonej mobilności jest zapewnienie stabilności systemu jako całości (dostęp do niezawodnej aplikacji obejmującej wszystkie środki transportu) i jego elementów. Obecnie stosowane rozwiązania nie gwarantują realizacji tego atrybutu. Wejścia



Rys. 1. Obecny model mobilności i *Mobility as a Service* (MaaS)

Źródło: Policy Brief: Ready for MaaS? Easier Mobility for Citizens and Better Data for Cities: <https://www.uitp.org/policy-brief-ready-maas-easier-mobility-citizens-and-better-data-cities> (dostęp: 16.11.2019).

niektórych firm na rynek pojazdów współdzielonych już zakończyły się niepowodzeniem. Trudno na obecnym etapie rozwoju pojazdów współdzielonych, w sytuacji gdy nie wypracowano modelowych rozwiązań w zakresie roli tych pojazdów w systemie podróży miejskich, proponować określony model biznesowy. Należy także określić rolę władz publicznych i funkcjonujących już struktur zarządzania transportem we współtworzeniu i funkcjonowaniu MaaS. Można jednak stwierdzić, że zarządy transportu miejskiego w większości miast w Polsce nie są przygotowane do pełnienia roli integratora w systemie MaaS.

Podsumowanie

Przedstawione w artykule rozważania prowadzą do następujących wniosków:

1. Osiągnięcie celów zrównoważonej mobilności w długim okresie wymaga, aby oferta usług transportu pasażerskiego charakteryzowała się pewnością (niezawodnością) i trwałością oferty.
2. Modele organizacji i zarządzania zbiorowym transportem miejskim wdrażane od połowy lat 80. XX w. charakteryzowały się różną skutecznością w zakresie zachęcania do korzystania z tego rodzaju transportu.
3. Władze samorządowe w Polsce zdają się nie doceniać wpływu organizacji i zarządzania transportem publicznym na jakość usług i w konsekwencji obniżają potencjalną rolę tego transportu w zrównoważonej mobilności.
4. Realizowane modele biznesowe *car sharingu* i *bike sharingu* wykazują się typową dla etapu wzrostu rynku dynamiką zmian strukturalnych. Zmiany te należy traktować jako pożądane wykorzystanie samoregulacyjnych mechanizmów rynkowych tak długo, jak nie zagrażają ciągłości dostępności do danego rodzaju usług w ofercie mobilności.
5. Dotychczasowe doświadczenia MaaS wskazują, że należy określić nie tylko rolę sektora publicznego na poszczególnych rynkach cząstkowych (operatorów), ale także w procesie integracji usług mobilności.

Literatura

1. Olejarczyk E., *Zasada zrównoważonego rozwoju w systemie prawa polskiego – wybrane zagadnienia*, „Przegląd Prawa Ochrony Środowiska”, 2016, nr 2.
2. Mackie P., Preston J., and Nash C., *Bus deregulation: ten years on*, „Transport Reviews”, 1995, 15(3).
3. Wollmann H., *Local government reforms in Great Britain, Sweden, Germany and France: Between multi-function and single-purpose organisations*, Local Government Studies, 2004, t. 30, N° 4.
4. Van de Velde D. et al., *Contracting in urban public transport*, Report published by European Commission – DG TREN, 01/2008, http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/studies/doc/2008_contracting_urban_public_transport.pdf.
5. *Function of PTA Model*. EPTA Projekt D.3.1., 2010.
6. Bąkowski W., *Wady organizacyjno-prawnej formy zakładu budżetowego w komunikacji miejskiej*, „Transport Miejski”, 1996, nr 12.
7. Mendryk A., *Modelowe ujęcie strategii marketingowej przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego w Polsce*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2013, nr 10.
8. *Policy Asset Management*. TfL Management System. Strona internetowa: <http://conent.tfl.gov.uk/tfl-asset-management-policy.pdf>. Dostęp w dniu: 10.10.2020.

9. Koźlak A., *Sharing economy jako nowy trend społeczno-gospodarczy*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 2017, Nr 489 Ekonomia.
10. <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/paryz-upadek-autolib-dlaczego-najsłynniejszy-car-sharing-zbankrutowal-58912.html>. Dostęp w dniu 23.01.2020.
11. <https://autonaminuty.org/carsharing-2019podsumowujemy-odchodzacy-rok/>
12. <https://warszawa.naszemiasto.pl/miejski-carsharing-w-warszawie-miasto-wycofuje-sie-z/ar/c4-4865218>. Dostęp w dniu 23.01.2020.
13. <https://warszawa.naszemiasto.pl/carsharing-w-warszawie-sie-nie-oplaca-firma-panek-ujawnila/ar/c3-7278437>. Dostęp w dniu 23.01.2020.
14. <https://fintek.pl/traficar-wycofuje-flote-mikrosamochodow-z-warszawy>; <https://wysokienapiecie.pl/19907-zmiany-w-carsharingu-traficar-ucieka-z-warszawy-panek-idzie-w-polske/>. Dostęp w dniu 23.01.2020.
15. <http://twojezaglenie.pl/samochody-na-minuty-wycofuja/>. Dostęp w dniu 23.01.2020.
16. <https://wroclaw.wyborcza.pl/wroclaw/7,35771,25607571,vozilli-we-wroclawiu-nie-bedzie-samochody-znikna-do-konca-kwietnia.html>. Dostęp w dniu 23.01.2020.
17. Remane G. i in., *A Taxonomy of Carsharing Business Models*, Thirty Seventh International Conference on Information Systems, Dublin, 2016, Strona internetowa: <https://www.researchgate.net/publication/308627414>. Dostęp w dniu 16.01.2020.
18. Tart S. i in., *Analysis of business models for car sharing*. Deliverable D3.1. Research and Innovation action. H2020-MG-2016-2017. www.stars-h2020.eu. Dostęp w dniu 03.01.2020.
19. Osterwalder A., Pigneur Y., *Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*, Wiley, 2010.
20. Wilkowska W. i in., *Mobility requirements for the use of carpooling among different user groups*, Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland. Strona internetowa: https://www.researchgate.net/publication/265337272_Mobility_requirements_for_the_use_of_carpooling_among_different_user_groups. Dostęp: 11.11.2019.
21. Hietanen S., *Mobility as a Service – the new transport model*, „ITS & Transport Management Supplement, Eurotransport”, 2014, vol. 12(2).
22. Matyas M., Kamargianni M., *A Holistic Overview of the Mobility as a Service Ecosystem*, Transportation Research Conference, Hungary 2017.
23. *Mobility as a Service PL, Pierwszy przekrojowy raport z polskiego rynku MaaS. Straal i Digital Poland*, 2018, Strona internetowa: <https://www.digitalpoland.org/assets/publications/mobility-as-a-service-pl/mobility-as-ervice-pl-by-straal.pdf>. Dostęp w dniu: 10.01.2020.
24. Jittrapirom P. i in., *Future implementation of mobility as a service (MaaS): Results of an international Delphi study*, „Travel Behaviour and Society”. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.12.004>. Dostęp w dniu 22.01.2020.
25. Surakka T. i in., *Regulation and governance supporting systemic MaaS innovations*, „Research in Transportation Business & Management”, 2018, Nr 27.
26. Finger M., Bert N., Kupfer D., *Mobility-as-a-Service: from the Helsinki experiment to a European model?* European Regulation Transport Observer, Strona internetowa: https://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/38841/ETR_Observer_2015_01.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Dostęp: 10.10.2019.
27. Smith G., Sochor J., Sarasini S., *Mobility as a service: Comparing developments in Sweden and Finland*, „Research in Transportation Business & Management”, 2018, nr 27.
28. Malasek J., *MaaS – kompleksowa usługa w zakresie mobilności*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2018, nr 8.

