

Jarosław Witkowski<sup>1</sup>Bartłomiej Rodawski<sup>2</sup>Tomasz Kołakowski<sup>3</sup>

# UPROSZCZONA METODYKA DIAGNOZOWANIA POPYTU I JAKOŚCI TRANSPORTU ZBIOROWEGO W DUŻYCH AGLOMERACJACH MIEJSKICH

Złożoność i wysokie koszty badań przewozów realizowanych w miejskim transporcie zbiorowym w wielkich aglomeracjach miejskich powodują, że wbrew obowiązującym regulacjom prawnym nie są one systematycznie prowadzone. W efekcie powstaje zapotrzebowanie na opracowanie uproszczonej metodyki badania popytu i jakości transportu zbiorowego, której wyniki pozwolą na wstępne ich zdiagnozowanie. W artykule zaprezentowano taką metodykę wypracowaną przy badaniu przewozów we Wrocławiu.

## Wprowadzenie

Obowiązujące przepisy prawne<sup>4</sup> nakładają na instytucje odpowiedzialne za zarządzanie transportem zbiorowym w miastach obowiązek prowadzenia corocznych analiz sytuacji rynkowej przy wydawaniu zezwoleń na linie o długości do 100 km. Chodzi przy tym o zdiagnozowanie sprawności i efektywności, gdzie przez sprawność należy rozumieć dostosowanie komunikacji publicznej do potrzeb społeczności lokalnej, a przez efektywność relację kosztów związanych z zarządzaniem i realizacją publicznych usług przewozu osób do przychodów z tytułu biletów. Analizy te powinny obejmować takie aspekty, jak:

1. Aspekty przestrzenne – gęstość pokrycia miasta i jego poszczególnych dzielnic liniami autobusowymi/tramwajowymi oraz gęstość sieci przystanków;

2. Aspekty czasowe – częstotliwość kursów, pory dnia i nocy, w których realizowane są kursy oraz średnia prędkość podróżowania;
3. Kwestie wypełnienia pojazdów – stanowią pochodną wyżej wymienionych zmiennych; z jednej strony biorąc pod uwagę koszty, operatorom zależy na jak najwyższym stopniu wykorzystania pojazdów, z drugiej – biorąc pod uwagę konkurencyjność komunikacji publicznej, niezbędne jest zapewnienie pasażerom wysokiej jakości usług;
4. Analizę finansową pozwalającą na poznanie kształtowania się struktury kosztów i przychodów związanych ze świadczeniem usług komunikacji zbiorowej w mieście. Należy jasno zaznaczyć, iż analiza finansowa pozwala na zbadanie kosztów i przychodów z punktu widzenia konkretnego podmiotu realizującego lub zarządzającego usługami komunikacyjnymi. Tymczasem transport publiczny służy przede wszystkim zaspokajaniu celów publicznych. Stąd wydaje się, iż do podejmowania decyzji dotyczących jego rozwoju należałoby analizę finansową uzupełnić o szacowanie tzw. efektów zewnętrznych, czyli przygotować pełną analizę ekonomiczną.

W celu uzyskania szczegółowych i wiarygodnych informacji o efektywnym popycie na usługi transportu zbiorowego zaleca się prowadzenie obserwacji wewnętrznej lub zewnętrznej. Jawna bądź ukryta obserwacja prowadzona wewnątrz pojazdu umożliwia nie tylko zdobycie dokładnych informacji o liczbie i strukturze pasażerów, ale także pozwala na ustalenie rentowności poszczególnych linii, a nawet kursów. Nieco mniej dokładne informacje można uzyskać dzięki prowadzeniu obserwacji zewnętrznych w wybranych punktach przystankowych<sup>5</sup>. Mając na uwadze potrzebę systematyczności tych badań z uwzględnieniem dobowych, tygodniowych i rocznych wahań sezonowych popytu w dużych aglomeracjach miejskich, należy mieć świadomość ich znaczenia.

