Spis treści

Ireneusz Celiński, Grzegorz Sierpiński **3**
Dwustopniowy model ruchu na bazie sieci GSM

Streszczenie: Koncepcja nowego podejścia do modelowania ruchu w miastach. Metoda pozyskiwania danych z sieci telefonii komórkowych GSM. Procedury rozkładania ruchu na sieć i analizy danych.
Słowa kluczowe: ruch drogowy w miastach, inżynieria ruchu drogowego, modele ruchu drogowego

Two-stage traffic model on the base of the GSM network

Summary: Concept of new approach to traffic modelling in cities. Method of gathering data from GSM network. Procedures of traffic spacing at the roads network and data analysis.
Key words: road traffic in cities, traffic engineering, models of road traffic

Maciej Mindur **12**
Transport pasażerski w Stanach Zjednoczonych i Unii Europejskiej w latach 1990–2010

Streszczenie: Wielkości przewozów w podziale na gałęzie transportu. Konkurencja międzygałęziowa w transporcie. Analiza czynników rozwoju transportu.
Słowa kluczowe: transport pasażerski, konkurencja, gałęzie transportu

Passenger transport in the USA and in the European Union from 1990 to 2010

Summary: Transport dimensions in reference to transport branches. Competition between transport branches. Analysis of transport development factors.
Key words: passenger transport, competition, transport branches

Marcin Połom, Mikołaj Bartłomiejczyk **16**
Alternatywne źródła zasilania w trolejbusach – przegląd rozwiązań stosowanych w miastach europejskich

Streszczenie: Idea wprowadzenia alternatywnego źródła zasilania w napędach trolejbusów. Przegląd stosowanych rozwiązań i doświadczenia krajów europejskich.
Słowa kluczowe: transport pasażerski, trolejbus, komunikacja trolejbusowa, napęd trolejbusu

Alternative drive sources in trolleybuses – review of implemented solutions in the European cities.

Summary: Idea of installation of alternative drive source in trolleybuses. Review of implemented solutions and experiences of the European countries.
Key words: passenger transport, trolleybus, trolleybus public transport, trolleybus drive

Anna Romanowicz **21**
Preferencje i satysfakcja pasażerów z komunikacji autobusowej w małej gminie na przykładzie gminy Skawina

Streszczenie: Metoda badań i analiz. Preferencje i satysfakcja pasażerów w zakresie jakości przewozów. Ogólny poziom zadowolenia mieszkańców z jakości przewozów. Porównanie preferencji i satysfakcji mieszkańców gminy małej (Skawina) i dużej (Kraków).
Słowa kluczowe: transport pasażerski, jakość przewozów, preferencje pasażerów, satysfakcja pasażerów

Passengers' preferences and satisfaction in bus public transport in small town on the example of Skawina

Summary: Methodology of reasearches and analysis. Passengers' preferences and satisfaction concerning transport quality. General level of inhabitants' satisfaction on quality of public transport. Comparison of preferences and satisfaction of inhabitants of small town (Skawina) and big city (Kraków).
Key words: passenger transport, transport quality, passengers' preferences, passengers' satisfaction

Tomasz Manterys **26**
Badanie sprawności funkcjonowania wydzielonych drogowych pasów autobusowych w Krakowie w ciągu Alei Trzech Wieszczów

Streszczenie: Metodologia pomiarów. Analiza wyników pomiarów czasów przejazdów autobusów transportu zbiorowego. Zmienność czasów przejazdów w ciągu doby. Porównanie czasów przejazdu autobusu i samochodu osobowego.
Słowa kluczowe: inżynieria ruchu, transport zbiorowy, wydzielone pasy autobusowe, priorytety dla transportu zbiorowego

Research on effectiveness of separated bus lines of the Krakow's Aleja Trzech Wieszczów

Summary: Methodology of measurements. Analysis of results of measurements of public transport bus rides. Variation in the values of travel time during the twenty-four-hour. Comparing values of bus and car travel times.
Key words: traffic engineering, collective public transport, separated bus lines, priorities for public transport

Radosław Bul **31**
Dojazdy ludności do pracy w Poznańskim Obszarze Metropolitalnym

Streszczenie: Identyfikacja głównych kierunków codziennych migracji pracowników do Poznania. Rola miasta Poznania w strukturze migracji dobowych. Rola poszczególnych gmin aglomeracji w strukturze dojazdów.
Słowa kluczowe: mobilność, migracja, dojazdy do pracy, dojazdy do szkół

Traveling to work in the Poznań metropolitan area

Summary: Identification of dominant directions of daily workers migrations to Poznań. Position of the city of Poznań in the structure of twenty-four-hour migrations. Importance of particular communities of the agglomeration in the travel structure.
Key words: mobility, migration, traveling to work, travels to schools

Bogusław Molecki **38**
Przystankowe tablice dynamicznej informacji pasażerskiej
Streszczenie: Ocena przystankowych systemów dynamicznej informacji pasażerskiej z punktu widzenia użytkownika. Lokalizacje, typy i formy tablic. Związki dynamicznej informacji pasażerskiej z systemem zarządzania ruchem.
Słowa kluczowe: transport pasażerski, informacja pasażerska, dynamiczna informacja pasażerska, informacja przystankowa

Dynamic (real time) passenger information at stops and stations
Summary: Evaluation of systems of dynamic passenger information at stops and stations from the user's point of view. Locations, types and forms of timetable boards. Connection between dynamic passenger information system and traffic management system.
Key words: passenger transport, passenger information, dynamic passenger information, information at stations and stops

Michał Beim **45**
Polityka rowerowa Wiednia
Streszczenie: Infrastruktura rowerowa w mieście. Standardy dróg rowerowych. Działania w zakresie organizacji ruchu, adresowane do rowerzystów. Parkowanie rowerów. Rowery publiczne.
Słowa kluczowe: ruch rowerowy, drogi rowerowe, ścieżki rowerowe, parkowanie rowerów, rowery publiczne

Bicycle politics in Wienna
Summary: Bicycle infrastructure in the city. Bike roads standards. Activities in the framework of traffic organisation aimed at bikers. Parking bicycles. Public bicycles.
Key words: bicycle traffic, bike roads, bike paths, parking bicycles, public bicycles

Sabina Osiczko-Gorgoń, Waldemar Parkitny **52**
Analiza przejazdów bez biletów pasażerów MPK SA w Krakowie
Streszczenie: Wyniki badań kontrolerów biletów i pasażerów. Analiza przejazdów bez ważnego biletu. Analiza propozycji wręczenia łapówki kontrolerom biletów. Analiza relacji kontroler biletów–pasażer.
Słowa kluczowe: transport pasażerski, transport zbiorowy, przejazd bez biletu, kontrola biletów

Analysis of unpaid fares by passengers of the MPK S.A. in Krakow
Summary: Results of researches on ticket inspectors and passengers. Analysis of unpaid fares. Analysis of offering a bribe to tickets inspectors. Analysis of relations between ticket inspectors and passengers.
Key words: passenger transport, collective public transport, unpaid fare, tickets inspection

Rafał Kucharski **56**
Parametryzacja rejonów komunikacyjnych w regionalnych modelach ruchu
Streszczenie: Agregacja danych w modelach ruchu. Charakterystyka transportochłonności powiatów województwa lubelskiego jako rejonów komunikacyjnych. Analiza punktów charakterystycznych powiatów z punktu widzenia obsługi transportowej mieszkańców.
Słowa kluczowe: modele ruchu, modelowanie, transportochłonność, przewozy regionalne

Parameterization of transport districts in the regional traffic models
Summary: Data aggregation in the traffic models. Characteristics of the potential demand for transport in poviats of the Lubelskie Voivodship recognized as transport districts. Analysis of the distinctive points in the poviats with regard to transport services for their inhabitants.
Key words: traffic models, modeling, potential demand for transport, regional transport

Ireneusz Celiński[1]
Grzegorz Sierpiński[2]

DWUSTOPNIOWY MODEL RUCHU NA BAZIE SIECI GSM

Artykuł prezentuje koncepcję nowego podejścia do modelowania ruchu w miastach i w ograniczonym zakresie poza nimi. Najpopularniejszy dotychczas model czterostopniowy ma liczne ograniczenia. Głównymi ograniczeniami dotychczas stosowanych algorytmów modelowania ruchu było kosztowne pozyskiwanie danych statystycznych oraz statyczny charakter wykonywanych obliczeń. Z jednej strony kosztowne i pracochłonne dane okazywały się często niewystarczające, z drugiej – statyczny charakter modelowania był nieodpowiedni dla dynamicznych procesów, które odwzorowywał. Powodowało to liczne trudności na etapie kalibracji modelu. Artykuł jest próbą przedstawienia możliwości wykonywania modeli ruchu na bazie danych pozyskiwanych z sieci telefonii komórkowych GSM. Obliczenia wykonywane przy wykorzystaniu takich danych wydają się być realną alternatywą dla dotychczasowej praktyki modelowania ruchu.

Wprowadzenie

Jedna z definicji modelu ruchu brzmi: „Model ruchu można nazwać matematycznym odzwierciedleniem zachowań występujących w transporcie. Model ruchu standaryzuje, obiektywizuje, przypisuje wymierną matematyczną wartość naszym indywidualnym zachowaniom związanym z codziennymi podróżami"[1]. Sformułowanie to stanowi kwintesencję problemu modelowania ruchu. Modelowanie ruchu jest działaniem w kierunku pozyskania narzędzia (modelu ruchu), którego zadaniem jest wiernie odtwarzać zachowania komunikacyjne osób przemieszczających się po wybranym terenie (głównie mieszkańców). Droga i sposób pozyskania modelu ruchu oraz danych przygotowanych, opracowanych dla celów jego budowy może być dowolna. Procedura konstrukcji modelu ruchu może być różnorodna. Kryterium poprawności modelu ruchu powinno być tylko i wyłącznie jedno – jego zgodność z danymi empirycznymi.

Modelowanie ruchu realizowane jest co najmniej od wczesnych lat pięćdziesiątych XX wieku. Wtedy zaproponowano pierwsze koncepcje studiów analiz zachowań komunikacyjnych mieszkańców [1][5]. W konsekwencji podjętego problemu wykrystalizowało się narzędzie, które obecnie w literaturze przedmiotu nazywane jest czterostopniowym modelem ruchu. Model ten jest w chwili obecnej najczęściej i najchętniej stosowanym narzędziem do wykonywania analiz i prognozowania potrzeb społecznych w zakresie transportu [3][4]. W związku z ograniczeniami czterostopniowego modelu ruchu, a głównie jego statyczną charakterystyką, prowadzone są prace nad ujęciem dynamicznym zagadnień modelowania ruchu [4].

Niezależnie od sposobu ujęcia zagadnień modelowania ruchu można sprowadzić przedmiotowy problem do kilku sztywnych procedur wykonywanych sekwencyjnie bądź nie. W ramach modelowania wykonuje się w pierwszym rzędzie model generacji ruchu. Model ten przedstawia matematyczny obraz miejsc w sieci transportowej, w których ruch jest generowany i absorbowany. W drugiej procedurze określana jest struktura przestrzenna ruchu. Efektem wizualnym określonej struktury przestrzennej ruchu jest jej więźba lub macierz ruchu dla wielkości potoku, zwana czasami macierzą OD (źródło–cel). Następnie wykonuje się podział potoków ruchu na środki transportu tzw. mody. Model matematyczny ruchu odnoszony jest do fizycznego modelu sieci, który jest reprezentacją rzeczywistego lub projektowanego układu dróg, ulic oraz linii komunikacji zbiorowej. Model sieci transportowej jest zwykle dostępny i gotowy do użycia w zapisie zgodnym ze standardem GIS. Model rozkładu ruchu jest rozłożeniem struktury przestrzennej ruchu opisanej jej więźbą (w podziale na środki transportu) na elementy układu drogowego (szerzej rozłożeniem na elementach sieci transportowej) opisanego modelem sieci. Wszystkie wymienione wyżej procedury prowadzi się w pewnym umownym obszarze analizy (fragment bądź cały obszar miasta lub metropolii), dla którego wykonuje się podział na rejony komunikacyjne. Są one podstawą odniesienia dla działania procedur wymienionych wyżej

[1] Mgr inż., Katedra Inżynierii Ruchu, Wydział Transportu, Politechnika Śląska, ireneusz.celinski@polsl.pl

[2] Dr inż. Katedra Inżynierii Ruchu, Wydział Transportu, Politechnika Śląska, grzegorz.sierpinski@polsl.pl

modeli. Dobrą praktyką modelowania ruchu jest stosowanie podziału ruchu na tzw. motywacje podróży. Podstawowy podział motywacji podróży wykonywanych na określonym obszarze obejmuje zwykle siedem grup:

- dom–praca (D–P),
- praca–dom (P–D),
- dom–nauka (D–N),
- nauka–dom (N–D),
- dom–inne (D–I),
- inne–dom (I–D),
- podróże nie związane z domem (NZD).