Rola kobiet w miejskim i aglomeracyjnym transporcie publicznym¹

Streszczenie: Artykuł dotyczy roli kobiet jako pracowników przedsiębiorstw świadczących usługi w miejskim transporcie publicznym. Temat jest znaczący nie tylko z powodu nierównego traktowania kobiet. Aktualnym problemem sektora są kłopoty kadrowe, wynikające z ograniczonego obecnie zainteresowania mężczyzn pracą w branży, w tym na kluczowych stanowiskach (zarządzanie, obsługa klientów i prowadzenie pojazdów), na których kobiety się sprawdzają. Dokonano przeglądu sytuacji w Polsce i krajach Unii Europejskiej. Przedstawiono skrótowo wyniki dofinansowywanych przez UE projektów/badań WISE I i WISE II oraz informacje o działaniach innych podmiotów. W ostatnich latach w polityce unijnej oraz organizacji takich jak UITP i związki zawodowe podjęto wiele działań promujących i wspierających zatrudnienie kobiet w transporcie miejskim. Tematem związanym z rolą kobiet jest bezpieczeństwo ruchu drogowego. Wyniki badań dowodzą, że jedną z korzyści zatrudniania kobiet na stanowiskach kierowców autobusów i motorniczych jest zredukowane ryzyko powodowania wypadków. Nie oznacza to ograniczenia działań do tej grupy zawodowej. W wielu przedsiębiorstwach rośnie udział kobiet na stanowiskach kierowniczych. Jako czynniki wpływające pozytywnie na wzrost zainteresowania kobiet pracą w miejskim transporcie zbiorowym wymieniane są: umiejętność pogodzenia pracy i życia rodzinnego/społecznego, zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy, kultura pracy, wynagrodzenie, perspektywy awansu i podnoszenia kwalifikacji.
Słowa kluczowe: publiczny transport zbiorowy, kobieta kierowca, kobieta motorniczka, rola kobiet, płeć – brd.

Wprowadzenie

Temat „kobieta w transporcie zbiorowym” może obejmować dwa podtematy: kobieta jako użytkownik transportu zbiorowego (klient) oraz jako pracownik jednostek świadczących usługi: przewoźnik/operator, zarząd transportu itp. W artykule skoncentrowano się na drugim temacie. Jest on już od wielu lat przedmiotem zainteresowania w wielu miastach, krajach oraz na poziomie międzynarodowym. Podjęto próbę przeglądu sytuacji wykorzystując dostępne informacje. Skupiono się tylko na publicznym transporcie zbiorowym, to znaczy części transportu zbiorowego, w którym usługi transportowe świadczone są przez operatorów. Jest to uzasadnione brakiem danych dotyczących przewoźników.

Znacząca waga tematu wynika nie tylko z nierównego traktowania kobiet, ale także z celowości wykorzystywania ich pozytywnych cech, a także z kłopotów kadrowych. Problemy te są konsekwencją ograniczonego obecnie zainteresowania mężczyzn pracą w branży, w tym na kluczowych stanowiskach (zarządzanie, obsługa klientów i prowadzenie pojazdów), na których kobiety się sprawdzają.

Kolejno omówiono:

- sytuację w miastach i krajach europejskich oraz działania podejmowane w celu poprawy warunków pracy kobiet w sektorze transportu oraz zwiększenia ich udziału w przedsiębiorstwach świadczących usługi w transporcie zbiorowym,
- sytuację w miastach i aglomeracjach polskich,
- efektywność zatrudniania kobiet z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu.

Projekt WISE – Zatrudnienie kobiet w miejskim transporcie publicznym

Dofinansowany przez UE projekt “Women Employment in Urban Public Transport Sector” (WISE) [1] został opracowany w latach 2010–2011 na zlecenie UITP i Europejskiej Federacji Pracowników Transportu (ETF). Zebrano dane ilościowe (kwestionariusz wypełniony przez operatorów, stowarzyszenia i związki zawodowe) oraz przeprowadzono wywiady z pracownikami przedsiębiorstw w wielu miastach EU. Zorganizowano spotkania robocze w 5 miastach (Antwerpia, Berlin, Bukareszt, Helsinki i Sofia).

W roku 2010 udział kobiet w przedsiębiorstwach wahał się od 5 do 31% – średnia 17,5%. W działach technicznych i operacyjnych był znacznie niższy, często poniżej 10%. W krajach Europy Wschodniej był nieco wyższy niż Zachodniej. W jednym z miast Europy Wschodniej motornicze tramwajów – 45%.

W porównaniu do średniego wskaźnika udziału kobiet w sektorze (17,5%), udział kobiet w zarządzaniu był znacząco wyższy – 23,8%. Znacznie wyższy jest też udział kobiet prowadzących pojazdy szynowe (metro, tramwaj) niż kierujących autobusami. Jest to tłumaczone nie tylko trudnościami w uzyskaniu prawa jazdy, ale także zróżnicowanymi warunkami bezpieczeństwa osobistego.

Jest wiele powodów zatrudniania większej liczby kobiet w miejskim transporcie zbiorowym (MTZ). Starzenie się społeczeństwa powoduje redukcję liczby młodych osób wchodzących na rynek pracy. Potwierdzone pozytywne cechy kwalifikujące kobiety do zatrudniania jako kierowców, motorniczych (styl prowadzenia – bardziej świadomy, bardziej wrażliwy i bardziej rozsądny aniżeli u panów kierowców”). Wielu pasażerów twierdzi, że jazda pojazdem prowadzonym przez kobietę jest bardziej komfortowa.

Jako czynniki, wpływające pozytywnie na wzrost zainteresowania kobiet pracą w miejskim transporcie publicznym (MTP) wymieniane są: umiejętność pogodzenia pracy

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020.

i życia rodzinnego/społecznego, zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy, kultura pracy, wynagrodzenie, perspektywy awansu i podnoszenia kwalifikacji oraz warunki rekrutacji.

Przykłady zatrudnienia kobiet jako prowadzące pojazdy:

BVG w Berlinie: metro – 16,3%, tramwaje – 17,2%, autobusy – 6,1%. DeLijn – Antwerpia: tramwaje – 22,2%, autobusy – 13,6%. Helsinki: autobusy – 6%, tramwaje – 35%, metro – 42%. Jedną z przyczyn wyższego udziału w tramwajach jest brak wymagania prawa jazdy kategorii D.

Przykłady rozwiązań wprowadzonych w krajach, objętych badaniami:

- praca niepełnoetatowa (89,3%);
- elastyczne godziny pracy (75%);
- tandemy, długoterminowe statystyki czasu pracy, badania postaw pracowników (50%);
- planowanie rozkładu pracy uwzględniające strukturę wiekową (42,9%);
- indywidualne rozkłady pracy (32,1%);
- niepełnoetatowa praca osób zarządzających (28,6%);
- telepraca, mentoring (porady) oraz coaching dla kobiet (21,4%).

Inne rozwiązania:

- pomieszczenia na przerwy, przebieralnie, kafeterie;
- urlopy macierzyńskie dla matek i ojców, dłuższe okresy nieobecności w pracy;
- ogródki, przedszkola.

Większość związków zawodowych wspiera działania mające na celu zrównanie warunków pracy mężczyzn i kobiet. Jednak efekty tych działań są ograniczone.

Wnioski projektu WISE:

1. Istnieją możliwości zwiększenia dostępu kobiet do specjalności, takich jak prowadzenie pojazdów (zwłaszcza autobusów) i technicznych, a także do stanowisk menedżerskich.
2. Konieczne jest zapewnienie większego bezpieczeństwa.
3. W większości przypadków szkolenie zawodowe oferowane jest zarówno kobietom, jak i mężczyznom. Nie ma istotnych różnic między szkoleniem kobiet i mężczyzn. W rzeczywistości przedsiębiorstwa rzadko oferują szkolenie wyłącznie dla kobiet.
4. Jest konieczne podwyższanie kultury miejsca pracy tak, żeby zaspokajać potrzeby kobiet i mężczyzn.
5. Istnieje konieczność pogodzenia pracy i życia rodzinnego/społecznego, w tym szczególnie przez organizację pracy. Aktualnie większość przedsiębiorstw (75%) oferuje elastyczny czas pracy. Jednak możliwości pracy na części etatu powinny być zwiększane tam, gdzie jest możliwe ze względów organizacyjnych i uzasadnione z punktu widzenia kosztów.
6. Rekomendowane jest kontynuowanie badań dofinansowanych przez UE, w tym dotyczących zróżnicowania wynagrodzeń między kobietami i mężczyznami oraz prowadzących do lepszego zrozumienia stereotypów związanych z płcią w sektorze.