<sup>1</sup> Prof. dr hab., Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Gospodarki Regionalnej i Turystyki, Katedra Zarządzania Strategicznego i Logistyki, Jelenia Góra, jaroslaw.witkowski@ue.wroc.pl

<sup>2</sup> Dr, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Gospodarki Regionalnej i Turystyki, Katedra Zarządzania Strategicznego i Logistyki, Jelenia Góra, bartlomiej.rodawski@ue.wroc.pl

<sup>3</sup> Mgr, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wydział Gospodarki Regionalnej i Turystyki, Katedra Zarządzania Strategicznego i Logistyki, Jelenia Góra, tomasz.kolakowski@ue.wroc.pl

<sup>4</sup> Artykuł 22a ust. 3) i 5) *Ustawy o transporcie drogowym* z dnia 6 września 2001 roku, Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 22 grudnia 2003 roku (Dz.U. 232.2331/2003).

<sup>5</sup> Szerzej zob. K. Grzelec, *Wykorzystanie wyników badań marketingowych w analizach popytu w komunikacji miejskiej na przykładzie Gdyni*, Biuletyn Komunikacji Miejskiej 2006, nr 88, s. 7–9.

nej pracochłonności i wysokich kosztów. W miarę rosnących kosztów pracy członków zespołu badawczego coraz bardziej uzasadnione staje się wprowadzenie innowacji technicznych do automatycznego pomiaru liczby pasażerów za pomocą monitoringu wizyjnego, sensorów podczerwieni lub gromadzenia danych z biletów elektronicznych<sup>6</sup>. Nie zmienia to jednak wyzwań związanych z organizacją badań dotyczących problematyki popytu na usługi zbiorowej komunikacji miejskiej oraz preferencji pasażerów. Złożoność i wysokie koszty badań w wielkich aglomeracjach miejskich powodują, że wbrew obowiązującym regulacjom prawnym nie są one systematycznie prowadzone. W efekcie powstaje zapotrzebowanie na opracowanie uproszczonej metodyki badania popytu i jakości transportu zbiorowego, której wyniki pozwolą na wstępne ich zdiagnozowanie.

### Cel i zakres badań miejskiego transportu zbiorowego

W artykule przedstawiono metodykę diagnozy stopnia wykorzystania i jakości transportu zbiorowego we Wrocławiu, którą przeprowadzono w pierwszej połowie 2006 roku, na zlecenie Zarządu Dróg i Komunikacji we Wrocławiu.

Ze względu na relatywnie krótki czas i niski budżet prowadzonych badań zasadnicze znaczenie miało przygotowanie metodyki, która, mimo istotnych ograniczeń czasowych i finansowych projektu, pozwoliłaby dostarczyć kompleksowych informacji wspierających zleceniodawcę w zakresie planowania kierunków rozwoju sieci miejskiego transportu zbiorowego.

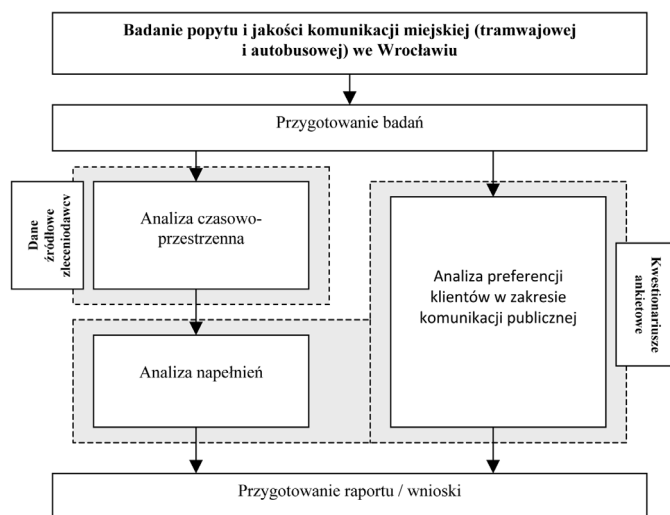
Jako podstawowe cele badania przyjęto:

1. ocenę częstotliwości i układu przestrzennego kursowania pojazdów z perspektywy dostosowania do potrzeb społecznych;
2. ocenę napelnienia środków komunikacji zbiorowej we Wrocławiu na wszystkich liniach tramwajowych i autobusowych.