Pierwsze cztery grupy stanowią podróże podstawowe związane z opuszczeniem miejsca zamieszkania (rozpoczynające łańcuch podróży) lub z dotarciem do miejsca zamieszkania (kończące łańcuch podróży). Ostatnia grupa (NZD) to podróże, które stanowią łącznik między pozostałymi i domknięcie łańcucha podróży.

Modelowanie ruchu ma na celu stworzenie narzędzia umożliwiającego sprawne zarządzanie siecią transportową. Narzędzie takie ma pomóc w odpowiedzi na następujące grupy zagadnień (pytań):

- jaki jest obraz ruchu w istniejącej sieci transportowej (wariant bazowy analizy),
- jaki będzie ruch w sieci w przypadku realizacji na jej obszarze nowych inwestycji w sferze infrastruktury i organizacji (wariant(y) rozwojowy).

Wariant rozwojowy analizuje się z uwzględnieniem prognozy ruchu w okresach kilkuletnich, z reguły pięciu lat. Pozycja [6] zaleca stosowanie wariantów prognozy w horyzoncie co najmniej dwudziestopięcioletnim.

Proponowana koncepcja nowego rozwiązania – model uproszczony

Koncepcja nowego sposobu budowy modelu ruchu opiera się na całkowitym odejściu od dotychczasowej praktyki opartej najczęściej na konstrukcji modelu czterostopniowego. W dotychczas stosowanej praktyce modelowania ruchu opierano się na budowie modelu ruchu na bazie danych empirycznych. Dane te zbierano na podstawie informacji o przemieszczeniach analizowanej próby reprezentatywnej. Celem zebranych danych było modelowanie rozkładu ruchu z pomocą np. modelu grawitacyjnego. Na podstawie znajomości danych empirycznych budowano funkcje oporu przestrzeni, następnie wykonywano podziały: modalny i motywacyjny. W prezentowanej koncepcji w miejsce zbierania danych empirycznych nt. podróży proponuje się pozyskiwać takie informacje z danych zestawianych w ramach codziennego funkcjonowania sieci telefonii komórkowych. Dla celów pozyskiwania danych na temat podróży proponuje się wykorzystać najpopularniejszy standard w Polsce i Europie – GSM oraz jego następcę UMTS.

Mało tego, wykorzystanie danych pozyskiwanych z systemu GSM proponuje się również w przypadku zastąpienia danych statystycznych wykorzystywanych do budowy modeli generacji i absorpcji ruchu. Dotychczas dla wielu modeli ruchu w żmudny i kosztowny sposób przygotowywano dane statystyczne – między innymi na bazie istniejących zasobów urzędów statystycznych w tym zakresie. Problem zebrania danych dla celów wykonania modeli generacji i absorpcji ruchu nie sprowadza się jednak wyłącznie do samego zestawienia danych. Zebranie i opracowanie danych statystycznych było dotychczas jednym z istotniejszych finansowo i czasochłonnie aspektów modelowania ruchu. Podobnie jak dla danych empirycznych nt. podróży i w tym zakresie proponuje się wyeliminowanie tego etapu z modelowania ruchu. Nie wyklucza to całkowicie pozyskiwania danych statystycznych w obszarze „łatwo" osiągalnych danych.

W dalszej części artykułu pokazane zostanie, w jaki sposób zebranie danych w zakresie generacji ruchu i parametrów podróży jest możliwe w rzeczywistym systemie GSM dla celów wykonania modelu ruchu. Demonstracja możliwości w tym zakresie sieci GSM zostanie oparta na kilku prostych procedurach i strukturach danych implementowanych w protokołach przesyłu danych. Proponowana koncepcja nie jest możliwa do zastosowania ad hoc. Nowe podejście do modelowania ruchu wymagać będzie pewnego przygotowania procesu zbierania danych w systemie GSM. Jest to jednak jak najbardziej racjonalne i wykonalne techniczne na chwilę obecną.

O wartości proponowanej koncepcji decyduje głównie fakt, że dane będą pozyskiwane nie dla próby z populacji, tak jak dzieje się to w obecnie wykonywanych modelach, ale właściwie dla całej populacji. W bieżącej praktyce modelowania ruchu dane pozyskuje się dla nie więcej niż 2–3% populacji. Pozyskiwanie większych zbiorów danych jest bardzo czasochłonne i kosztowne. Nie jest to uzasadnione w obecnie panujących na rynku warunkach ekonomicznych w przedmiocie ofert publicznych na wykonywane modele. Podmioty wykonujące badania ruchu winny poszukiwać nowych sposobów konstrukcji modeli ruchu w celu łamania kolejnych barier i ograniczeń. Modelowanie powinno stać się procesem szybszym i bardziej precyzyjnym. Czy tańszym? Czas pokaże. Często osoby wykazujące się największą mobilnością nie są poddawane badaniu, ponieważ w okresach ankietowania (badania w domach respondentów) pozostają poza zasięgiem organu ankietującego. Zastosowanie nowoczesnych technologii umożliwia dynamiczne uzyskiwanie danych o podróżach. Proponowana koncepcja eliminuje takie problemy tradycyjnej akwizycji danych jak:

- ankietowanie głównie osób mniej mobilnych,
- błędne dane powodowane trudnościami w odtworzeniu rzeczywistego przebiegu podróży przez osobę ankietowaną,
- mała dokładność danych (np. brak dokładnego przebiegu trasy).

Ponadto proponowany sposób pozyskania danych umożliwia ich akwizycję przez kilka dni (w sposób ciągły), co stwarza dodatkowe możliwości w rozpoznaniu przebiegu rozkładu przestrzennego ruchu oraz zmian powodowa-

nych nie tylko porą dnia, ale także rozkładem w kolejnych dniach tygodnia na analizowanym obszarze.

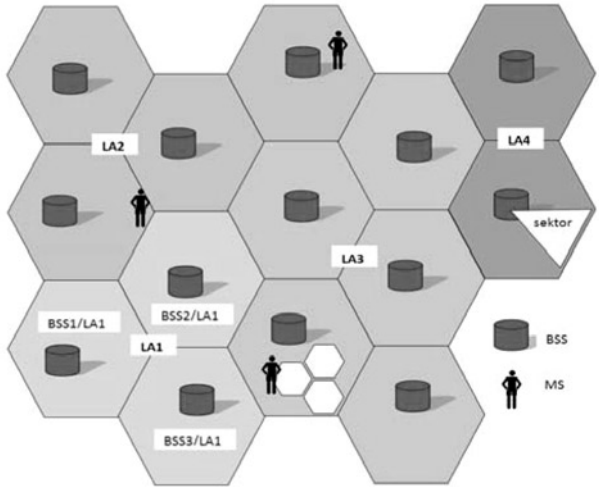
W przypadku proponowanej koncepcji korzystania dla celów budowy modelu ruchu z danych uzyskiwanych w ramach normalnego funkcjonowania systemu GSM, jak wspomniano wcześniej, pozyskiwana próba będzie praktycznie równa populacji (w zależności od możliwości współpracy z operatorami systemów telefonii komórkowej). Taką precyzję pomiaru danych umożliwia specyfika działania sieci GSM, a w szczególności pewne protokoły transmisji, które zostaną omówione poniżej. Pozyskiwanie danych o parametrach ruchu dla znacznego procentu populacji powoduje, że wyeliminowana zostaje większość błędów, jakimi obciążony jest model statyczny, a w szczególności – czterostopniowy. W proponowanej koncepcji można budować stosunkowo precyzyjne funkcje oporu przestrzeni, z grubsza dzielić ruch na mody i motywacje – choć w proponowanym podejściu nie jest to zupełnie potrzebne. Poza tym, można w ogóle wyeliminować z modelu funkcję oporu przestrzeni, podział modalny np. zgodny z modelem logitowym etc. Prawdopodobnie jest możliwe również wyeliminowanie konstruowania podziału motywacyjnego na podstawie danych z próby. W celu wyjaśnienia szczegółowego nowego podejścia do modelownia ruchu wyjaśniony zostanie w pierwszym kroku sposób zestawiania danych dla modelu na podstawie danych z sieci GSM

Procedura zbierania danych

W klasycznym czterostopniowym modelu ruchu dane zbiera się i opracowuje z podziałem na rejony komunikacyjne. Zebranie i opracowanie danych stanowi istotną część kosztów i czasu realizacji modelu ruchu. Etap ten można nazwać umownie przygotowawczym. Błędy etapu przygotowawczego mogą być natury statystycznej i merytorycznej. Błędy statystyczne polegają na niedokładnym zebraniu danych, wadliwym wykonaniu i opracowaniu ankiet lub niewłaściwym doborze próby. Merytorycznym błędem jest opisywanie zjawisk ruchowych, z natury dynamicznych, parametrami statycznymi. Rejony komunikacyjne, jeśli nawet opisane są zgodnie z przyjętymi w literaturze zasadami, budzą wątpliwości, chociażby przez sam fakt skupienia całego ruchu w centroidzie [6]. Należy dodać, że błędy te dotyczą próby do 3%, która z natury rzeczy sama jest na granicy błędu statystycznego.

W miejsce klasycznego podejścia do budowy rejonów komunikacyjnych i konstruowania na ich bazie danych statystycznych dla celów modelowych proponuje się wykorzystać istniejące systemy telefonii komórkowej GSM.

Dla potrzeb prezentowanej nowej koncepcji modelu ruchu w odniesieniu do sieci GSM zwraca uwagę jej charakterystyczna struktura wewnętrzna. Morfologia sieci telefonii komórkowej, podobnie jak każdej innej sieci transportowej, opisuje pewną strukturę ruchu (w tym wypadku przepływ połączeń głosowych i danych). Wykorzystując analogię do struktury sieci transportowej, można zbudować w oparciu o dane z sieci komórkowej model ruchu. Sieć GSM zbudowana jest według struktury hierarchicznej. Dla operatorów sieci krajowej podstawowym elementem podziału jest tzw. obszar lokalizacji (umownie: adresowy, ang. *location area* – LA). Obszar ten wskazuje pewien większy fragment w sieci komórkowej, w którym może być zlokalizowany abonent. Obszary typu LA dzielą się na mniejsze struktury oparte na tzw. stacjach bazowych (ang. *Base Station System* – BSS, BTS, BSC[3] – w zależności od przekroju obserwacji). Obszary stacji bazowych typu BSS dzielą się z kolei na mniejsze jednostki zwane komórkami (ang. *CELL*). Struktura sieci komórkowej nie jest jednorodna. Podział sieci GSM na obszary LA, BSS i CELL zależy od wielu parametrów: ukształtowania terenu, gęstości zaludnienia, barier geograficznych, charakterystyki technicznej stosowanego oprzyrządowania itp. W rzeczywistości najmniejszą rozpoznawalną częścią sieci jest sektor. Zagadnienie to poruszone zostanie w dalszej części opracowania. Podobny układ strukturalny charakteryzuje następcę sieci GSM – UMTS. Przy czym, jak wspomniano już wcześniej, struktura ta nie jest jednorodna. W UMTS dodatkowo zmniejszeniu z przyczyn technologicznych ulegają komórki sieci.