OPINIA Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie: „Kobiety a transport”²

Akceptowana 1 lipca 2015 roku opinia [2] opracowana została na wniosek Komisarza UE ds. Transportu. Dotyczy ona zatrudnienia kobiet w sektorze. Podstawowe wnioski i zalecenia:

1. „Sektor transportu jest tradycyjnie zdominowany przez mężczyzn we wszystkich podsektorach, w wyniku czego:
 - politykę transportową opracowują mężczyźni pod kątem ich stylu życia,
 - w sektorze zatrudnieni są głównie mężczyźni i jest on dostosowany do pracowników płci męskiej,
 - wartości propagowane w ramach sektora transportu w niewielkim stopniu wspierają pracujące w nim kobiety oraz brakuje działań na rzecz uwzględnienia aspektu płci,
 - polityka transportowa UE nie uwzględnia aspektu płci.
2. Sytuację można zmienić, wprowadzając neutralne pod względem płci działania wspierające konkurencyjność, innowacyjność, wzrost gospodarczy i liczbę miejsc pracy w kontekście strategii „Europa 2020”. Nowy plan inwestycyjny dla Europy, promujący wzrost gospodarczy i zatrudnienia, musi w każdym wymiarze uwzględniać równouprawnienie płci poprzez usuwanie istniejących utrudnień ze względu na płć i rozwijanie kultury zaangażowania i uczestnictwa kobiet i mężczyzn na równych zasadach, jeśli chodzi o aktywność w dziedzinie transportu. Należy szerszej uznać aspekt płci, by stał się on ważnym elementem polityki transportowej UE.
3. Kluczowe zalecenia opinii:
 - zbieranie danych i opracowanie kluczowych wskaźników;
 - zapewnienie aktywności kobiet w polityce i podejmowaniu decyzji oraz w planowaniu;
 - aktywne angażowanie obu płci w tworzenie lepszego środowiska pracy, w tym zasady równości wynagrodzeń za taką samą pracę;
 - podejmowanie działań w zakresie poprawy warunków pracy, aby zachęcać kobiety do podejmowania pracy w sektorze;
 - większe zaangażowanie uczelni wyższych i biur doradztwa zawodowego w propagowanie szerszego zakresu możliwości w sektorze;
 - aktywne propagowanie roli kobiet;
 - wzmacnianie pozycji kobiet oraz zmiana specyfiki sektora na rzecz większej integracji”.

Konferencja TRANSPORT RESEARCH ARENA³

Jednym z elementów programu konferencji były warsztaty: „Praca w transporcie – gdzie są kobiety?”⁴. Ich cel scharakteryzowano we wprowadzeniu: „Teleinformatyka, automatyzacja, planowanie i projektowanie systemów transporto-

² TEN/573, Kobiety a transport. Bruksela, 1 lipca 2015 r.

³ Warszawa 18–21.04.2016.

⁴ https://ec.europa.eu/transport/themes/social/event/workshop-working-transport-%E2%80%93-where-are-women_en

wych oferują kobietom większe niż kiedykolwiek możliwości pracy. Nowe modele biznesowe pojawiły się w sektorach nie tak bardzo zdominowanych przez mężczyzn, jak bardziej tradycyjne obszary transportu. Większy udział kobiet może sprzyjać szerszemu spojrzeniu na innowacje i trendy rozwoju. Umiejętności i percepcja kobiet są kluczowe dla uwzględnienia różnicowania potrzeb mężczyzn i kobiet, co zapewni równość w transporcie i mobilności.

Większy udział kobiet jest uznawany jako służący innowacyjnemu i zrównoważonemu rozwojowi systemów transportowych. Warsztaty mają na celu uzyskanie odpowiedzi na pytanie, jak zwiększyć udział kobiet w sektorze transportu i zidentyfikowanie najpilniejszych zadań.

Wnioski z warsztatów podsumowano w 3 punktach:

- konieczne jest rozszerzanie telepracy,
- oddolne kariery kobiet spowodują większe różnicowanie kadry w sektorze transportu,
- konieczne jest rozwijanie edukacji, w tym w ICT i dyscyplinach technicznych; duże znaczenie mają inicjatywy EU.

Warunki socjalne w przedsiębiorstwach miejskiego transportu publicznego w Europie

Raport „Warunki socjalne w przedsiębiorstwach miejskiego transportu publicznego w Europie” [3] opracowany został w 2016 roku na zlecenie UITP i Europejskiej Federacji Pracowników Transportu (ETF). Podstawą wniosków była analiza literatury i innych dokumentów dot. tematu oraz wywiady z członkami ETF i UITP i przedstawicielami pracodawców, pracowników i właściwych organów w dwunastu państwach UE (AT, BG, BE, CZ, DE, FI, FR, NL, IE, IT, SE, UK).

Trudno było uzyskać krajowe dane o zatrudnieniu, oddzielnie dla branży miejskiego transportu publicznego. Statystyki krajowe przeważnie ujmują wszystkie rodzaje transportu, w tym transport kolejowy, autokarowy (dalekobieżny) oraz międzymiastowy.

W Szwecji i we Francji zaobserwowano ogólny wzrost liczby pracowników, głównie wzrosła liczba kierowców. W Belgii, Finlandii, Holandii i Wielkiej Brytanii sumaryczna liczba zatrudnionych utrzymuje się na tym samym poziomie. W Niemczech, Irlandii i we Włoszech liczba pracowników w miejskim transporcie publicznym nieznacznie spadła.

W sektorze dominują mężczyźni, a u analizowanych operatorów kobiety stanowią od 8 do 18%. Mimo wysiłków czynionych w niektórych przedsiębiorstwach udział ten rośnie bardzo wolno. Jedną z przyczyn małej atrakcyjności pracy dla kobiet jest wielozmianowość.

„W większości krajów odnotowano tendencje do zwiększania obciążenia pracą, co wynika z faktu, że liczba pracowników rośnie wolniej niż liczba pasażerów i natężenia ruchu. Skutkuje to zwiększoną liczbą godzin za kierownicą, nawet w sytuacjach, gdy ogólnie czas pracy pozostał ten sam...”

Konieczność doskonalenia jakości usług powoduje wzrost zapotrzebowania na odpowiednio przygotowanych i motywowanych pracowników. Kluczowe znaczenie mają atrakcyjne warunki pracy, zapobiegające odpływowi pra-

cowników i przyciągające nowych. W umowach z operatorami coraz częściej formułowane są wymagania dotyczące kwestii społecznych związanych z zatrudnianiem, w tym osób starszych i kobiet, doszkalania i in. Coraz częstsze jest zatrudnienie niepełnoetatowe, zwiększające zainteresowanie kobiet pracą w przedsiębiorstwach transportowych.

Jako przykłady wymieniano Austrię, Belgię i Francję. Przykładowo, w Wiedniu operator finansuje szkolenie kierowców/motornicznych w celu zyskania praw jazdy odpowiedniej kategorii, zapewniając im zatrudnienie na pełnych etatach. Dodatkowo zwiększa atrakcyjność pracy rodziców przez finansowanie przedszkoli, kantyn i zwolnień zdrowotnych.

Projekt WISE II “Women’s Employment and Gender Policy in Urban Public Transport companies in Europe”

Projekt WISE II [4] był kontynuacją omówionego wcześniej projektu WISE, zrealizowanego w latach 2010–2011. Skoncentrowano się na zmianach, jakie zaszły w latach 2012–2015. Projekt był dofinansowany przez UE. Zorganizowano m.in. konferencję, której celem była wymiana doświadczeń i popularyzacja „dobrych praktyk”. Zaprezentowano wyniki badań dotyczących polityki przedsiębiorstw i organizacji związkowych ukierunkowanej na wzrost zatrudnienia kobiet w UTP.