Jeżeli chodzi o zakres, przyjęto, iż badania będą obejmować:

1. czasowo-przestrzenną analizę 18 linii tramwajowych oraz 73 linii autobusowych (należy zaznaczyć, iż obok przewoźnika komunalnego – Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego – wybrane linie autobusowe obsługiwane były przez dwóch operatorów prywatnych);
2. analizę napelnienia wszystkich linii tramwajowych i autobusowych;
3. analizę preferencji klientów w zakresie wykorzystania i jakości komunikacji publicznej.

Analiza czasowo-przestrzenna została przeprowadzona przy wykorzystaniu podstawowych metod statystycznych. Badanie napelnienia oraz preferencji klientów przeprowadzono, wykorzystując specjalnie do tego celu przygotowane kwestionariusze ankietowe. Ideowy schemat procesu prowadzonych badań zaprezentowano na rysunku 1.



Rys.1. Schemat przeprowadzania badań

Źródło: opracowanie własne

### Etapy badań i ich charakterystyka

#### Etap 1: Przygotowanie badań

W etapie przygotowawczym ustalono ze zleceniodawcą cele i zakres prac badawczych oraz koszty ich prowadzenia. Kamieniem milowym było podpisanie umowy. Istotnym na tym etapie zagadnieniem była delimitacja obszaru badań. Aglomeracja wrocławska została zawężona do obszaru miasta Wrocławia wraz z przylegającymi gminami: Święta Katarzyna, Długołęka, Kobierzyce oraz Miękinia, które są obsługiwane przez autobusy komunikacji miejskiej. Następnie dokonano, konsultując z przedstawicielami zarządu operatora – MPK, podziału aglomeracji wrocławskiej na 69 jednostek przestrzennych, którymi były osiedla oraz podstawowe węzły i arterie komunikacyjne (rysunek 2). Tym samym ustalono poziom szczegółowości badań napelnienia pojazdów oraz preferencji klientów, jako że za podstawę analizy przyjęto odcinki łączące poszczególne jednostki przestrzenne. Wiedza przewoźnika była tutaj niezbędna do wyznaczenia reprezentatywnych punktów (przystanków) stanowiących koniec oraz początek każdego z odcinków. Na tak skonstruowaną siatkę nałożono każdą z linii autobusowych i tramwajowych. Obok podziału przestrzennego dokonano, w uzgodnieniu z MPK, podziału czasowego, tj. podzielono dobę na 6 odcinków, uwzględniając dwa okresy szczytowe – poranny oraz popołudniowy. Na tej podstawie przygotowano kwestionariusze wykorzystywane w dalszej części badań.

#### Etap 2: Analiza czasowo-przestrzenna

Przestrzenno-czasowa diagnoza systemu komunikacji tramwajowej i autobusowej w aglomeracji wrocławskiej została przeprowadzona na podstawie danych źródłowych dostarczonych przez zleceniodawcę. Zbadano:

- gęstość połączeń pomiędzy poszczególnymi jednostkami przestrzennymi,
- długości linii tramwajowych i autobusowych,
- gęstość przystanków w podziale na jednostki przestrzenne (wartości średnie oraz rozkłady teoretyczne

<sup>6</sup> G. Dydkowski, *Methods for measuring traffic in urban transport*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 1691, Gliwice 2005, s. 71–79.

- opisujące odległości przystanków, zwracając szczególną uwagę na asymetrię rozkładów),
- korelację długości linii i gęstości przystanków,
  - częstotliwość kursów w podziale na dni robocze, wolne oraz przyjęte okna czasowe,
  - zmienność częstotliwości w zależności od okna czasowego oraz wydzielonego obszaru przestrzennego.

Na podstawie przyjętych analiz ilościowych wyciągnięto wnioski ogólne dotyczące czasowo-przestrzennych charakterystyk linii tramwajowych oraz autobusowych.