Rys.1. Struktura sieci komórkowej w systemie GSM/UMTS
Źródło: opracowanie własne

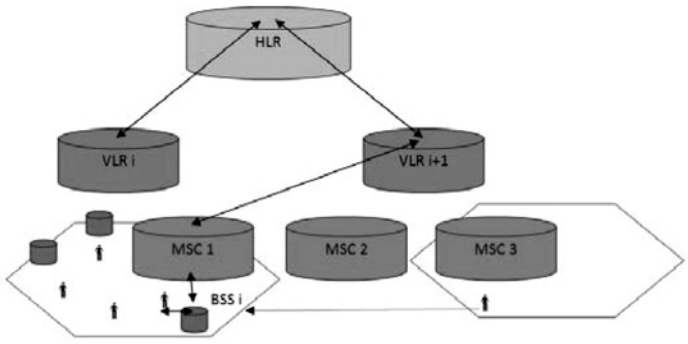
Na rysunku 1 komórki oznaczono heksagonami w różnych odcieniach szarości (jednorodnym dla określonego obszaru lokalizacyjnego), stacje bazowe prezentują ciemnoszare walce, zbiór komórek tego samego koloru stanowi kolejno system bazowy BSS, następnie obszar lokalizacji LA. Na tak określonym obszarze porusza się abonent oznaczony akronimem MS (ang. *mobile station* – w terminologii GSM: terminal). W rzeczywistości MS oznacza aparat telefoniczny abonenta, który jest formalnie również złożoną strukturą. Dla przykładu zwykła karta SIM sama w sobie jest bazą danych sieci komórkowej. Teoretycznie lokalizacje

[3] Użyto wiele akronimów, ponieważ w zależności od warstwy infrastruktury, którą się opisuje, stacje bazowe można różnie określić. BTC dotyczy infrastruktury teletransmisyjnej, BSC sterownika (hardware, programowy etc.).

abonenta MS można identyfikować z dokładnością do sektora komórki bazowej. W zagadnieniach modelowania ruchu przedmiotem zainteresowania będzie lokalizacja z dokładnością do stacji bazowej BSS. Lokalizacja z dokładnością do sektora nie jest tu wymagana – choć nie stanowi większego problemu technicznego.

Wielkość komórki w rejonach aglomeracyjnych wynosi od kilkudziesięciu metrów do kilkuset. Z reguły od 50 metrów do kilometra. Z uwagi na ten fakt analiza prowadzona będzie w odniesieniu do obszaru stacji bazowej złożonej z reguły z kilku komórek. Dla potrzeb modelowania ruchu jest to wartość wystarczająca. Obszar stacji bazowej BSS w proponowanej koncepcji jest rozpatrywany jako ekwiwalent rejonu komunikacyjnego w klasycznym czterostopniowym modelu ruchu. Interesujący jest fakt, że w odróżnieniu od podejścia klasycznego rejon taki, oparty na BSS, nie posiada wyznaczonych ściśle fizycznych granic. Taki obszar posiada jednak jedną charakterystyczną cechę – ma ściśle określony środek, którym jest emiter stacji bazowej. W danej chwili stacja ta swoim zasięgiem obejmuje określoną liczbę abonentów – którzy przyporządkowani są wyłącznie do niej. W takim przypadku odpada więc w zagadnieniach modelowania ruchu konieczność wyznaczania centroidy – jest to po prostu środek BSS, który, co istotne, posiada ustalone współrzędne geograficzne (GPS – Global Positioning System). W ten sposób można szybko zdefiniować rejony komunikacyjne dla celów modelowania ruchu – one w zasadzie już istnieją w definicji struktury sieci komórkowej. Właściwie należy tylko ustalić poziom szczegółowości analizy: stacja bazowa, komórka czy sektor. Z punktu widzenia procedury wyznaczania centroidy rejonu komunikacyjnego najkorzystniejszym jest wybór stacji bazowej jako obszaru odniesienia dla rejonu komunikacyjnego. Problem zmienności ruchu dla pojedynczej stacji bazowej jest skomplikowanym zagadnieniem z zakresu fizyki falowej. Przekracza to ramy niniejszego artykułu, choć nie jest przeszkodą dla logiki proponowanej metody. Niedogodność tę znosi dynamiczny charakter proponowanego modelu.

Dla celów dalszej analizy należy wyjaśnić procedurę logowania abonenta do sieci i jego lokalizacji w sieci GSM. Pomocny w tym celu będzie rysunek 2.



Rys. 2. Schemat funkcjonalny sieci GSM
Źródło: opracowanie własne

Proces logowania abonenta MS do sieci GSM (ang. *location update*) polega na zgłoszeniu aparatu w BSS, która aktualnie ma najsilniejszy sygnał w jego lokalizacji. Zgłoszenie następuje w określonym obszarze lokalizacji LA. Cała sieć podzielona jest na obszary lokalizacyjne złożone z reguły z kilku do kilkudziesięciu BSS. Ruchem telekomunikacyjnym w obszarze lokalizacyjnym LA zarządza centrala telefoniczna typu cyfrowego MSC (ang. *Mobile Switching Centre*). W kraju wielkości Niemiec jest kilkaset MSC. Centrala MSC pracuje z reguły w parze ze specjalizowanym rejestrem, który przechowuje dane abonentów – VLR (ang. *VISITOR Location Registry*). Jest to chwilowa baza danych (rejestr ulotny), która rejestruje parametry abonenta MS – kto i gdzie się zgłosił do sieci. Z uwagi na rozmiary zagadnienia (kilkaset zgłoszeń do jednego MSC na sekundę), VLR nie zapisuje danych. Korzysta w tym celu ze stałego rejestru dla całej sieci HLR (ang. *Home Location Registry*), który zawiera szczegółowe dane wszystkich abonentów. HLR ma bliźniaczy rejestr zapasowy, w celach bezpieczeństwa sieci (czego nie zaznaczono na rysunku 2). Korzystając z danych VLR, można uzyskać informacje, z jakiego aparatu dzwoniono, kiedy i w jakim BSS. Kwestią do rozwiązania pozostaje magazynowanie i filtrowanie danych z VLR. Problemem jest również migracja danych z poziomu BSC via MSC na VLR – choć możliwa do rozwiązania z wykorzystaniem określonych środków technicznych. Nie jest to zagadnienie trywialne przy średnim obciążeniu MSC na poziomie kilkuset rozmów na sekundę. Jest to więc problem złożony z niebagatelną złożonością obliczeniową w zakresie przetworzenia tej liczby informacji w czasie rzeczywistym (10–20 mln zgłoszeń MS w ciągu doby). Przepustowość transmisji danych stacji bazowych GSM jest ograniczona. Priorytetem są transmisje związane z realizacją podstawowych usług przez operatorów. W chwili obecnej wynika to z faktu ograniczonego wykorzystania przetwarzanych danych w zakresie inżynierii ruchu. Dane te mają znikomą wartość komercyjną dla operatorów sieci komórkowych. Dane przetwarzane w zakresie modelowania ruchu niosą ze sobą istotne treści o charakterze komercyjnym. Może to być asumptem dla operatorów w kierunku zwiększenia przepustowości stacji bazowych pod tym kątem.

Informacja, jaką dysponuje MSC i VLR w przedmiocie lokalizacji abonenta MS, jest tzw. numer LAI (ang. *Location Area Identity*). Numer składający się z 15 cyfr. Trzy pierwsze cyfry tego numeru to oznaczenie kraju (MCC ang. *Mobile Country Code*), w którym zarejestrowano sieć, kolejne 1–2 oznaczenie operatora telefonii komórkowej (MNC ang. *Mobile Network Code*) i kolejne liczby, do 10, to oznaczenie obszaru lokalizacyjnego LA – LAC (ang. *Localization Area Code*). Ważny jest też numer CGI oznaczający jednoznaczną lokalizację (numer) danej komórki w całej sieci operatora (ang. *Cell Global Identity*). Numer CGI jest złożeniem numeru LAI i CI (ang. *CELL ID*). Numer CI jest numerem z zakresu od 0 do 65k. Ostatecznie format numeru lokalizującego komórkę przybiera postać: MCC+MNC+LAC+CI. Kolejne ważne numery przedstawiono w tabeli 1.

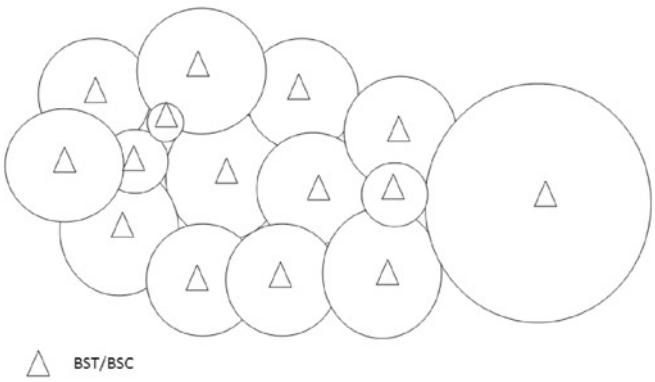
Tabela 1

Oznaczenia numerów identyfikacyjnych w sieci GSM	
Numer	**Opis**
MSISDN	Country Code (CC)+National Destinationcode (NDC)+Subscriber Number (SN)
MSRN	CC+NDC+SN
IMSI	Mobile Country Code (MCC)+Mobile Network Code (MNC)+Mobile Subscriber Identification Code (MSIC)
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identify
IMEI	Type Approval Code (FAC)+Final Assembly Code (FAC) +Serial Number (MSIC)

Numer komórki CGI kodowany jest na poziomie stacji nadawczej (ang. *Base Transceiver Station* – BTS), numer LAI przetwarzany jest na poziomie kontrolera stacji bazowej (ang. *Base Station Controller* – BSC), centrali telefonicznej, rejestrze VLR. CGI nie jest tam przetwarzany z powodu przepustowości łączy, zwielokrotniłoby to kilkukrotnie ruch na poziomie MSC (i tak już duży). Poza tymi przypadkami numer LAI przetwarzany jest na poziomie abonenta w MS.

Kwestią techniczną pozostaje przetwarzanie zapisów migracji abonentów sieci komórkowej w VLR, MSC lub BSC. Analizując dane tych elementów typu „hardware" sieci komórkowej, można ustalać lokalizacje abonenta z dokładnością do stacji bazowej lub, przy odpowiedniej organizacji infrastruktury, do komórki, a nawet jej sektora, jeśli taki posiada. Oznacza to ustalenie abonenta MS z dokładnością do kilkuset – kilku tysięcy metrów kwadratowych powierzchni obszaru analizy. Jak wspomniano wcześniej, interesujące z punktu widzenia tematyki artykułu jest analizowanie ruchu w sieci transportowej w układzie odniesienia stacji bazowych, których koordynaty geograficzne są z reguły znane. W takim ujęciu każda stacja bazowa BSS traktowana jest jako rejon komunikacyjny. W tym wypadku obszar analizy ruchu w sieci transportowej z podziałem na rejony komunikacyjne wyglądałby jak na rysunku 3.

Rysunek 3 przedstawia zasięg stacji bazowych BSS (BSC +BTS), które tworzą rejony komunikacyjne. Zasięg jest orientacyjny – zależy od parametrów fizycznych sieci i aparatu abonenta. Centroida w takim przypadku nie musi się znajdować dokładnie w środku rejonu komunikacyjnego – tym niemniej jej położenie geograficzne jest zawsze znane.



Rys. 3. Obszary stacji bazowych BSS traktowane jako rejony komunikacyjne
Źródło: opracowanie własne

Tym sposobem uzyskuje się zwarty obszar rejonu komunikacyjnego na bazie rejonu BSS ze ściśle określoną centroidą (współrzędne geograficzne). Abonenci, zgłaszając się w ciągu doby do sieci, tworzą potencjał generujący G i absorbujący A w danym rejonie komunikacyjnym (stacji bazowej BSS). Jest to potencjał zmienny dynamicznie, który w ten sam sposób na drodze ciągłych pomiarów można odczytywać. Panaceum na niewielką zmienność granic BSS jest uśrednianie mierzonych charakterystyk w czasie. Jako potencjał generujący można np. przyjąć abonentów rejestrowanych na poziomie HLR i VLR w okresach późnowieczornych i wczesnorannych (mieszkańcy). Szczegółowy sposób ustalenia tego parametru pozostaje do wyjaśnienia na etapie kalibracji modelu. Podobnie analizując ruch abonentów w danym BSS w okresie np. 7.00–16.00, określa się umowny potencjał absorbujący (mieszkańcy pozostający + pracownicy i uczniowie dojeżdżający z innych rejonów komunikacyjnych). Należy pamiętać, że w rzeczywistości w danym LAI operator dysponuje danymi n-macierzy A_i i G_i dla każdego LAI_i i dla każdego BSS_n.