Badaniami objęto 21 podmiotów:

- ALT – Autoliikenteen Työntajaliitto ry, Finlandia,
- Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), Niemcy,
- Bremer Straßenbahn AG (BSAG), Niemcy,
- Bus Éireann, Irlandia,
- Dublin Bus, Irlandia,
- IGKM – Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Polska,
- Keolis Sverige, Szwecja,
- Metropoliten EAD, Sofia, Bułgaria,
- Metrorex SA – Societatea Comerciala de Transport cu Metrul Bucuresti, Rumunia,
- Prague Public Transit Company/Dopravní podnik hl. m. Prahy, Republika Czeska,
- RATB – Regia Autonomă de Transport Bucuresti, Rumunia,
- RATP – Régie autonome des transports Parisiens, Francja,
- Stolichen Elektrotransport EAD, Bułgaria,
- STIB-MIV – Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles / Maatschappij, voor het Intercommunale Vervoer te Brussel, Belgia,
- Stolichen Avtotransport, Sofia, Bułgaria, Tallin Urban Transport / Tallinna Linnatranspordi A S, Estonia,
- Transport for London, Wielka Brytania,
- Üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG, Niemcy,
- Wiener Linien GmbH & Co KG, Austria,
- Wiener Lokalbahnen, Austria.

W odróżnieniu od innych krajów, w których analizowano sytuację w wybranych, pojedynczych miastach, w Polsce badania organizowane przez Izbę Gospodarczą Komuni-

kacji Miejskiej objęły 76 operatorów komunikacji miejskiej, co stanowiło 67% operatorów będących członkami Izby. Podsumowanie wyników badań opublikowano w Biuletynie Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej [5]. Wykorzystano je w części artykułu opisującej sytuację w Polsce.

Udział kobiet w grupach zawodowych, w jednostkach objętych projektem WISE II, był następujący: dyrektorzy – 27,91%, kierownicy ze znajomością zasad zarządzania kadrami – 27,82%, administracja – 46,36%, prace utrzymaniowe – 7,31%, kierowca, motornicza – 8,95%, obsługa pasażerów – 44,17%.

W cytowanym raporcie przeanalizowano prawo UE i zidentyfikowano przepisy/regulacje unijne wymagające równego traktowania mężczyzn i kobiet, w tym w warunkach pracy. Opisano także przykłady inicjatyw/działań promujących zatrudnianie kobiet. Poniżej scharakteryzowano wybrane przypadki.

Berlin (BVG) – Zakładany udział kobiet: wzrost z 19,16% w 2015 do 27% w 2022. Realizowany jest program popularyzujący pracę, szkolenia i poprawę warunków pracy, ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb kobiet. M.in. zawiera on komponenty “Women Behind the Wheel” i “Women with Drive” mające na celu zainteresowanie kobiet pracą na stanowiskach kierowców i motorniczek.

Dublin Bus, Irlandia. Z 9 członków zarządu – 4 to kobiety. Jednym z głównych celów jest zwiększenie udziału kobiet w grupie kierowców. Porozumienia z centrami handlowymi, hotelami, kawiarniami i in. zlokalizowanymi przy trasach i punktach końcowych poprawiają warunki pracy. Możliwa jest również praca w systemie 5 dni/2 tygodnie. Z tej opcji korzystają częściej mężczyźni niż kobiety. Program mentoringu dla nowozatrudnionych pracowników na stanowiskach kierowniczych wspiera kobiety i inne grupy mniejszościowe.

Wieder Linien. W roku 2016 – 8,847 zatrudnionych. Wśród 4554 prowadzących pojazdy jest 598 kobiet (13,1%). Zainaugurowany w roku 2016 program ma na celu m.in. zwiększenie atrakcyjności pracy dla młodych kobiet oraz poprawę warunków pracy.

Bruksela. Brukselskie Przedsiębiorstwo Transportu Międzygminnego (STIB-MIVB) – metro, tramwaj, autobus (*Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles* or *STIBMaatschappij*) obsługuje 19 gmin metropolii. STIB prowadzi działania mające na celu zainteresowanie kobiet prowadzeniem autobusów i tramwajów. „Jest to motywowane tym, że kobiety są mniej konfrontacyjne i prowadzą pojazdy w sposób poprawiający komfort podróży. Dostrzeżenie dużej liczby kobiet prowadzących autobusy może motywować obserwatorów tej sytuacji do wyboru tego zawodu. Jest to efekt domina – jako wzór do naśladowania”.

Üstra Hannoversche Verkehrsbetriebe AG, Niemcy. Cel 2020 – wzrost udziału kobiet z 16% do 22%.

Keolis, Francja. Przykład popularyzacji zawodu kierowcy autobusu: zaproszenie do zajezdni autobusowej, udział 80 kobiet, możliwość poprowadzenia autobusu – informacja o korzyściach. Efekt – zatrudnienie 9 kobiet.

ASLEF, Wielka Brytania. Związek maszynistów kolejowych. Sugestia: Zachęcanie pracowników firmy do do-

szkalania obniża koszty. Kobiety angażują się w osiągnięciu celów firmy.

Regia Autonomia de Transport Bucuresti Romania (RATB). Przestrzeganie przepisów dotyczących zatrudniania kobiet, w tym związanych z narodzinami i funkcjami rodzicielskimi. Na przykład kobiety w ciąży i pielęgnujące dzieci nie mogą być zmuszane do pracy na zmianach nocnych. Przysługuje im prawo do dyspensy (zwolnienia) w wymiarze do 16 godzin miesięcznie na konsultacje i zabiegi medyczne. Kobiety wychowujące dzieci do 6. roku życia mają prawo do pracy na części etatu.

Sofia, Bułgaria – Federacja Związków Zawodowych (FTTUB) w 2014 roku podpisała z prezydentem Sofii porozumienie w sprawie współpracy w zakresie promowania zatrudnienia kobiet w przedsiębiorstwach transportu publicznego, poprawy warunków ich pracy oraz podnoszenia kwalifikacji.

Kobieta w transporcie – Platforma EU

Celem *Women in Transport – EU Platform*⁵, zainicjowanej 27 listopada 2017 roku, jest zwiększenie zatrudnienia kobiet, m.in. przez stworzenie równych szans i warunków pracy w transporcie dla kobiet i mężczyzn przez działania podejmowane przez członków Platformy. Stworzono m.in. forum dla dyskusji i wymiany wiedzy o dobrych praktykach.

Deklaracja ETF i UITP

8.04.2014 r. UITP i ETF (European Transport Workers Federation) podpisały deklarację: „Wspólne rekomendacje: Wzmocnienie roli kobiet w miejskim transporcie publicznym”. Ta deklaracja była sprowokowana wynikami opisanego wcześniej projektu WISE, w którym uczestniczyły UITP i ETF. Najważniejsza rekomendacja, to wzrost udziału kobiet zatrudnionych w przedsiębiorstwach miejskiego transportu publicznego z 17,5% w 2013 r. do co najmniej 20% w 2020 r. i 40% w 2035 r. M.in. jest to uzasadnione prognozami zmian demograficznych. Wymaga to: polityki rekrutacyjnej, systemu kształcenia kadry, stwarzania szans kariery, dostosowania warunków pracy i godzenia życia zawodowego i rodzinnego, stwarzania odpowiednich warunków pracy, równych dochodów kobiet i mężczyzn, kultury współpracy, eliminacji dyskryminacji i stereotypowego traktowania kobiet.

POLSKA

Wiedza o zatrudnieniu kobiet w przedsiębiorstwach transportu publicznego w Polsce została pogłębiona w wyniku udziału w omówionym wcześniej projekcie WISE II. Informacje dotyczące Polski zawiera artykuł [5]. Wśród operatorów, którzy odpowiedzieli na ankietę, byli zarówno przedstawiciele firm dużych, średnich, jak i małych. Stwierdzono, że w roku 2015 w 76 przedsiębiorstwach transportu publicznego kobiety stanowiły 13,02% wszystkich zatrudnionych. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że udział ten nie zależał od wielkości miasta.