Rys. 2. Obszar aglomeracji wrocławskiej poddany badaniu  
Źródło: opracowanie własne

**Etap 3: Analiza napełnień**

Prowadzenie analizy napełnień okazało się najbardziej skomplikowanym etapem pod względem organizacyjnym. Niezbędne było bowiem zbadanie napełnień każdej z linii w przekroju wyodrębnionych jednostek przestrzennych oraz ich wahań dobowych z uwzględnieniem różnic występujących w ramach dni roboczych, sobót, niedziel oraz dni wolnych od pracy.

Podstawą badań były przygotowane dla każdej linii kwestionariusze napełnień. Przykład wraz z instrukcją prezentuje rysunek 3.

Największym wyzwaniem okazało się wypełnienie kwestionariuszy (biorąc pod uwagę liczbę linii oraz dzienne i tygodniowe wahania popytu podział na dni ich liczbę ustalono na około 500). Kiluosobowy skład zespołu projektowego uniemożliwił bezpośrednie przeprowadzenie badań. Rozpatrywano zatem dwie opcje: po pierwsze, powierzenia badania kontrolerom biletów zatrudnionych przez zleceniodawcę, po drugie, zlecenie zadania kierowcom i motorniczym. Jeżeli chodzi o opcję pierwszą rozpisano dla każdego z kontrolerów czas i miejsca prowadzenia badań. Niemniej jednak ze względu na duże prawdopodobieństwo utraty przychodów ze sprzedaży biletów w czasie zaangażowania kontrolerów w badania wybrano drugą opcję. We współpracy z głównym operatorem – MPK – dokonano dystrybucji ankiet pomiędzy brygady obsługujące poszczególne linie, tak by każde z połączeń zostało zbadane przynajmniej dwukrotnie.

Badania przeprowadzono w okresie czterech tygodni. Zebrano w ten sposób pełne dane dotyczące napełnień na

18 liniach tramwajowych oraz 73 miejskich liniach autobusowych obsługiwanych przez MPK i operatorów prywatnych. W celu weryfikacji wiarygodności uzyskanych danych od kierowców i motorniczych członkowie zespołu w ciągu 5 dni przeprowadzili dodatkowe obserwacje na wybranych liniach w różnych okresach doby. Ponadto w całym okresie zlecenia prowadzono wyrwykowe obserwacje sprawdzające. W wyniku podjętych badań kontrolnych nie zanotowano istotnych odchyień poziomu napełnienia pojazdów w stosunku do ich ocen napełnienia podawanych w kwestionariuszach.

Odcinek trasy (rejon miasta, przystanek)	godziny Rodzaj pojazdu	0 <sup>00</sup> –5 <sup>30</sup>	5 <sup>30</sup> –9 <sup>00</sup>	9 <sup>00</sup> –14 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup> –17 <sup>00</sup>	17 <sup>00</sup> –19 <sup>00</sup>	19 <sup>00</sup> –24 <sup>00</sup>
		JP1 – JP2					
JP2 – JP3							
JP3 – JP4							
JP4 – JP5							
JP5 – JP6							
JP6 – JP7							

Instrukcja wypełniania kwestionariusza

- Dla każdej linii zostały przygotowane kwestionariusze w trzech przekrojach:
  - dni (robocze, soboty, niedziele i święta),
  - godzin (6 przedziałów czasowych),
  - dzielnicy i ulic (69 obszarów);
- Należy ustalić napełnienia występujące w różnych dniach i godzinach w przekroju wyodrębnionych w kwestionariuszu odcinków trasy;
- Dla danej linii należy dokonać obserwacji w obie strony (w każdym przedziale czasowym i przekroju przestrzennym);
- Kursywa (czcionką pochylą) zaznaczono w ankietach odcinki, które nie wchodzą w skład kursów (kierunków) podstawowych;
- Wypełnianie kwestionariusza:
  - wpisać na pierwszej stronie kwestionariusza nr brygady oraz nr ewidencyjny pojazdu,
  - ustalić napełnienie procentowo dla przedziałów, których granice ustalono na 25%, 50%, 80% oraz 100%;
  - sposób, w jaki należy rozumieć przedziały dla poszczególnych pojazdów, obrazuje tabela zamieszczona na drugiej stronie;
  - dla linii, które przebiegają w obu kierunkach praktycznie tą samą trasą, kwestionariusz zawiera zestaw odcinków trasy tylko w jedną stronę; wypełniając ankietę, należy zaznaczyć napełnienie strzałką zwróconą góram w prawą stronę, jeżeli kierunek kursu jest zgodny z kierunkiem opisanym w ankiecie; do opisanego kursu w odwrotnym kierunku należy zastosować strzałkę zwróconą w lewą stronę (przykład):
 