Macierze te są zmienne w czasie w $\Delta t \rightarrow 0$. W efekcie zagadnienie sprowadza się do korelacji proporcji (zachowanie bilansu podróży) szeregu macierzy $A_i(t_1):G_i(t_1) \rightarrow A_i(t_2):G_i(t_2) \rightarrow .. A_i(t_t):G_i(t_t) \rightarrow .. A_i(t_w):G_i(t_w)$ w określonym czasie obserwacji T. Porównywanie odpowiednich macierzy pomiędzy sobą wyklucza w rejonie *i-tym* określone jednostki MS_k z potencjału generującego lub absorbującego ruch na zasadzie porównania przemieszczeń pomiędzy *i-tymi i j-tymi* BSS-ami w ciągu doby lub okresu pomiaru. Stosując metody dokładnej lokalizacji MS w rejonie obszaru BSS z dokładnością dochodzącą przy zastosowaniu najlepszych dostępnych w tej chwili metod do 10 m, można na zasadzie określania średniej arytmetycznej z pomiarów zmieniać położenie centroidy danego rejonu komunikacyjnego (BSS). Taki proces odzwierciedla możliwość ciążenia jednego rejonu komunikacyjnego do rozmaitych fragmentów układu komunikacyjnego w różnych okresach doby. Rzecz dotychczas niemożliwa do odwzorowania z zastosowaniem jakichkolwiek metod modelowania.

W podany wyżej sposób można zbudować wartości potencjału dla każdego rejonu komunikacyjnego określonego centroidą zlokalizowaną dokładnie we współrzędnych geograficznych BTS. Analizy takie można prowadzić w dowolnym okresie doby. Realne jest także prowadzenie ciągłej obserwacji przez kilka dni, co daje możliwość szerszych porównań. Dodatkowo można – stosując metody lokalizacji – pozycjonować centroidę danego rejonu komunikacyjnego z dokładnością do rzeczywistego rozmieszczenia trójwymiarowej funkcji rozkładu gęstości zgłoszeń $f(x,y,t)$, gdzie x i y oznaczają koordynaty geograficzne terminala MS. Pamiętając, że sygnał nadawany z BTS rozchodzi się w płaszczyźnie sfery, można również centroidę rejonu komunikacyjnego lokować zgodnie ze środkiem rozkładu funkcji gęstości w przestrzeni trójwymiarowej $g(x,y,z)$. Lokalizacje centroidy w każdym rejonie komunikacyjnym można realizować w sposób dynamiczny na podstawie analizy wartości funkcji $f_{xy}(t)$ *i* $g_{xyz}(t)$. To,

co jest jednak najważniejsze w tym podejściu, poza dokładnością i możliwością wyznaczenia rzeczywistej centroidy rejonu komunikacyjnego, sprowadza się do cech ilościowych proponowanej metody.

W krótkim czasie teoretycznie można wykonać zestawiania potencjałów generujących i absorbujących dzień po dniu. Co ważniejsze, potencjały te można szacować dla populacji posiadaczy telefonów komórkowych logujących się do sieci. W chwili obecnej w Polsce zarejestrowanych jest ponad 47 mln aparatów komórkowych (MS – stan na koniec 2010). Powstaje problem połączenia danych będących w posiadaniu różnych działających na rynku operatorów telefonii komórkowej. W takich rejonach jak aglomeracja górnośląsko-zagłębiowska naturalną tendencją powinno być unifikowanie funkcji organizacji i zarządzania transportem do jednego operatora np. typu ITS. W takim wypadku będzie możliwa również współpraca ze zunifikowanym podmiotem działającym w ramach operatorów sieci komórkowych. Zdaniem autorów, na podstawie analizy danych abonentów sieci GSM, jest możliwe:

- wyznaczanie spójnych rejonów komunikacyjnych,
- określenie dla oznaczonych rejonów potencjału absorbującego ruch i generującego,
- wyznaczenie centroid opartych na dokładnych (geograficznych) lokalizacjach stacji bazowych BSS lub na rzeczywistych rozkładach funkcji gęstości zgłoszeń abonentów sieci w czasie i w przestrzeni je odwzorowujących,
- prowadzenie tych analiz w formie dynamicznej.

Problemem jest z pewnością algorytmizacja tych zagadnień i ich złożoność obliczeniowa (10–20 mln połączeń dla jednego MSC w dobie, do maksymalnie 2 mld w skali całego kraju). Dane dotyczą okresów ruchu szczytowego w sieci GSM.

Ruch tranzytowy i zewnętrzny

Interesującą kwestią jest rozpatrywanie ruchu strefowego w przypadku proponowanej koncepcji. Strefą nazywa się obszar złożony z zewnętrznych rejonów komunikacyjnych otaczających obszar stanowiący przedmiot analizy. Rozpatruje się ruch tranzytowy spoza obszaru strefy poprzez obszar analizy oraz tzw. ruch zewnętrzny obszar – strefa. Należy zauważyć, że w przypadku odwzorowania sieci transportowej z pomocą struktury sieci komórkowej obszar strefa–otoczenie jest wyłącznie umowny. Struktura sieci komórkowej zlokalizowana jest na terytorium całego kraju – zmienna jest tylko gęstość sieci komórkowej. W odróżnieniu od obszarów miejskich, gdzie odległości pomiędzy BSS mieszczą się w granicach od kilkudziesięciu, kilkuset merów do 1–2 kilometrów w obszarach podmiejskich i wiejskich dochodzą do kilku i kilkunastu kilometrów. Teoretycznie mogą występować również komórki BSS o promieniu do 36 km lub nawet 120 km przy zastosowaniu odpowiednich zmian częstotliwości i mocy sygnału GSM. W praktyce dla zagadnień modelowania ruchu oznacza to pełną elastyczność w definiowaniu obszaru analizy i jego strefy. Może to być przesłanką do wielu ciekawych rozważań. Dla przykładu analizą taką może być model ruchu w układzie osi Katowice–Kraków z uwzględnieniem procesów metropolizacyjnych w perspektywie kilkudziesięciu lat. Obszarem, w tym wypadku, byłyby gminy w układzie W–E, poczynając od Gliwic i kończąc na wschodnich dzielnicach Krakowa. Strefą byłyby wszystkie gminy stanowiące otoczenie takiej poziomej, w układzie geograficznym, struktury. Ponownie zwraca tu uwagę elastyczność odwzorowania sieci transportowej z pomocą infrastruktury GSM. Przy opracowaniu problemu od strony algorytmiki zagadnienia można wykonywać właściwie dowolne analizy dowolnych przestrzennie układów modeli ruchu. Warunkiem ograniczającym jest, w tym wypadku, pokrycie siecią komórkową danego obszaru. Pokrycie obszarowe sieci GSM na terenie Polski dla poszczególnych operatorów dochodzi do 100% (znacznie gorzej jest z siecią UMTS – głównie tereny miejskie i aglomeracyjne). Nawet przy braku współpracy pomiędzy operatorami procedury obliczeniowe mogą uwzględniać badanie próby z populacji orientacyjnie od kilkunastu do kilkudziesięciu procent. Udział w rynku poszczególnych operatorów przedstawia tabela 2. Jak widać, udział procentowy pierwszych trzech operatorów jest zbliżony każdorazowo do 30%.

Tabela 2

Udział operatorów sieci GSM na polskim ryku		
Operator	**Łączna liczba abonentów i użytkowników (usługi z przedpłatą)**	**Udział procentowy [%]**
PTK Centertel (Orange)	14 029 000	30,67
Polkomtel (Plus i Sami Swoi)	13 709 000	29,97
PTC (Era i Heyah + tuBiedronka)	13 276 000	29,02
Play	4 000 000	8,74
MVNO	727 000	1,60
RAZEM	**45 741 000**	**100,00**

Źródło: opracowano na podstawie „Rynek komórkowy po II kw. 2010" www.telix.pl (odsłona 18.05.2011).

Procedura rozkładania i analizy danych

W poprzednich punktach przedstawiono sposób pozyskania danych do modelu. Określono w zarysie możliwości w zakresie budowy modelu generacji i absorpcji ruchu. Podano sposoby konstrukcji rejonów komunikacyjnych na bazie obszarów stacji bazowych systemu GSM. Przedstawiono również możliwości określania centroid tak zdefiniowanych rejonów komunikacyjnych. Proponowana koncepcja różni się od konwencjonalnego modelu czterostopniowego tym, że sprowadzi się wyłącznie do dwóch kroków. Najpierw dane zostaną zebrane, a następnie bezpośrednio rozłożone na sieć uliczną i drogową z wykorzystaniem danych operatorów sieci komórkowych (tabela 3).

Tabela 3

Porównanie modeli (przykład/wariant)		
Model/etap	**Model czterostopniowy**	**Model proponowany**
I	Model generacji	Akwizycja danych (model generacji i absorpcji)
II	Model rozkładu (macierz OD)	–
III	Podział modalny i motywacyjny	–
IV	Rozłożenie ruchu (*traffic assignment*)	Rozłożenie ruchu /*traffic assignment*

Dla celów zobrazowania możliwości sieci GSM w przedmiocie modelowania ruchu w prezentowanej koncepcji przedstawiony zostanie kolejny rysunek (rys. 4).

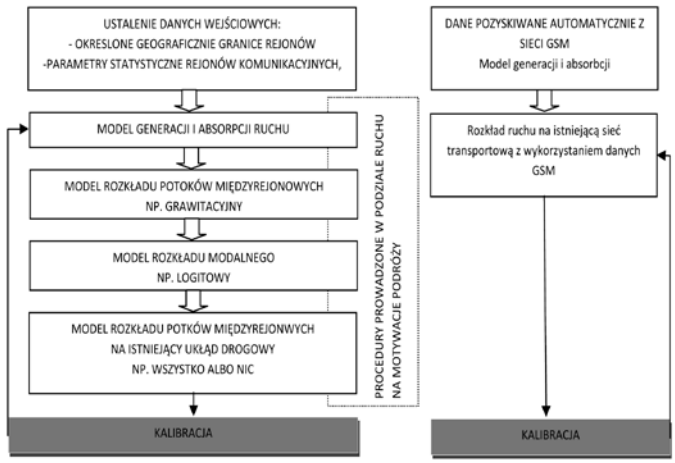
Rys. 4. Mapa BTS dla śródmieścia Katowic (szary punkt – Base Terminal System)
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 4 przedstawia schemat rozmieszczenia stacji bazowych (ściślej ich anten) na dzień 4.05.2011 w śródmieściu Katowic. Są to anteny kilku operatorów oraz działające w różnych systemach GSM/UMTS, tym niemniej anteny te przetwarzają dane w podobny sposób. W zakresie rejestrów każdego operatora VLR+HLR można odtworzyć dane abonentów operatorów wszystkich sieci. Na przedstawionym obszarze o powierzchni około 4 km^2 zainstalowano około 100 stacji bazowych. Średnio na każde 40 000 m^2 przypada 0,25 stacji bazowej. Stacja bazowa średnio odpowiada polu powierzchni o wymiarach 200x200 metrów. W ścisłym centrum zagęszczenie stacji bazowych jest jeszcze większe. Średnio w analizowanym przypadku rejon komunikacyjny odwzorowuje pole powierzchni o wielkości zbliżonej do wymiarów 6 boisk piłkarskich. Jest to więc relatywnie mały obszar. Z reguły tego typu obszary nie występują w powszechnej praktyce modelowania. Składa się na to wiele czynników, w tym ograniczenia licencyjne i fizyczne dostępnego oprogramowania.

W procedurze czterostopniowej modelowania ruchu, po wykonaniu modelu generacji i absorpcji ruchu, przygotowuje się model rozkładu przestrzennego ruchu. W tym celu na bazie badań empirycznych tworzona jest funkcja oporu przestrzeni. Funkcja ta ma różną postać – najczęściej spotykane są wykładnicze, logarytmiczne i złożone. Funkcja służy wykonaniu rozkładu ruchu przewidzianego modelem generacji i absorpcji ruchu pomiędzy poszczególnymi rejonami komunikacyjnymi, zgodnie z określoną metodą (np. metodą grawitacyjną). Uzyskany w ten sposób rozkład potoków międzyrejonowych dzieli się na ruch pieszy i niepieszy, zgodnie np. z modelem logitowym (tabela 3). Ruch praktycznie od kroku I czterostopniowego modelu ruchu analizuje się w układzie motywacyjnym (praca–dom, nauka–praca, dom–inne i niezwiązane z domem). Końcowym modelem jest rozkład potoków międzyrejonowych na istniejące połączenia drogowe między rejonami w zależności od ustalonych kryteriów (profil modelu).