⁵ https://ec.europa.eu/transport/themes/social/women-transport-eu-platform-change_en

Tabela 1

Kobiety pracujące w wybranych przedsiębiorstwach komunikacji miejskiej – 2015			
	Pracownicy ogółem	Kobiety	Procent
MZA Warszawa + Tramwaje Warszawskie	4675 + 3568	341 + 787	13,68
MPK Łódź	3233	355	10,98
MPK Wrocław	2221	309	13,91
MZK Bydgoszcz	1150	167	14,52
MPK Częstochowa	791	110	13,90
MPK Radom	430	44	10,23
KM Płock	385	47	12,20
MZK Opole	307	53	17,26
MPK Włocławek	210	28	13,33
MZK Leszno	70	12	17,14
MZK Wejherowo	92	9	9,78
MZK Krotoszyn	40	6	15,00

Źródło: [4]

W tabeli 2 podano dane nt. liczby/udziału kobiet prowadzących tramwaje i autobusy.

W wielu przedsiębiorstwach transportowych podejmowane są działania, których celem jest zwiększenie udziału kobiet w pracy, w tym na stanowiskach kierowców i motorniczych. Poniżej scharakteryzowano przykłady takich działań.

Tabela 2

Kobiety pracujące na stanowisku kierowcy autobusu/motorniczego tramwaju			
Przedsiębiorstwo	Kierowcy/motorniczowie ogółem	Kobiety	Procent
MZA Warszawa	3619	103	2,85
TW Warszawa	1350	324	24,00
MPK Łódź	1731	130	7,51
MPK Wrocław	1356	121	8,92
MZK Bydgoszcz	706	72	10,19
MPK Częstochowa	421	32	7,60
MPK Radom	254	5	1,96
KM Płock	220	12	5,45
MZK Opole	346	51	14,74
MPK Włocławek	126	3	2,38
MZK Leszno	39	2	5,12
MZK Wejherowo	55	2	3,63
MZK Krotoszyn	24	1	4,17

Źródło: [4]

MZK Gorzów Wielkopolski [6]

Przypadek szczególny ze względu na charakter wyzwania, bogactwo działań i uzyskane efekty. Pierwsze kobiety zostały zatrudnione na stanowisku kierowcy w 2008. W lipcu 2017 było ich 13. W roku 2017, wobec zamierzonego, czasowego wstrzymania kursowania tramwajów w Gorzowie Wielkopolskim na okres około dwóch lat, powstała konieczność uruchomienia zastępczej komunikacji autobusowej. Podjęto działania mające na celu zwiększenie liczby kierowców autobusów. Między innymi:

- przeszkolono 28 pracowników, zatrudnionych jako motorniczo tramwajów i, po zdaniu egzaminu państwowego, przeniesiono ich na stanowisko kierowcy autobusu;

Miejski Zakład Komunikacji w Gorzowie Wielkopolskim Sp. z o.o. zaprasza **Panie** do udziału w projekcie:

„DZIEWCZYNY NA AUTOBUSY”

W projekcie oferujemy dla Pań:

- pokrycie 80% kosztów zdobycia uprawnień potrzebnych do wykonywania zawodu kierowcy autobusu (prawo jazdy kat. D, kwalifikacja zawodowa badania lekarskie)
- zatrudnienie w Miejskim Zakładzie Komunikacji w Gorzowie Wielkopolskim Sp. z o.o. na stanowisku kierowcy autobusu po uzyskaniu stosownych uprawnień

Zainteresowane Panie zapraszamy do kontaktu z Miejskim Zakładem Komunikacji w Gorzowie Wielkopolskim Sp. z o.o. telefon: 95 7287 808 lub 95 7287 819 e-mail: rzecznik@mzk-gorzow.com.pl lub osobiście w siedzibie Spółki Gorzów Wlkp., ul. Kostrzyńska 46 pok. 4

MZK

Rys. 1. Ulotka informacyjna o inicjatywie „Dziewczyny na autobusy”

- zorganizowano kurs na prawo jazdy kat. D z tzw. gwarancją zatrudnienia na okres minimum 12 miesięcy – efektem było zatrudnienie 12 kierowców autobusów;
- zorganizowano kurs na prawo jazdy kat. D w ramach programu „Dziewczyny na autobusy” (rys. 1) z gwarancją zatrudnienia na okres minimum 36 miesięcy; częściowo sfinansowano koszty zdobycia uprawnień do kierowania autobusem; efektem było zatrudnienie jako kierowców 10 kobiet.

Efektem projektu był wzrost liczby kobiet/kierowców od 1 lipca 2017 do 31 stycznia 2018 z 13 do 23. „Jeśli chodzi o pasażerów, to obecnie widok kobiety prowadzącej autobus jest akceptowany i nawet docierają do nas sygnały pasażerów mówiące o tym, iż jadąc autobusem prowadzonym przez kobietę, czują się bardziej komfortowo, bo, jak twierdzą, widok kobiety za kółkiem autobusu łągodzi obyczaje”.

Tramwaje Warszawskie. Po wojnie, w 1949 roku zorganizowano pierwszy kurs na motorniczą tramwaju. Od tego czasu w Tramwajach Warszawskich zatrudnienie kobiet systematycznie wzrasta. Ostatnio Inicjatywa „Wsparcie zatrudnienia kobiet”: zasada równego traktowania, warunki umożliwiające łączenie macierzyństwa z pracą, stabilność zatrudnienia, elastyczny czas pracy. W roku 2018 wśród 1407 prowadzących tramwaje 309 to kobiety (22%).

MZA Warszawa. Bezpłatne szkolenie pod warunkiem umowy o pracę na okres 3 lat. Udogodnienia biorące pod uwagę m.in. obowiązki rodzinne. W wyniku podjętych działań w latach 2015–2019 liczba kobiet/kierowców wzrosła z 103 do 130, a ich udział z 2,84% do 3,44%.

Metro Warszawskie. Przypadek szczególny. Spośród 2659 pracowników etatowych, zatrudnionych w roku 2020, 405 stanowią kobiety. Procent kobiet (15,2%) jest wyższy niż w większości przedsiębiorstw, wymienionych w tabeli 1. Wykonywane funkcje charakteryzują dane zawarte w tabeli 3.

Tabela 3

Liczba kobiet zatrudnionych w Metrze Warszawskim na stanowiskach dyrektorskich i operacyjnych		
Lp.	Stanowisko	Liczba osób
1	dyspozytor ruchu	8
2	dyżurny ruchu i stacji	40
3	dyżurny stacji	67
4	inspektor d/s stacji	4
5	stażysta - prowadzący pojazdy metra	3
6	inspektor nadzoru	10
7	dyrektor	10
8	z-ca dyrektora	9
9	pozostałe stanowiska	254

Źródło: Dyrekcja Metra Warszawskiego, 2020

Analiza powyższych danych prowadzi do następujących wniosków:

- w przeciwieństwie do sytuacji w przedsiębiorstwach tramwajowych nie zatrudniono dotąd kobiet jako prowadzących pociągi; dopiero ostatnio podjęto działania mające na celu zatrudnienie kobiet na tym stanowisku; trwa szkolenie 3 kobiet (staż);
- widoczne jest zatrudnienie znacznej liczby (19) kobiet na stanowiskach dyrektorskich oraz ponad 100 kobiet na stanowiskach operacyjnych, takich jak dyspozytor ruchu i dyżurni ruchu i stacji.

Dowodem zainteresowania tematem kobiecyta w transporcie była, zorganizowana przez Zespół Doradców Gospodarczych TOR konferencja, która odbyła się 6 czerwca 2018 roku w Warszawie. Była to trzecia edycja konferencji połączonej z networkingiem i warsztatami dla kobiet, które piastują stanowiska menedżerskie w branży transportu i infrastruktury oraz dla tych, które planują rozpocząć swoją karierę w tych branżach. Jednym z celów forum była popularyzacja pracy w sektorze transportu publicznego wśród młodych kobiet poszukujących swojej ścieżki kariery zawodowej. W czasie forum stworzono również warunki do wymiany informacji i dzielenia się doświadczeniami w panelach dyskusyjnych w czasie nieformalnych spotkań. Autor artykułu był moderatorem dyskusji panelowej *Oblicze sukcesu* i autorem wystąpienia wprowadzającego dotyczącego transportu zbiorowego.