(1) →

(2) ←

 Strzałka nr 1 oznacza, że napełnienie pojazdu jadącego z Olbina w kierunku pl. Bema wynosiło 80%.  
 Strzałka nr 2 wskazuje, iż napełnienie pojazdu jadącego w odwrotnym kierunku tzn. z pl. Bema na Olbin wynosiło 100%.
  - dla linii, które przebiegają w obu kierunkach różnymi trasami (częściowo różnymi trasami), przebieg trasy zobrazowano w obie strony – w ankiecie odcinki takie są opisane zwykłą (niepochyloną) czcionką; dla takich linii należy oznaczać napełnienie strzałką w jedną stronę.

JP – jednostka przestrzenna

Rys. 3. Kwestionariusz badania napełnień – dni robocze, linia x  
Źródło: opracowanie własne

7 Dla każdego rodzaju autobusu lub tramwaju precyzyjnie ustalono, w porozumieniu z MPK, jak należy rozumieć poszczególne wielkości napełnień.

Otrzymane wyniki zostały poddane analizie. Przeprowadzono szczegółowe badania napełnień w podziale na obszary przestrzenne, wahania dobowe i tygodniowe. Następnie dane źródłowe poddane zostały agregacji tak, by wyciągnąć ogólne wnioski dotyczące natężenia potoków pasażerskich pomiędzy poszczególnymi obszarami przestrzennymi w określonym czasie. W ostatnim kroku dokonano badania relacji między popytem (napełnieniami) a gęstością linii i częstotliwością kursowania, co stanowiło bezpośrednią podstawę do podejmowania decyzji dotyczących rozwoju sieci.

Chcąc zweryfikować poprawność tak otrzymanych wyników, warto dokonać przeliczenia napełnień na liczbę podróżujących, a następnie, znając strukturę i ceny sprzedaży poszczególnych biletów, ustalić przychody z ich sprzedaży i porównać do rzeczywistych przychodów. Naturalnie powyższa kalkulacja rodzi konieczność przyjęcia kolejnych założeń dotyczących m.in. odsetka osób podróżujących bez biletów, niemniej jednak pozwala w sposób przybliżony zweryfikować poprawność otrzymanych wyników.

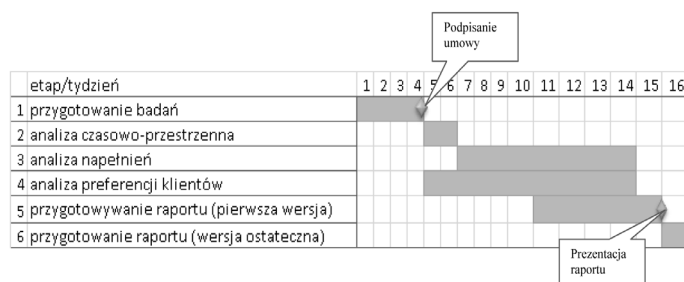
#### Etap 4: Analiza preferencji klientów

Jeżeli wcześniejsze etapy analizy miały charakter obiektywny, o tyle ankieta dystrybuowana wśród pasażerów pozwala zrozumieć subiektywną ocenę i oczekiwania mieszkańców miasta. Ankieta przygotowana przez zespół badawczy została umieszczona na stronie internetowej zleceniodawcy oraz dystrybuowana przez zleceniodawcę w czasie realizacji etapów 2 i 3. Pytania dotyczyły:

- najczęściej wykorzystywanych linii,
- najczęściej pokonywanych odcinków,
- dobowych i tygodniowych wahań popytu na usługi komunikacyjne,
- oceny komfortu i czasu podróżowania,
- dostępności przystanków,
- propozycji zmian.