W proponowanej koncepcji przedstawiono uzyskanie modelu generacji ruchu i jego absorpcji nie na bazie próby, ale na bazie praktycznie całej populacji, z wykorzystaniem danych specyficznych dla sieci telefonii komórkowej. Jest to możliwe teoretycznie. Opisane dane i sposób ich pozyskania można jasno zdefiniować i określić. Kwestią nierozwiązaną pozostanie współpraca pomiędzy operatorem ITS lub innym podmiotem zajmującym się modelowaniem a operatorem lub operatorami sieci komórkowych. Pozostają kwestie prawne: czy inni operatorzy mogą dysponować danymi w przedmiocie MS z puli adresowej innych operatorów komórkowych na rzecz podmiotów trzecich. Na rysunku 5 przedstawiono schemat blokowy, w którym porównano obie metody: model czterostopniowy i rozważaną koncepcję.

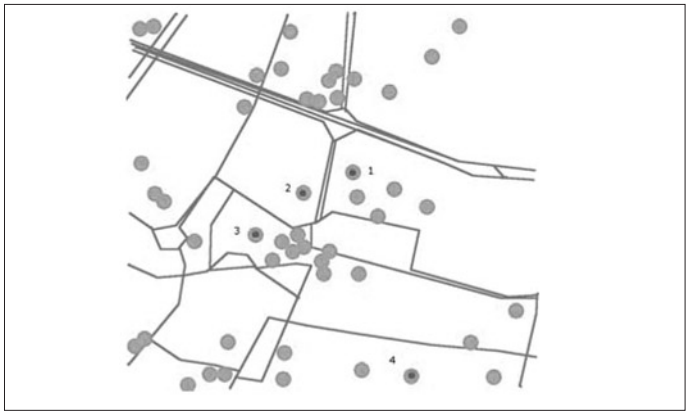
W przypadku opisywanej koncepcji badania dotyczą przemieszczenia osób. Każde identyfikowane przemieszczenie w sieci GSM dotyczy niewątpliwie użytkownika terminalu MS – więc osoby, a nie pojazdu (w odróżnieniu od klasycznych badań). Należy jednak zwrócić uwagę na tożsamość w przypadku komunikacji indywidualnej. W tym przypadku przemieszczenie użytkownika oznacza również przemieszczenie się z nim pojazdu. Kryterium czy użytkownik przemieszcza się pieszo, czy też z wykorzystaniem środka transportu powinno być jedno: częstotliwość logowania się jego terminala MS do kolejnych BSS.



Rys. 5. Porównanie metod
Źródło: opracowanie własne

Przedstawiony na rysunku podział jest umowny – można różnie definiować etapy modelu czterostopniowego. Tym niemniej wyróżnia się cztery zasadnicze kroki: model generacji i absorpcji, model rozkładu ruchu międzyrejonowego, model podziału modalnego i ostatecznie rozłożenie międzyrejonowych potoków ruchu na istniejącą sieć drogową (schemat po lewej stronie na rysunku 5). Procedura kalibracyjna lub iteracja modelu może być prowadzona wstecz do modelu generacji i absorpcji lub do modelu funkcji oporu przestrzeni – poprzez ich zmianę lub poprawę. W proponowanej koncepcji, której model generacji i absorpcji określono uprzednio kolejnym krokiem jest bezpośrednie rozłożenie ruchu na istniejącą sieć. Na rysunku 5 zwraca uwagę odmienna koncepcja kalibracji proponowanego mo-

delu dwustopniowego. Model generacji i absorpcji, nawet w przypadku wystąpienia błędów na etapie kalibracji, nie jest poprawiany. Wynika to ze sposobu, w jaki jest konstruowany. Model ten jest zestawiany albo ad hoc, w krótkich horyzontach czasu, w których dane są uśredniane albo w dłuższych horyzontach czasu (eliminacja odchyłek losowych w generatorach i absorbentach ruchu). Ponadto dane takie dotyczą przypadku znacznego pokrycia nimi populacji lub nawet pokrycia jej właściwie całej (od 30% dla jednego operatora do blisko 100% przy uwzględnieniu wszystkich) (tabela 2). Oznacza to, że model kalibracji w przypadku proponowanej koncepcji sprowadzi się, co najwyżej, do poprawek i zmian w modelu rozłożenia ruchu na sieć (submodel nr 2 proponowanej koncepcji). Jest to istotna zmiana w stosunku do klasycznego modelu czterostopniowego. Ruch nie jest rozkładany etapami i na mody, ale na sieć drogową i uliczną bezpośrednio z modeli generacji i absorpcji. Nawiasem mówiąc, w przypadku pokrycia bliskiego 100% populacji, trudno jest nawet mówić o modelu jako takim. Jest to w takim przypadku po prostu odzwierciedlenie danych rzeczywistych. Jak zatem wygląda procedura rozłożenia ruchu z modelu generacji i absorpcji w proponowanej koncepcji? W celu rozpatrzenia przypadku rozłożenia ruchu z modeli generacji i absorpcji ad hoc na sieć drogową i uliczną należy spojrzeć na fragment mapy z rysunku 4 w powiększeniu (rysunek 6).



Rys. 6. Rysunek 4 powiększony (fragment) – szare kropki– stacje bazowe
Źródło: opracowanie własne

Rysunek 6 przedstawia fragment sieci drogowej miasta Katowice z rysunku 4. Symbolami kropek numerowanych oznaczono 4 BTS dla najbliższej okolicy jednego ze skrzyżowań (BTS-y jednego operatora, w jednym standardzie). Jest to ciąg ulic Moniuszki–Mickiewicza na skrzyżowaniu z aleją Korfantego (ścisłe centrum Katowic w pobliżu Rynku). Pojazdy na wlocie Moniuszki → Mickiewicza (al. Korfantego) poruszają się ze wschodu na zachód (mapa wykonana w układzie współrzędnych polarnych). Na skrzyżowaniu występują trzy relacje Moniuszki–Mickiewicza, Moniuszki–al. Korfantego E–W (2 pasy) i trzecia relacja al. Korfantego–Mickiewicza. Pojazdy w relacji al. Korfantego –Mickiewicza wykrywane będą w kolejności stacji bazowych 1–2–3, w relacji Moniuszki–Mickiewicza w kolejności 4–1–2–3. Natomiast pojazdy w relacji Moniuszki–Korfantego wykrywane będą w kolejności zgłoszenia do BTS 4–2–1. W praktyce oznacza to, że każdą relację lub drogę w mieście można opisać określoną sekwencją przełączania się sygnału (zgłoszenia abonenta) na kolejne BTS. Dla przykładu pewna droga może zostać opisana jako BTS 1, BTS 23, BTS 34, BTS 33, BTS 2, BTS 123, …BTS 345. W ten sposób powstanie dla każdej struktury sieci transportowej unikatowa macierz A, która w kolejnych wierszach opisuje drogi realizowane w jej układzie oraz w kolumnach poszczególne BTS należące do struktury i-*tej* drogi (i-*tego* wiersza).

W praktyce stacje bazowe interferują w pewnym zasięgu w zakresie swoich sygnałów, w związku z czym w takich łańcuchach pojawią się zakłócenia losowe (wpisy numerów stacji bazowych nie należących w rzeczywistości do danej drogi). Z samej definicji komórka sieci GSM to obszar nadawania, w którym sygnał jednego z BTS jest sygnałem dominującym. Jest to jednoznacznie identyfikowane zarówno na poziomie BSC, jak i MS. Zatem jedna komórka posiada jedyny MS, dla którego nadaje najlepszy sygnał. Sfera, w której nadaje BSS, w rzeczywistości jest niejednolita ze względu na interferencje sygnałów i przeszkody terenowe.

W związku z tym przynależność abonenta MS można określić do danej ścieżki w sieci transportowej z określonym prawdopodobieństwem P(A(BTS1, BTS2, ..BTSi)). Stosowanym w tym wypadku algorytmem rozpoznawania właściwej drogi w sieci transportowej miasta mogą być znane z zagadnień rozpoznawania tablic rejestracyjnych pojazdów, algorytmy rozpoznawania łańcucha wzorca znaków lub podobne.

W artykule wcześniej opisano, że proponowany jest nowy dwustopniowy model ruchu. Jednak, jak widać z powyższej demonstracji, w rzeczywistości „to swoiste modelowanie" sprowadzać się będzie do określania danych w pewnym zakresie struktury i określonym czasie próbkowania. W najkorzystniejszym przypadku rozpoznawaniem ruchu w sieci transportowej nawet z prawdopodobieństwem dochodzącym do liczby prawidłowo rozpoznanych zgłoszeń w systemie GSM, czyli do blisko 100%. W najbardziej niekorzystnym przypadku, dla współpracy z jednym operatorem GSM na danym terenie może to być od kilkunastu do 30–40%. Modelowanie, w tym przypadku, sprowadza się do odczytu baz danych, na podstawie których obliczana (a nie modelowana) będzie generacja i absorpcja ruchu w poszczególnych rejonach komunikacyjnych. Następnie na podstawie macierzy związków ruchu zapisanych w formie kombinacji numerów BTS, określany będzie rzeczywisty rozkład potoków abonentów na poszczególne drogi.

W takim toku postępowania pozostają do rozstrzygnięcia kwestie podziału modalnego i motywacyjnego. Sprawne zarządzanie siecią transportową trudno sobie wyobrazić bez znajomości podziału modalnego – znacznie prościej można to realizować z pominięciem podziału motywacyjnego. Autorzy w chwili obecnej zajmują się poszukiwaniami rozwiązań identyfikacji mody i motywacji podróży na bazie danych z sieci GSM.

Podział modalny można, w proponowanym toku postępowania dla nowej metody, również otrzymać na podstawie wskazań z danych sieci operatora komórkowego. Logowanie do kolejnych stacji bazowych w łańcuchu przemieszczenia opisanym macierzą A realizowane będzie z kolejnymi interwałami Δt_1, $\Delta t_{2,....}$ $\Delta t_{i...,}$ Δt_n. Analiza charakterystyki zmienności tych interwałów posłużyć może do estymacji prędkości poruszających się pojazdów. Na tej podstawie można określić z dużym prawdopodobieństwem, którą modę transportu reprezentuje dany abonent z MS logującego się do stacji bazowych. W warunkach kongestii, kiedy zmienność prędkości komunikacyjnych w poszczególnych modach wyrównywałaby się (wariancja prędkości wszystkich mod transportu zbliża się do zera), postępowanie takie byłoby zawodne. Rozwiązaniem w takim wypadku jest analiza całych szeregów zgłoszeń MS. Widmo rozkładu zgłoszeń MS do BS byłoby inne – pojazdów komunikacji indywidualnej, a inne w przypadku pojazdów komunikacji zbiorowej. W tym drugim przypadku zgłoszenia byłyby równoodstępowe z uwagi na poruszanie się wielu MS w ramach jednego środka transportu (kilkudziesięciu abonentów w jednym autobusie). Czyli następowałoby zgaszenie „naraz" kilkudziesięciu MS w tym samym czasie (zgłoszenie jest wymuszane przy zmianie granic komórek). Rzutując czasy zgłoszeń do BS, można by wychwytywać i wyróżniać pojazdy odpowiadające co najmniej dla dwóch różnych typów środków transportu (indywidualny i zbiorowy). Przy większej liczbie obserwacji ruch rowerowy także będzie wyróżniał się charakterystyczną prędkością.

Przedmiotem do rozwiązania pozostaje analiza ruchu pieszego. W takiej sytuacji przemieszczenia (charakteryzujące się niewielką prędkością) w sytuacji kongestii także będą trudne do uchwycenia. Dodatkowym problemem pozostają przemieszczenia wewnątrz obszaru jednej bazy – tak zwany ruch wewnątrz rejonu komunikacyjnego. Będą one stanowić w znacznym stopniu właśnie przejścia piesze.