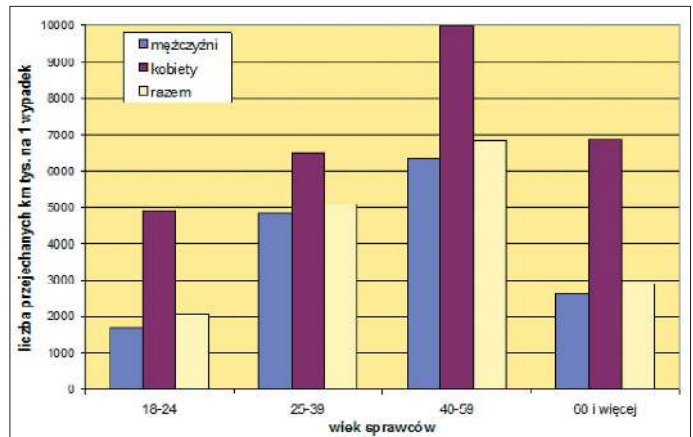
Bezpieczeństwo ruchu drogowego – wpływ płci na wypadkowość

Wpływ płci kierowców na wypadkowość na drogach jest od lat przedmiotem badań. W roku 1993, w Zakładzie Dróg i Lotnisk Politechniki Warszawskiej, zrealizowano projekt „Kobieta w ruchu drogowym”. Jego wyniki podsumowano w artykule [7]. Przeprowadzono badanie udziału kobiet prowadzących samochody osobowe na drogach Warszawy. Wielkość próby określono przy założeniu błędu 1% i współczynnika ufności 0,95. Badanie wykazało, że kobiety stanowią 18% kierowców samochodów osobowych. Informacje o udziale kobiet kierowców w wypadkach, które miały miejsce w Warszawie w roku 1992, uzyskano z Centrum

Tabela 4

Częstość wypadków drogowych spowodowanych przez kierowców samochodów osobowych wg płci i wieku			
Wiek	Liczba kilometrów (w tys.) przejechanych na 1 spowodowany wypadek		
	Mężczyźni	kobiety	razem
18-24	1,718	4,912	2,060
25-39	4,852	6,501	5,078
40-59	6,364	9,976	6,827
60 i więcej	2,643	6,859	2,896
Razem	4,251	7,119	4,599

Źródło: [8]



Rys. 2. Średnia liczba kilometrów (tys.), przejechanych przez kierowcę samochodu osobowego na jeden wypadek według wieku i płci sprawcy

Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego – Instytut Transportu Samochodowego. Udział kobiet kierowców uwikłanych w wypadki był równy 14%. W analizie przyjęto, że *kierowca uwikłany w wypadek*, to każdy kierowca uczestniczący w wypadku, to znaczy nie tylko kierowca uznany za sprawcę.

W dalszych latach temat wpływu płci i wieku na wypadkowość był kilkakrotnie przedmiotem badań/analiz prowadzonych przez Instytut Transportu Samochodowego. Chociaż analizy dotyczyły głównie wypadków powodowanych przez kierowców samochodów osobowych, to jej wyniki dostarczają podstaw do oceny wpływu wieku i płci na wypadkowość, także w przypadku prowadzenia pojazdów innej kategorii. Decyduje bowiem o tym styl jazdy i zachowania kierowców. Dane zawarte w tabeli 4 i na rysunku 2 dotyczyły lat 1995 i 1996.

Analiza danych zawartych w tabeli 4 prowadzi do wniosku, że w roku 1995 prawdopodobieństwo spowodowania wypadku przez mężczyznę było o 67% większe niż przez kobietę.

Analizy dotyczące płci i wieku kierowców sprawców wypadków były powtarzane. Z analizy danych dotyczących roku 2005 [9] wynika, że wskaźniki liczby kilometrów przejechanych przez kierowcę na jeden wypadek nadal zależą od płci kierowcy. Dla kobiety jest to 6,7 mln km, dla mężczyzny – 4,7 mln km.

Porównanie wyników dla roku 1995 i 2005 prowadzi do następujących wniosków:

- wskaźnik liczby przejechanych kilometrów na jeden wypadek dla kobiet spadł z 7,12 do 6,7 mln km, natomiast dla mężczyzn wzrósł z 4,25 do 4,7 mln km,

- różnica między bezpieczeństwem jazdy mężczyzn i kobiet nieco zmalała, ale nadal styl prowadzenia samochodu przez kobietę jest bardziej bezpieczny.

USA – Kobiety jako kierowcy zawodowi

Bureau of Labor Statistics (BLS): Kobiety stanowią około 5% kierowców samochodów ciężarowych i 46% kierowców autobusów. Wysoki udział kierowców autobusów jest konsekwencją objęcia analizą także kierowców autobusów szkolnych. Wyniki badań i analiz, dotyczących bezpieczeństwa i wydajności kobiet – zawodowych kierowców (kobiet prowadzących samochody ciężarowe i autobusy), uzasadniają ich zatrudnianie na tych stanowiskach. Zwiększenie ich liczby poprawi bezpieczeństwo i przyniesie korzyści ekonomiczne⁶.

Raport European Traffic Safety Council – Wpływ płci na bezpieczeństwo ruchu drogowego ETSC 2013⁷

Badania są podstawą twierdzenia, że – w porównaniu z kobietami – mężczyźni jeżdżą z większą prędkością, częściej łamią przepisy (w tym dot. przekraczania limitu spożycia alkoholu), negatywnie oceniają rozwiązania, takie jak pasy bezpieczeństwa i blokady alkoholowe. Także częściej tracą kontrolę nad pojazdem. Różnice między kobietami i mężczyznami powinny stanowić podstawę różnicowania polityki w konkretnych obszarach.

Podsumowanie

Analizy dotyczące roli kobiet w realizacji celów zrównoważonego rozwoju transportu w miastach i aglomeracjach dają podstawy do poniższych wniosków.

Temat jest od wielu lat przedmiotem zainteresowania w wielu krajach i organizacjach międzynarodowych. W ostatnich latach, znalazło to odbicie w polityce, programach i działaniach Unii Europejskiej, oraz organizacji takich, jak UITP i związki zawodowe. Sformułowano wiele postulatów i działań promujących i wspierających zatrudnienie kobiet w transporcie miejskim.

W artykule skrótoowo przedstawiono wyniki wybranych opracowań i działań: projektów, dofinansowane przez Unię Europejską WISE I i II (Zatrudnienie kobiet w sektorze miejskiego transportu publicznego) [1] i [4], „Warunki społeczne w przedsiębiorstwach transportu miejskiego w Europie” [3], oraz prac krajowych, dotyczących sytuacji w wybranych przedsiębiorstwach [5] i [6]. Ostatnia część artykułu dotyczyła zagadnień bezpieczeństwa ruchu drogowego [7], [8] i [9]. W dalszych punktach podsumowano wnioski, wynikające z przeprowadzonych analiz.

Jednym ze sprawdzonych i efektywnych działań jest poprawa podaży i jakości usług świadczonych przez przedsiębiorstwa transportu zbiorowego, w tym publicznego.

Poważną przeszkodą w uzyskaniu tej poprawy są trudności kadrowe. Wynikają one, między innymi, ze starzenia się społeczeństwa, które powoduje redukcję liczby młodych osób wchodzących na rynek pracy, ale także z niewielkiego zainteresowania kobiet pracą w sektorze zdominowanym przez mężczyzn. Małe zainteresowanie kobiet jest związane nie tylko z warunkami pracy na niektórych stanowiskach, ale także z atmosferą, w jakiej miałyby pracować.