Otrzymane wyniki zostały poddane analizie, stanowiąc uzupełnienie analiz obiektywnych powstałych w ramach etapów drugiego i trzeciego. Harmonogram badań zaprezentowano na rysunku 4.

Naturalnie czas trwania poszczególnych etapów zależy od wielkości miasta. Bez wątpienia istotny wpływ na realizację projektu, w tym na czas jego trwania, ma współpraca z administratorem oraz operatorem komunikacji zbiorowej. Ustalenia i konsultacje na etapie przygotowywania badań



Rys. 4. Harmonogram prac badawczych

Źródło: opracowanie własne

pozwalają uniknąć wielu błędów i skorzystać z szerokiej wiedzy tych instytucji. Po drugie realizacja części zadań związanych z projektem (etapy 3,4) znacznie ogranicza koszty oraz czas jego trwania.

#### Zalety i wady uproszczonej metodyki diagnozowania miejskiego transportu zbiorowego

Opisana metodyka diagnozowania transportu zbiorowego pozwala na uniknięcie kosztów związanych z zatrudnieniem wielu obserwatorów oraz ankieterów zbierających informacje o preferencjach mieszkańców. Trzeba więc jasno stwierdzić, że zaangażowanie bezpośrednich wykonawców usług komunikacyjnych może być przyczyną zniekształcenia danych o napełnieniach i powinno być wrywkowo zweryfikowane. Ponadto badania marketingowe przy wykorzystaniu ankiety internetowej, zamiast losowych wywiadów bezpośrednich, mogą prowadzić do nadreprezentacji osób niezadowolonych z jakości komunikacji miejskiej. Brak informacji o strukturze biletów nie pozwala również na oszacowanie rentowności poszczególnych linii i kursów. Przeprowadzona analiza napełnień może służyć jedynie wstępnemu dostosowaniu oferty komunikacyjnej do dynamicznie zmieniających się potrzeb przewoźnych mieszkańców. Zestawienie wad i zalet opracowanej metodyki badania transportu zbiorowego zaprezentowano w tabeli 1.

Tabela 1

Zalety i wady uproszczonej metodyki diagnozy transportu zbiorowego	
Zalety	Wady
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mały skład zespołu badawczego,</li> <li>• niskie koszty i czasochłonność,</li> <li>• możliwość bieżącej oceny dostosowania oferty transportu zbiorowego do potrzeb przewoźnych mieszkańców,</li> <li>• uzyskanie wytycznych do kształtowania sieci komunikacji miejskiej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konieczność kontroli danych źródłowych,</li> <li>• nadreprezentatywność ocen mieszkańców niezadowolonych z jakości usług komunalnych w mieście,</li> <li>• brak analizy rentowności poszczególnych linii i kursów,</li> <li>• brak możliwości analizy porównawczej wyników badań z innymi aglomeracjami.</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne

Wymienione wady uproszczonego diagnozowania popytu i jakości miejskiego transportu zbiorowego prowadzą do wniosku, że są to jedynie badania pilotażowe, które w miarę możliwości finansowych i potrzeb powinny być uzupełnione badaniami szczegółowymi. Jednym ze sposobów weryfikacji przydatności prezentowanej metodyki może być szczegółowa analiza porównawcza wpływu doskonalenia transportu zbiorowego na poprawę jakości życia mieszkańców różnych aglomeracji miejskich.

Autorzy artykułu są członkami zespołu, który w ramach finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego projektu pt. „Model referencyjny logistyki miejskiej a jakość życia mieszkańców”, rozpoczął już takie badania porównawcze w trzech miastach zachodniej Polski, a mianowicie w Jeleniej Górze, Zielonej Górze i Gorzowie Wielkopolskim.