Należy zwrócić szczegółową uwagę na jeszcze jedną kwestię. Osoba korzystająca z usług sieci GSM może posiadać dwa i więcej terminali MS. Takie przypadki trzeba wyróżniać/eliminować na drodze algorytmizacji zagadnienia. Zgłoszenia tych osób w poszczególnych BSS, w trakcie przemieszczania się użytkowników terminali, stanowią logiczne łańcuchy zdarzeń w sieci komórkowej. Analiza jednoczesnych zgłoszeń numerów abonentów w poszczególnych BSS pozwala na drodze interpolacji wyeliminować niedokładności z tym związane (należy jednak dodatkowo wyodrębnić osoby przemieszczające się wspólnie np. pojazdem komunikacji zbiorowej, jest to jednak do rozwiązania poprzez analizę prędkości przemieszczeń). Jeśli będą notowane jednoczesne zgłoszenia w sieci komórkowej z terminali np. MSxxxxxxxxx, MSyyyyyyyyy, MSzzzzzzzzz (x, y i z są to cyfry numerów poszczególnych trzech różnych terminali) w BSSi, BSSi+1, BSSi+2, BSS i+j..., BSSn–1 zgłoszenia te można z pewnym stałym opóźnieniem redukować do rzeczywistej liczby podróży związanych z tą osobą. Wystarczy w tych przypadkach stosować uśrednianie arytmetyczne liczby zgłoszeń.

Jednocześnie należy zwrócić uwagę na fakt, że niekorzystne – wydawałoby się z punktu widzenia modelowania ruchu – przypadki związane z osobami posiadającymi dwa lub trzy terminale MS, stanowią w istocie przyczynek do dalszych ciekawych analiz. Osoby mające więcej niż jeden terminal posiadają z reguły drugi aparat jako aparat służbowy. Można dzięki temu rangować podróże odbywane w sieci transportowej, śledząc te podróże, które odbywane są przez posiadaczy większej liczby terminali MS. Stosując taką systematykę, można pokusić się o budowę modelu ruchu z potokami priorytetowymi, co w przypadku dotychczasowego podejścia jest niemożliwe. Problem stanowi w tym przypadku nieznajomość rozkładu liczby terminali MS pośród użytkowników w odniesieniu do przeznaczenia określonego odbiornika GSM. Kolejnym polem badawczym byłoby więc rozpoznanie przeznaczenia terminali MS spośród użytkowników korzystających z więcej niż jednego takiego urządzenia.

Problem motywacji

Z pewnością trudnym, jeśli nie najtrudniejszym, problemem w proponowanej koncepcji jest kwestia określenia motywacji podróży. Choć jest to zdaniem autorów problem trudny – to jednak kwestia znajomości motywacji podróży nie wpływa ani na infrastrukturę drogową, ani na jej organizację w danej chwili. Może wprowadzać pewne zmiany i ograniczenia w zakresie gestii dysponentów transportu zbiorowego. Pomocne w ustalaniu parametrów podróży, a zwłaszcza jej motywacji, mogą być takie elementy jak:

- źródło (ustalane z dokładnością do stacji bazowej),
- cel podróży (ustalany z dokładnością do BTS),
- czas pobytu w źródle i w ujściu (z dokładnością do BTS),
- liczba rozmów i czas wykonywanych rozmów w poszczególnych BTS.

Autorzy w tej kwestii dysponują pewnym doświadczeniem i procedurami weryfikacji motywacji podróży na bazie danych z sieci GSM.

Podsumowanie

Prezentowana koncepcja ma, wbrew zachęcającym perspektywom, kilka wad. Nie są one jednak głównie natury merytorycznej, a raczej organizacyjnej. Do wad tych należy zaliczyć konieczność sprawnej współpracy (być może partycypacji) pomiędzy poszczególnymi operatorami sieci komórkowych, które – z natury swojej działalności – konkurują ze sobą. Drugą wadą jest konieczność zorganizowania na platformie hardwarowej i softwarowej dodatkowych procedur umożliwiających koordynację danych pomiędzy rejestrem VLR a danymi stacji bazowych. Wymaga to, poza oprogramowaniem, również odpowiedniego oprzyrządowania sprzętowego lub odpowiedniego wykorzystania już istniejących zasobów *hardware*. Pozostałe problemy dotyczą zagadnień natury prawnej działalności sieci komórkowych, w tym ochrony danych osobowych, jak również technicznej strony funkcjonowania sieci komórkowej, co przekracza zakres przedmiotowego artykułu.

Dokończenie tekstu na stronie 44

Maciej Mindur[1]

TRANSPORT PASAŻERSKI W STANACH ZJEDNOCZONYCH I UNII EUROPEJSKIEJ W LATACH 1990–2010

W latach siedemdziesiątych – przy ówczesnych możliwościach technicznych – uważano, że komunikacja lotnicza, z uwagi na czasy przelotu, nie musi obawiać się konkurencji ze strony kolei na odległość do 500 km. Dziś, dzięki zwiększeniu prędkości podróży pociągami, mówi się, że najszybsze z nich mogą – zarówno pod względem prędkości, jak i oferowanego podróżnym komfortu jazdy – konkurować z przelotami lotniczymi. Postęp techniczny doprowadził więc do zmiany w zakresie optymalnego dystansu dla różnych gałęzi transportu. Obecnie dystans konkurencyjny dla kolei to 1000 kilometrów (odnotować trzeba także, że na konkurencję pomiędzy wymienionymi środkami transportu wpływ miały także rozwój urbanizacyjny, czyli zwiększenie powierzchni miast i narastanie problemu kongestii).

Transport pasażerski w Stanach Zjednoczonych

W Stanach Zjednoczonych – kraju, w którym po raz pierwszy na świecie zaczęto stosować linię produkcyjną – postawiono przede wszystkim na motoryzację indywidualną (co było zgodne z amerykańską koncepcją rozwoju przemysłu). Stworzono tam dogodne warunki dla rozwoju tej branży, czemu sprzyjała dobrze rozwinięta sieć dróg i stosunkowo niskie ceny paliwa. W związku z tym samochód był, i jest, tam najbardziej popularnym środkiem transportu (patrz tab. 1).

Raczej gorszej jakości jest natomiast komunikacja autobusowa w zakresie połączeń „transkontynentalnych" (od wybrzeża do wybrzeża). Bardziej komfortowe są połączenia kolejowe. Liczba pasażerów – jak na tak wielki kraj – nie jest jednak imponująca (czas podróży na dłuższych dystansach trwa bowiem kilka dni, co czynni tę gałąź transportu mało konkurencyjną). W praktyce przewozy kolejowe odgrywają istotną rolę jedynie na odcinku Wybrzeża Wschodniego, czyli na trasie Boston–Nowy Jork–Waszyngton, gdzie ma przebiegać jedna z pierwszych linii kolei szybkich prędkości, których budowę zapowiedziała administracja prezydenta Baracka Obamy.

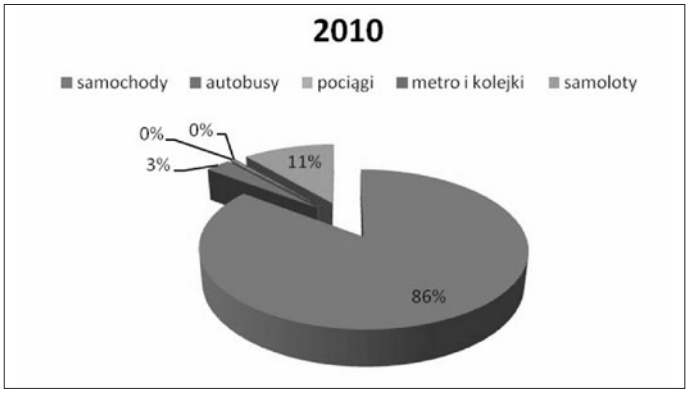
Tabela 1

Przewozy pasażerskie wykonywane poszczególnymi środkami transportu w USA (mld pkm)					
	samochody	autobusy	pociągi	metro i kolejki	samoloty
1990	5208	195	18	12	557
1995	5702	219	17	15	650
2000	6457	259	22	17	831
2005	7249	273	23	18	939
2010	8121	291	26	20	1057

Źródło: opracowanie własne na podstawie: http://www.census.gov/compendia/statab/, http://www.stat-usa.gov/, North America Transportation Statistic Database 2010

Stany Zjednoczone są jednym z pierwszych krajów, w którym transport lotniczy miał charakter masowy (miał on bardzo istotny udział w przewozach pasażerskich ogółem – rysunek 1), na co wpływ miały zarówno wielkie odległości, jak i wysoki poziom zamożności społeczeństwa.

Jak wielką rolę odgrywa transport powietrzny wskazuje już to, że w Stanach Zjednoczonych funkcjonuje największa na świecie liczba lotnisk (14 951)[3], z czego 5146 posiada nawierzchnię betonową. Drugim pod względem liczby lotnisk krajem jest Brazylia (4176), a następnie kolejno: Meksyk (1848), Kanada (1369) oraz Rosja (1232). Tak więc różnica między liczbą lotnisk w Stanach Zjednoczonych a drugą w tej klasyfikacji Brazylią wynosi ponad 10 000.



Rys 1. Struktura przewozów pasażerskich wykonywanych poszczególnymi środkami transportu w USA w 2010

Źródło: opracowanie własne na podstawie: http://www.census.gov/compendia/statab/, http://www.stat-usa.gov/, North America Transportation Statistic Database 2010

[1] Prof. SGH dr hab., Szkoła Główna Handlowa, lmindur@vp.pl

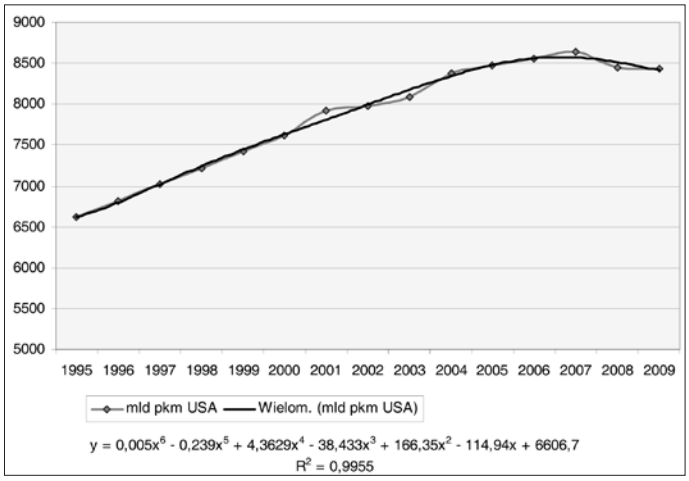
[2] Artykuł przygotowany na podstawie książki M. Mindura: *Transport w erze globalizacji gospodarki*, ITE-PIB Warszawa-Radom 2010.

[3] *Word Factbook 2009*, CIA.

Przewozy lotnicze jeszcze bardziej – w zestawieniu z kolejowymi – atrakcyjnymi czyni pojawienie się tanich przewoźników, a także specjalnych ofert typu „last time" umożliwiających kupno biletu za dużo niższą cenę (np. w przypadku, gdy bilet kolejowy kosztuje 150–200 USD, bilet lotniczy w ofercie „last time" można nabyć już za 50 USD).

W prawdzie po ataku na WTC (2001) – na skutek gwałtownego spadku popytu na przewozy samolotami – sytuacja wielu przewoźników lotniczych wydawała się być zagrożona (linie United Airlines zbankrutowały), ale pomoc finansowa ze strony administracji rządowej i zwiększona liczba firm oferujących tanie przewozy doprowadziły do sytuacji, w której przeloty lotnicze znowu zaczęły być popularne. Obecnie ich wielkość zbliżyła się do poziomu z 2000 roku.

Podobnie, jak w przypadku przewozu ładunków – dla zobrazowania owego procesu – również ogólną wielkość przewozów pasażerskich w ostatniej dekadzie w USA zaprezentowano w postaci wykresu wielomianu.



Rys. 2. Kształtowanie się przewozów pasażerów ogółem [mld pkm] w USA w latach 1995–2009

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Energy and Transport...2009, European Commission Directorate–General for Energy and Transport, Eurostat.

Przewozy pasażerskie w Stanach Zjednoczonych w latach 1995–2007 charakteryzowały się dużą liczbą przewiezionych pasażerów oraz systematyczną tendencją wzrostową. Do niewielkiego zmniejszenia przewozów pasażerskich doszło w latach 2007–2009. Jak się wydaje, było to rezultatem pogarszającej się sytuacji w gospodarce światowej. Wzrost przewozów w tym okresie nastąpił we wszystkich gałęziach transportu – z tym, że zdecydowanie największe przyrosty osiągnął transport samochodowy[4] i lotniczy.

Transport pasażerski w UE

Struktura przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej ma istotne znaczenie – nie tylko z uwagi na aspekty, które wiążą się z przemieszczaniem ludzi, ale także dlatego, że oddziałuje ona także na przewozy ładunków.