Jest wiele powodów zatrudniania większej liczby kobiet w miejskim transporcie zbiorowym, także na stanowiskach tradycyjnie zastrzeżonych dla mężczyzn. Doświadczenia wielu krajów, w tym polskie, potwierdziły pozytywne cechy kobiet, kwalifikujące je do zatrudniania jako kierowców i motorniczych. Między innymi są one rzadziej sprawcami wypadków i są pozytywnie oceniane przez pasażerów za styl jazdy. Nie oznacza to ograniczenia działań do tej grupy zawodowej. W wielu przedsiębiorstwach rośnie udział kobiet na stanowiskach kierowniczych.

Jako czynniki wpływające pozytywnie na wzrost zainteresowania kobiet pracą w miejskim transporcie zbiorowym wymieniane są: umiejętność pogodzenia pracy i życia rodzinnego/społecznego, zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy, kultura pracy, wynagrodzenie, perspektywy awansu i podnoszenia kwalifikacji.

W ostatnich latach w polityce unijnej oraz organizacjach takich jak: UITP i związki zawodowe podjęto wiele działań promujących i wspierających zatrudnienie kobiet w transporcie miejskim.

Literatura

1. *Women Employment in Urban Public Transport Sector – WISE, Project Report*, 2012.
2. *Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie: „Kobiety a transport”* 1 lipca 2015 (2015/C 383/01). Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej.
3. *Social Conditions in Urban Public Transport Companies in Europe. Final report*. 2016. Report prepared by ICF Consulting Services for UITP and European Transport Workers' Federation (ETF), Project financed by the EU.
4. *Women's Employment and Gender Policy in Urban Public Transport companies in Europe – WISE II*. Project report 2016.
5. Błaszczak A., *Praca kobiet w transporcie miejskim*, Biuletyn Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej, 2016, nr 141.
6. Pejski M., „Kobiety na autobus” – projekty realizowany przez MZK w Gorzowie Wlkp., Biuletyn Izby Gospodarczej Komunikacji Miejskiej, 2018, nr 147.
7. Kleszczewska K., Suchorzewski W., *Czy kobiety za kierownicą zagrażają bezpieczeństwu ruchu?*, „Bezpieczeństwo Ruchu Drogowego”, 1994, nr 1.
8. *Analiza statystyczna wypadków drogowych z uwzględnieniem parametrów wpływających na ocenę ryzyka w obowiązkowym ubezpieczeniu odpowiedzialności cywilnej posiadaczy pojazdów mechanicznych*, Instytut Transportu Samochodowego, Centrum Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego. Temat nr 1088/CBR. 1998.
9. Zielińska A., *Kobieta w ruchu drogowym*, „Kobieta i Biznes”, 2006, nr 1–4.

⁶ Źródło: <https://rns.trb.org/dproject.asp?n=35343>

⁷ Źródło: https://etsc.eu/wp-content/uploads/2014/03/Flash25_Gender.pdf

STANISŁAW JURGA

dr inż., MPK SA w Krakowie,
Dział Techniczny, ul. Jana Brożka 3,
30-347 Kraków, e-mail:
jurga@mpk.krakow.pl

ADAM KANIEWSKI

mgr inż. MPK SA w Krakowie,
Dział Techniczny, ul. Jana Brożka 3,
30-347 Kraków, e-mail:
akaniew@mpk.krakow.pl

Tramwaje z zasilaniem autonomicznym w Krakowie¹

Streszczenie: Na rynku dostępne są systemy pozwalające na likwidację tramwajowej napowietrznej sieci trakcyjnej, które zgodnie z obecnymi trendami urbanistyki miast są w stanie zapewnić poprawę ich estetyki szczególnie w centrach historycznych miast lub w miejscach, w których montaż sieci trakcyjnej może być utrudniony. W ramach prac studialnych przeprowadzonych przez MPK Kraków analizowano możliwe warianty realizacji wyznaczonego celu na nowych pojazdach oraz już eksploatowanych przez przewoźnika. Rozmowy z potencjalnymi dostawcami wykluczyły możliwość dostosowania części posiadanych pojazdów niskopodłogowych do podjęcia pracy na linii pozbawionej sieci trakcyjnej oraz pozwoliły na określenie kierunku, w jakim obecnie podąża MPK Kraków w kwestii zakupu nowego taboru. Sformułowano wymagania, jakie muszą spełniać pojazdy, aby zrealizować stawiane cele. MPK Kraków w ramach dostaw na 50 nowych tramwajów zdecydowało się na zakup pojazdów pozwalających na przejazd odcinka bez zasilania z sieci trakcyjnej, z czego reszta ma być gotowa do doposażenia we wspomniany system. Obecnie oczekuje się, że rzeczywista eksploatacja pojazdów na wyznaczonych fragmentach trasy, na których w przyszłości przewiduje się likwidację sieci trakcyjnej, pozwoli na walidację założeń oraz odpowiedź na pytanie, czy stawiane wymagania dotyczące warunków eksploatacji są wystarczające w dłuższej perspektywie i jakie są rzeczywiste koszty utrzymania zasobników energii, co pozwoli określić ich trwałość oraz poznać wady i niedostatki dostępnych dziś rozwiązań.

Słowa kluczowe: miejski transport zbiorowy, komunikacja tramwajowa, tramwaj z zasilaniem autonomicznym

„Klasycznie” zbudowane tramwaje pobierają energię z górnej sieci trakcyjnej. Wraz z rozwojem nowych technologii, a szczególnie systemów magazynowania energii, zyskują na popularności alternatywne metody zasilania pojazdów, które obecnie pozwalają na likwidację napowietrznej sieci trakcyjnej na części odcinków linii tramwajowych obsługiwanych przez pojazdy. Jest to szczególnie pożądane w centrach historycznych miast, w których zabytkowe budowle stają się lepiej widoczne lub w miejscach, w których montaż górnej sieci trakcyjnej jest utrudniony. To rozwiązanie może znaleźć również zastosowanie w przypadkach zaniku zasilania na fragmencie odcinka trasy, jak też na wczesnym etapie budowy nowej trasy tramwajowej.

Dostawy pojazdów tego typu zaczęły pojawiać się w świecie w ciągu ostatniej dekady. Przykładem mogą być tramwaje firmy Inekon, która w 2016 roku zakończyła produkcję i testy prototypu tramwaju dla amerykańskiego miasta Seattle (fotografia 1). Tramwaj został dostarczony do zamawiającego. Część trasy tramwaj będzie w stanie pokonywać bez sieci trakcyjnej.

Tramwaj ten zestawiony jest z trzech członów i jest pojazdem dwukierunkowym. Został wyposażony w akumulatory litowo-jonowe. Dzięki akumulatorom, pojazd może pokonać do 16 kilometrów bez napowietrznej sieci trakcyjnej. W czasie, gdy tramwaj będzie wykorzystywał energię zgromadzoną w akumulatorach, pojazd będzie mógł rozpędzić się maksymalnie do 32 km/h. Tramwaj ten został zbudowany w zakładzie Ekova Electric w Ostrawie, gdzie również przeprowadzono jego pierwsze testy na tamtejszej sieci tramwajowej. Miasto Seattle przeznaczyło 30 mln dolarów na zakup siedmiu tramwajów, z opcją zwiększenia kontraktu o kolejne 19 pojazdów.

Inekon wygrał również kontrakt na dostawę sześciu nowych dwukierunkowych tramwajów dla linii M1 w Detroit. Te tramwaje będą również wyposażone w baterie litowo-jonowe, co jest bardzo ważnym elementem zamówienia, ponieważ linia będzie zelektryfikowana tylko w 40% długości. Pojazdy będą miały również wieszaki na rowery i WiFi [1].

Innym przykładem może być program PrimoveCity, który Bombardier Transportation w 2010 roku ogłosił jako rozpoczęcie nowego rozwiązania e-mobilności. Projekt PrimoveCity ma na celu zlikwidowanie ograniczeń w zasilaniu i ładowaniu pojazdów elektrycznych, łącząc w sobie możliwość zasilania różnych pojazdów, w tym tramwajów, autobusów, taksówek i samochodów, przy wykorzystaniu jednej technologii.

Technologia BOMBARDIER PrimoveCity została zastosowana przy produkcji tramwaju dla Augsburga (Niemcy). Pole magnetyczne jest wytwarzane z urządzeń umieszczonych pod powierzchnią drogi. System zasila urządzenia tylko wówczas, gdy pole jest w pełni pokryte przez pojazd. Pojazdy i urządzenia zostały zaprojektowane tak, aby spełniać wszystkie normy bezpieczeństwa. Niezawodność jest zapewniona nawet w niekorzystnych warunkach pogodowych, takich jak śnieg, deszcz, lód, piasek lub woda.



Fot. 1. Tramwaj dla amerykańskiego miasta w Seattle
Źródło: [1]

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2020. Procentowy udział wkładu autorów w publikację: S. Jurga 50%, A. Kaniewski 50%.

Rozwiązanie Bombardiera PrimoveCity zmienia zasady funkcjonowania transportu elektrycznego i ma być głównym bodźcem do osiągnięcia prawdziwie zrównoważonego transportu miejskiego. Żadne inne rozwiązanie w dziedzinie e-mobility nie dostarcza porównywalnych korzyści z dynamicznego ładowania, elastyczności, bezpieczeństwa i intermodalności. [2]

Innym rozwiązaniem jest system ALSTOM APS, który opiera się na 10-metrowych segmentach, z 8-metrową częścią zasilaną. W podwoziu trzeciego członu tramwaju zabudowane są dwa odbieraki, a każdy z nich posiada specjalny ślizg. Ramiona odbieraka to dwa wahacze, które za pomocą siłownika powodują, że odbierak jest unoszony i odłączany lub opuszczany i dociskany do zasilanego pasa w torowisku. Na podobnej zasadzie funkcjonuje system Ansaldo STS TramWave, który również opiera się na bezpośrednim połączeniu galwanicznym, przy tym charakteryzuje się o połowę krótszymi odcinkami zasilania oraz zapewnia połączenie dwóch biegunów zasilania. [3][4]

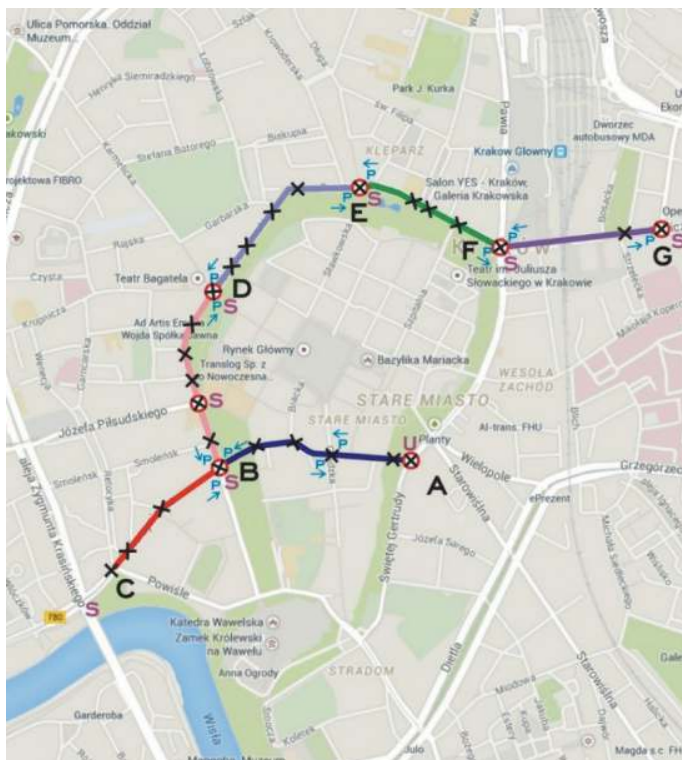
Zasilanie tramwaju z torowiska, to rozwiązania wciąż niespotykane w Polsce, zaś na świecie stopniowo znajdują one zastosowanie w kolejnych ośrodkach miejskich. Najbardziej znanym miastem z tramwajami bez sieci trakcyjnej pozostaje wciąż francuskie Bordeaux. W ostatnich latach dołączyły do niego Reims i Angers, zaś kolejnym francuskim miastem z tramwajami niewykorzystującymi sieci górnej będzie Orlean. [5]

W Polsce pierwsze prace badawcze nad tramwajem z akumulatorowym zasobnikiem były realizowane przez Instytut Elektrotechniki przy współdziałaniu Tramwajów Warszawskich [6], jednak dopiero dziś dostępne ogniwa baterii pozwalają uzyskać zadowalający czas ładowania, zasięg, masę pojazdu oraz trwałość zasobnika, bez zauważalnego dla pasażerów pogorszenia komfortu przejazdu oraz dynamiki.

W 2015 roku MPK SA w Krakowie testowało prototypowy tramwaj Tramino S100 firmy Solaris. Z technicznego punktu widzenia jedną z największych innowacji, jakie oferował prezentowany tramwaj, był zasobnik energii z systemem superkondensatorów. Dzięki nim pojazd mógł gromadzić energię elektryczną podczas hamowania pojazdu, która później mogła być wykorzystywana na potrzeby rozpędzenia pojazdu. Był to też tramwaj, którego układ superkondensatorów mógł być potencjalnie wykorzystywany dla zapewnienia poruszania się tramwaju przy jeździe bez zasilania zewnętrznego (z sieci).

W tym samym roku MPK rozpoczęło pierwsze prace studialne, które miały za zadanie określenie możliwości eksploatacji tramwajów bez zasilania z sieci napowietrznej, w zabytkowej części miasta (rysunek 1).

Trasa w tym wariantcie obejmuje 6 przestanków, jednak z uwagi na fakt, że mamy do czynienia ze ścisłym centrum miasta, w którym ruch pieszych jest znaczący, przewiduje się znacznie większą ilość wymaganych postojów. W założeniach na obecnym etapie nie dopuszczono do doładowywania pojazdu na żadnym z przystanków w wyznaczonej strefie – bez zasilania z sieci trakcyjnej. Zasobniki w tram-



Rys. 1. Przebiegi tras bez zasilania z sieci trakcyjnej (Trasa 1: C – B – D – E – F – G; Trasa 2: A – B – C; Trasa 3: A – B – D – E – F – G).

waju mają być doładowywane po zjeździe z odcinka bez sieci zasilającej na torowiska z zasilaniem.

Na rynku znane są dwa rozwiązania pozwalające na likwidację górnej sieci trakcyjnej. Zalicza się do nich systemy zasilania ciągłego poprzez linię zasilającą wbudowaną w torowisko lub zabudowane na pojazdach magazyny/zasobniki energii elektrycznej, oparte najczęściej o baterię np. litowo-jonową, superkondensatory lub ogniwa paliwowe. W Krakowie zdecydowano się na system oparty o rozwiązania bateryjne. W pierwszej fazie prac założono, że do tego celu zostaną przystosowane tramwaje niskopodłogowe, które już są eksploatowane w mieście. Dotyczyło to więc tramwajów produkcji Bombardier Transportation (BT) typu NGT6 i NGT8. W ramach spotkań z przedstawicielami BT oraz VKD Vossloh Kiepe (dostawcą aparatury elektrycznej do tych tramwajów) sformułowano pierwsze wnioski, z których wynikało, że ze względu na możliwości techniczne tj. konieczność instalacji dodatkowej aparatury (zasobników energii) oraz masy pojazdów (wynikające z przepisów odnoszących się do nacisków zestawów kołowych) należy zrezygnować z koncepcji instalacji tej aparatury w tramwajach NGT6. Warunki modernizacji tramwajów NGT8 pod kątem zastosowania aparatury trakcyjnej, pozwalającej na jazdę bez zasilania z sieci napowietrznej na odcinku około 3000 m zostały przedstawione przez BT i VKD. Równoległe, w celach porównawczych oraz ewentualnej dywersyfikacji potencjalnych dostawców niezbędnej aparatury, zwrócono się do polskiego dostawcy aparatury do pojazdów szynowych – firmy Medcom. Rozmowy potwierdziły, że zakres ten jest możliwy do realizacji również przez ten podmiot. Uzyskano niezbędne dane oraz wiedzę i wymagania, które należy spełnić, aby osiągnąć wspomniany cel.