Struktura ta przedstawia się zaś bardzo niekorzystnie – w przewozach pasażerskich dominuje transport samochodowy (ponad 80%), a pozostałe gałęzie transportu odgrywają mało istotną rolę (transport kolejowy to zaledwie 6%, a lotniczy 5%), przy czym obserwuje się tendencje prowadzące do spadku udziału kolei (pomimo tego, że koleje europejskie są nastawione na przewozy pasażerskie – obecnie istnieje wiele przedsiębiorstw oferujących wyłącznie przewóz ładunków, ale ich udział w rynku jest niewielki: w Niemczech obok DB istniało blisko 240 przewoźników, ale ich udział w rynku nie przekraczał 8%)5 i wzrostu pasażerskiego ruchu lotniczego.

Dlaczego tak się dzieje? Częściowo odpowiedzią na to pytanie jest stan kolei europejskich i wynikający z tego brak „kompatybilności" pomiędzy przewoźnikami i infrastrukturą. Drugą z przyczyn jest fakt, że – jak wskazują badania rynku – podejmując decyzję o wyborze środka transportu, aż 60% konsumentów bierze pod uwagę przede wszystkim cenę.

W ostatnich latach działalność niskokosztowych przewoźników doprowadziła do obniżenia cen usług lotniczych. W odpowiedzi na to inne firmy lotnicze zareagowały, obniżając koszty oferowanych przez siebie usług (liczba połączeń i dynamika rozwoju ruchu lotniczego w świecie przewyższa wzrost wartości PKB – analitycy Airbusa i Boeinga zakładają, że do roku 2025 średnioroczny wzrost PKB będzie wynosił 3–4 %, a wzrost popytu na przewozy lotnicze osiągnie poziom ponad 5%)[6]. Ciekawym przypadkiem jest wojna cenowa pomiędzy firmą *Deutsche BA* (której właścicielem jest British Airways) a irlandzkim Ryanairem, w wyniku której kierownictwo Lufthansy zdecydowało się obniżyć ceny połączeń poza godzinami szczytu aż o 63% – co spowodowało, że ceny biletów rejsowych w Niemczech ustaliły się na poziomie 70 EUR, czyli niższym niż oferowane przez koleje niemieckie. W następstwie tego obniżkę cen za swoje usługi zadeklarowało również przedsiębiorstwo Air France[7].

Spadek cen biletów i czasów przelotów był również efektem postępu technicznego i wdrożenia rozwiązań ekonomizujących, takich jak zwiększenie pojemności samolotów i wydłużenie zasięgu lotu, co pozwala uniknąć międzylądowań (w niektórych przypadkach ceny przelotu staniały aż dziesięciokrotnie, np. przelot na trasie Londyn–Nicea w 1946 roku kosztował – tam i powrotem – 43 GBP, co przy dzisiejszych cenach stanowi równowartość 1884 EUR, a obecnie kosztuje 173 EUR)[8].

Ceny oferowane przez przewoźników lotniczych są w wielu przypadkach niższe od oferowanych przez przewoźników kolejowych. Zakładając więc, że konsument przy wyborze środka transportu kieruje się ceną, nie może budzić wątpli-

[4] tamże

[5] B. Liberadzki, Wystąpienie podczas sesji plenarnej sekcji transportu PAN.

[6] Liwiński J., *Długoterminowe prognozy światowego rynku transportu lotniczego*, „Przegląd Komunikacyjny" 2005, nr 3, s. 4.

[7] Hawlena J., *Determinanty kształtowania cen usług transportowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2004, s. 246.

[8] jw.

wości dalszy wzrost udziału przewozów lotniczych kosztem kolei. W najbliższej przyszłości transport w UE zdominowany więc będzie przez dwie – najmniej przyjazne dla środowiska i powodujące największe jego zanieczyszczenie – gałęzie transportu: transport drogowy i lotniczy.

Rządy wielu europejskich państw próbują zapobiec takiemu rozwojowi wypadków i rozwijać przewozy koleją – czyli najbardziej proekologiczną gałęzią transportu (w szczególności rząd francuski postulował, by koleje w pierwszej kolejności przewoziły pasażerów, a w drugiej ładunki). Jednakże na dłuższych dystansach (powyżej 1000 kilometrów) – przy obecnym stanie techniki – kolej może konkurować z samolotem wyłącznie cenowo (czas podróży stawia bowiem samolot jednoznacznie w uprzywilejowanej sytuacji). Inaczej natomiast wygląda sytuacja na dystansach średnich, gdyż koleje szybkich prędkości mogą z powodzeniem konkurować z samolotami turbośmigłowymi – predysponowanymi do niewielkich, jak na transport lotniczy odległości – niektóre pociągi osiągają bowiem zbliżone prędkości. Najnowszy pociąg TGV[9] jest w stanie pokonać dystans 515 kilometrów w ciągu godziny[10], a samolot turbośmigłowy Atr-72 może lecieć z prędkością przelotową 526 km/h, natomiast An-24 400–450 km/h[11].

Pociągi TGV są jednak absolutnym liderem w Europie pod względem rozwijanych prędkości (w marcu 2007 ustanowiono nowy rekord prędkości wynoszący 574 km/h), pociągi w innych krajach poruszają się wolniej[12] (najszybszy ekspres ICE w RFN osiąga prędkość 330 km/h na jednej trasie, pozostałe natomiast 280 km/h lub 250 km/h; włoski Pendolino na niektórych odcinkach osiąga prędkość 300 km/h), przez cały czas podejmowane są jednak działania zmierzające do zwiększenia ich prędkości. W Niemczech na torze doświadczalnym na trasie Emsland–Dorpen wprowadzono jednoszynowe pociągi, które osiągają prędkość 450 km/h (w 2002 roku rząd niemiecki podjął decyzję o budowie 79 km odcinka jednoszynowej kolei z Dortmundu do Dülerdorfu i odcinka łączącego Monachium z miejscowym lotniskiem)[13]. Wdrożenie takich pociągów stworzy szansę na rozwój kolei wysokich prędkości – także poza Francją.

Obok argumentów dotyczących proekologiczności kolei oraz możliwości ich konkurowania pod względem czasu przejazdu z innymi środkami transportu (poprzez wprowadzenie poduszki powietrznej i innych innowacji technicznych), pociągi mają także tę zasadniczą przewagę nad samolotami, że z reguły wyjeżdżają z centrum i dojeżdżają do centrum następnego miasta, podczas gdy dojazd do lotniska z reguły znacznie wydłuża czas podróży. Podobnie jak wydłużające się w ostatnim okresie – z uwagi na zagrożenia terrorystyczne – odprawy.

Zakładając, że w przyszłości wzrost techniki doprowadzi do tego, iż połączenia między aglomeracjami będą obsługiwane przez koleje – jak przewiduje koncepcja Komisji Europejskiej dążącej do zmniejszenia wielkości ruchu lotniczego nad Europą – firma Airbus już realizuje strategię zmierzającą do obsługiwania lotów międzykontynentalnych, opartą na produkcji samolotów dalekiego zasięgu (szerokokadłubowych, dużych)[14].

Tabela 2

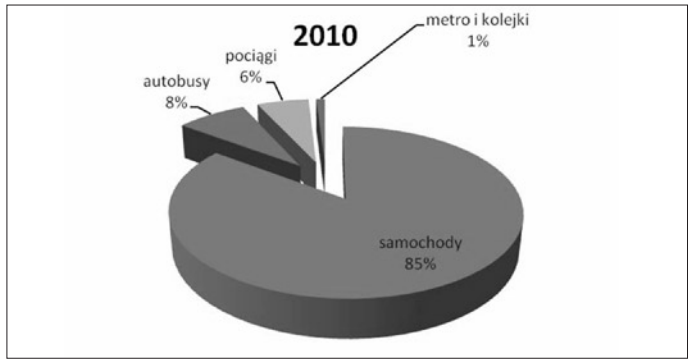
Przewozy pasażerskie wykonane poszczególnymi środkami transportu w UE (mld pkm)

	samochody	autobusy	pociągi	metro i tramwaje
1990	3101	371	269	49
1995	3522	382	273	49
2000	3862	406	307	55
2005	4025	417	329	60
2010	8003	743	549	92

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Energy & Tsransport in Figures, Statistics Pocket book 2010, European – General for Energy and Transport.

Wspomniana już nierównomierna struktura gałęziowa europejskiego transportu pasażerskiego (patrz tab. 2 i rys. 3) powoduje znaczny wzrost kosztów zewnętrznych transportu (nie uwzględniany w rachunku ekonomicznym). Największy problem stanowi zjawisko kongestii, której koszt Komisja Europejska szacuje na równowartość 1,5% PKB. Znacznie ogranicza ona bowiem przepustowość europejskich szlaków komunikacyjnych, podraża koszty przewozów i poważnie je opóźnia.

Najbardziej niepokojący wydaje się być dalszy wzrost przewozów samochodami i brak umiejętności racjonalnego temu przeciwdziałania oraz (niekorzystny z ekologicznego



Rys. 3. Struktura przewozów pasażerskich wykonywanych poszczególnymi środkami transportu w UE w 2010 r.
Źródło: opracowanie własne na podstawie: Energy & Transport in Figures, Statistics Pocket book 2010, European – General for Energy and Transport.

[9] Pociągi TGV w 1989 roku zapoczątkowały w Europie Zachodniej rozwój kolei szybkich prędkości. Osiągane przez nie prędkości spowodowały potrzebę zapewnienia szczególnych środków bezpieczeństwa, co spowodowało, że w transporcie kolejowym rozpoczął się proces specjalizacji infrastruktury liniowej. Wskutek tego po torach, którymi poruszają się pociągi szybkich prędkości, nie wozi się ładunków.

[10] J. Hawlena, *Determinanty kształtowania cen usług transportowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2004, s. 250.

[11] W. Kasza, *Samolot transportowy – 26* w: „Typy broni i uzbrojenia", 1983, nr 89, Wydawnictwo MON. s.16.

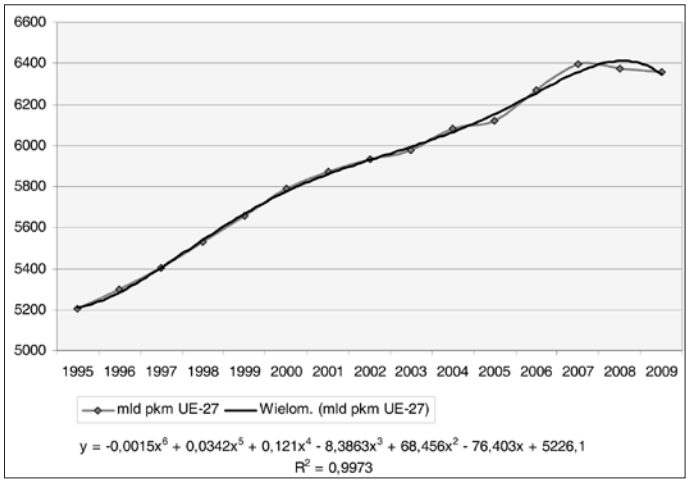
[12] Warto przypomnieć, że oddana do użytku w 1979 roku Centralna Magistrala Kolejowa pod względem technicznym (wyprofilowanie łuków, promieni skrętów) umożliwiła poruszanie się pociągów z prędkością 200–250 km/h, ruch na niej zdominowany został jednak przez pociągi towarowe (pierwsze ekspresy zaczęły jeździć w 1984 roku, a istniejący tabor pozwalał osiągnąć maksymalną prędkość do 162 km/h).

[13] Tamże, s. 250.

[14] Jaźwiński J., Słodownik A., *Technologie w transporcie lotniczym* w: *Technologie transportowe XXI wieku*, (pod red. L. Mindura), ITE, Warszawa–Radom 2008, s. 191.

punktu widzenia) wzrost przewozów transportem lotniczym. Zjawiskom tym zapobiec może – jak już wcześniej wspomniano – odpowiednia polityka państw, których rządy decydują dziś o kształcie przewozów w Europie. To bowiem przewoźnicy, którzy pełnili lub pełnią funkcję przewoźników narodowych decydują o sposobie i kierunkach ich funkcjonowania oraz rozwoju.

Wielkość ogólnych przewozów pasażerskich w Unii[15] w latach 1995–2007 przedstawiono na poniższym wykresie – za pomocą krzywej wielomianu.



Rys. 4. Kształtowanie się przewozów pasażerów ogółem [mld pkm] w UE-27 w latach 1995–2009

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Energy and Transport... 2009, European Commission Directorate–General for Energy and Transport, Eurostat.

Oceniając kształtowanie się przewozów na podstawie przebiegu owej krzywej, można zauważyć systematyczny i bardzo równomierny ich wzrost oraz wysoki poziom w okresie wyjściowym (w roku 1995). Do nieznacznego spadku przewozów doszło w latach 2007–2009 i został on najprawdopodobniej spowodowany pogorszeniem się sytuacji gospodarczej w państwach Unii Europejskiej.

Rozkład krzywej wielomianu w minimalnym stopniu odbiega od rzeczywistego wykonania. Ocena zgodności trendu z faktycznym wykonaniem jest bardzo wysoka – bliska jedności.

Podsumowanie

W przewozach pasażerskich dominujący jest transport samochodowy – odnotowuje on najwyższy udział w ogólnych przewozach pasażerów w Stanach Zjednoczonych i stanowi 85%, a w UE 83%.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że znacznie niższą wielkość mają przewozy zdecydowanie bardziej ekologiczną gałęzią transportu. W USA koleją podróżuje niewiele osób, nieco lepiej sytuacja przedstawia się w Unii Europejskiej, gdzie ten środek transportu przewozi rocznie około 6% ogółu korzystających z komunikacji zbiorowej.

Marginalne znaczenie w ogólnych przewozach pasażerskich ma transport wodny, natomiast zarówno w USA, jak i w UE w coraz większym stopniu rozwijają się przewozy transportem lotniczym. Postęp techniczny w transporcie lotniczym doprowadził bowiem do tego, że przewozy osób drogą lotniczą – dawniej elitarne – stały się powszechne i ogólnie dostępne (jednakże w okresie ostatnich dwudziestu pięciu lat generalnie nie zmniejszył się czas podróżowania i wbrew prognozom z lat 70.[16] loty nie zostały zdominowane przez samoloty ponaddźwiękowe, ale przeciwnie – te ostatnie zostały wycofane).

Na wzrost przewozów pasażerskich – obok rozwoju gospodarczego – bezpośredni wpływ miał również zwiększający się wskaźnik urbanizacji.

Na wszystkich kontynentach świata w latach 1995–2010 ludność w miastach zwiększyła się bowiem o 6,2% – przy czym w regionach mniej rozwiniętych tempo tego procesu było szybsze niż w krajach bardziej rozwiniętych (w Ameryce Północnej aż 82,3% ludności regionu mieszka w miastach). Postępujący proces urbanizacji powoduje wzrost zapotrzebowania na przewozy – zwłaszcza w dużych ośrodkach miejskich – i sprawia, że kwestia przemieszczania się osób – także na terenie miast – staje się niezwykle istotna.

Obok wyżej wymienionych czynników znaczący wpływ na rozwój transportu (w tym przewozów pasażerów) wywiera również rozwój myśli technicznej:

- rozwój techniki i postęp w dziedzinie wytwarzania spowodowały spadek cen, w skutek czego niektóre urządzenia stały się w znacznie większej mierze dostępne;
- postęp techniczny powoduje, że zwiększają się możliwości i osiągi sprzętu transportowego;
- nowe rozwiązania konstrukcyjne (budowa mostów i tuneli) otwierają nowe możliwości, ale często stawiają też nowe wyzwania. Już dziś byłoby możliwe połączenie tunelem drogowym Wielkiej Brytanii z Francją, ale przeszkodą jest lewostronny ruch. Połączenie tunelem Rosji z Alaską wydaje się jeszcze wizją futurystyczną, ale już połączenie wysp japońskich z Sachalinem kwestią dużo bardziej realną (tu problemem jest różny rozstaw szyn w Japonii i Rosji). Zwiększenie prędkości i wzrost zapotrzebowania na przewozy czyni coraz bardziej istotną kwestię interoperacyjności kolei.

Jak wykazują przeprowadzone analizy[17]:

a) pod względem infrastruktury drogowej najdłuższą w świecie sieć dróg i autostrad mają Stany Zjednoczone. Na drugim miejscu pod tym względem znajduje się Unia Europejska.

Dokończenie tekstu na stronie 51

[15] Tak jak w przypadku obliczeń dotyczących PKB oraz przewozów ładunków w UE-15, tutaj także przyjęto – jako reprezentatywne dla „piętnastki" – dane dla UE-27, bowiem udział krajów UE-15 w ogólnych przewozach pasażerskich w UE-27 stanowi ok. 90%.

[16] E. Bakke *Systemy transportowe dziś i jutro*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1977, s. 117.

[17] Mindur M., *Transport w erze globalizacji gospodarki,* rozdział 1.

Marcin Połom[1]
Mikołaj Bartłomiejczyk[2]

ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA ZASILANIA W TROLEJBUSACH – PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ STOSOWANYCH W MIASTACH EUROPEJSKICH

Trolejbus jest jednym z bardziej ekologicznych pojazdów w komunikacji miejskiej. Jego ważną zaletą jest nieemisyjność w miejscu eksploatacji. Do niedawna jedną z głównych wad było połączenie trolejbusu z siecią trakcyjną poprzez odbieraki prądu. Obecny rozwój innowacyjnych technologii wzmacnia pozycję trolejbusu i daje szanse jego częściowego uniezależnienia od sieci trakcyjnej. Dzięki alternatywnym źródłom zasilania (agregaty spalinowe, baterie trakcyjne, superkondensatory) trolejbusy mogą omijać nawet kilkukilometrowe fragmenty sieci trakcyjnej. W artykule dokonano przeglądu stosowanych rozwiązań na rynku europejskim.

Wprowadzenie

Trolejbus stanowi pośrednie rozwiązanie między autobusem a tramwajem. System klasycznej komunikacji trolejbusowej nie wymaga tak znaczących nakładów inwestycyjnych jak w przypadku tramwaju, lecz nie jest tak elastyczny w stosunku do sytuacji drogowych jak autobus. W celu uruchomienia komunikacji trolejbusowej należy dobudować do istniejącej infrastruktury drogowej napowietrzną trakcję elektryczną wraz z układem zasilania. Nie ma potrzeby budowy wydzielonych pasów ruchu jak w przypadku torowisk tramwajowych.

Trolejbusy w budowie są podobne do autobusów, lecz różni je rodzaj napędu i związanie pojazdów z siecią trakcyjną przez pantografy umieszczone na dachu. Odbieraki prądu umożliwiają odchylanie się trolejbusu od osi zawieszenia sieci jezdnej w zakresie +/- 4,5 m, co pozwala wymijać wszelkie przeszkody na jezdni o szerokości 9 metrów [1]. Klasyczny wzorzec komunikacji trolejbusowej to pojazdy poruszające się wyłącznie po ulicach wyposażonych w napowietrzną sieć trakcyjną bez możliwości uniezależnienia pojazdu od źródła zasilania.

Zarys idei wprowadzenia alternatywnego źródła zasilania w napędach trolejbusów

Komunikacja trolejbusowa uzależniona od zasilania trakcyjnego stała się uciążliwa w eksploatacji. Poszukiwano więc rozwiązań umożliwiających „uelastycznienie" trolejbusów. W wyniku rozwoju technologii pojawiły się alternatywne sposoby zasilania układu napędowego trolejbusów przez zabudowanie agregatów spalinowych spełniających rolę prądnicy, montaż akumulatorów o dużej pojemności energetycznej lub zasobników superkondensatorowych. Przesłanką kierującą uwagę przewoźników na poprawę warunków eksploatacyjnych były przede wszystkim wysokie koszty utrzymywania rezerwy autobusów na ewentualność zaniku zasilania w sieci trakcyjnej, poważnego zerwania przewodów jezdnych lub długotrwały remont, przebudowę ulicy. Trolejbusy pozostające w zajezdni nie zarabiały na swoje utrzymanie, a autobusy kursujące na liniach trolejbusowych generowały większe koszty, co powodowało, że komunikacja trolejbusowa negatywnie wypadała w bilansie ekonomicznym.

Przegląd rozwiązań stosowanych w trolejbusach

W latach 80. XX w. pojawiły się w eksploatacji liniowej pierwsze trolejbusy z alternatywnymi źródłami zasilania, były to pojazdy wyposażone w agregaty spalinowe oraz próby wykorzystania baterii trakcyjnych. Na szerszą skalę alternatywne źródła zasilania zadomowiły się w komunikacji trolejbusowej na początku XXI wieku. Poza miastami Europy Zachodniej, w szczególności w Szwajcarii i Włoszech, wprowadzono do produkcji seryjnej środkowoeuropejski trolejbus niskopodłogowy – Škoda 21TrACI [2] (fot. 1.).

Pojazd ten został wyposażony w wysokoprężny silnik diesla o mocy 100kW, który stanowił prądnicę do zasilania elektrycznego układu napędowego trolejbusu. Pierwszym,

[1] Mgr, Instytut Geografii, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański, geompo@univ.gda.pl

[2] Mgr inż., Katedra Inżynierii Elektrycznej Transportu, Wydział Elektrotechniki i Automatyki, Politechnika Gdańska, mbartlom@ely.pg.gda.pl

liniowym zastosowaniem tego trolejbusu była linia nr 1 w czeskim mieście Hradec Králové, gdzie końcowy odcinek pojazd wykonywał po ulicy niewyposażonej w sieć trakcyjną. Fabrycznie nowy trolejbus zastąpił prowizoryczne rozwiązanie stosowane przez kilka lat w postaci wysokopodłogowej Škody 14Tr wyposażonej w przyczepę z agregatem spalinowym. Trolejbusy Škoda 21TrACI dostarczone zostały jeszcze do Pilzna (fot. 2). Podobne rozwiązania stosują obecnie wszyscy producenci trolejbusów niskopodłogowych w Unii Europejskiej oraz Szwajcarii. Swoje pojazdy, na życzenie klienta, wyposażają w agregaty spalinowe tacy producenci jak: Solaris, Škoda, Viseon, HESS, Van Hool (fot. 3 i 4).

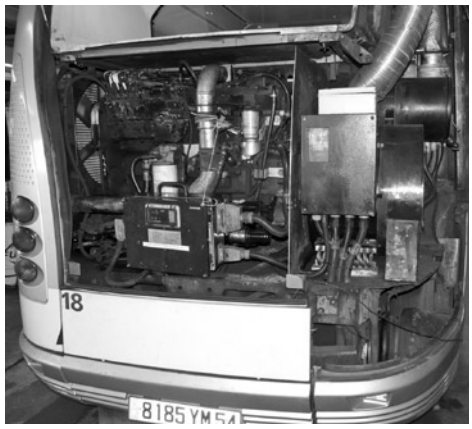
Są to zestawy o różnej mocy, od 50kW do 250kW, a zatem i zróżnicowanej masie własnej, która znacząco wpływa na pojemność trolejbusów. Zaletą agregatu spalinowego jest jego nieograniczony zasięg – trolejbus może być eksploatowany na takim dystansie, na jaki pozwala pojemność zbiornika paliwa. Wadą tego rozwiązania jest znaczne zużycie paliwa. Doświadczenia z miast, eksploatujących w ruchu ciągłym trolejbusy wyposażone w tego typu alternatywne źródło zasilania, wykazują znacząco wyższe zużycie paliwa niż w przypadku klasycznych autobusów spalinowych. Ponadto agregat spalinowy jest emisyjny i wówczas trudno podtrzymywać argument o proekologiczności komunikacji trolejbusowej.

Agregat spalinowy to pierwsza i zarazem najpopularniejsza grupa spośród rozwiązań dywersyfikujących źródło zasilania. Popularność tego rozwiązania spowodowana jest przede wszystkim łatwością implementacji w trolejbusie (producent modułu dostarcza kompletny, zmontowany zestaw to zabudowania w pojeździe) oraz dostępnością technologii. Do drugiej grupy alternatywnych źródeł zasilania należy zaliczyć baterie trakcyjne. To rozwiązanie jest dotychczas mniej popularne i rzadziej stosowane w regularnej eksploatacji. Powodu takiej sytuacji należy upatrywać przede wszystkim w niedorozwoju technologii oraz w wysokich kosztach zakupu (argument podnoszony do niedawna). W ostatnich dwóch latach zainteresowanie bateriami trakcyjnymi jednak zdecydowanie wzrosło przede wszystkim za sprawą rozwoju nowoczesnych technologii, wprowadzeniu wielu rozwiązań do seryjnej produkcji oraz zmniejszeniu cen.

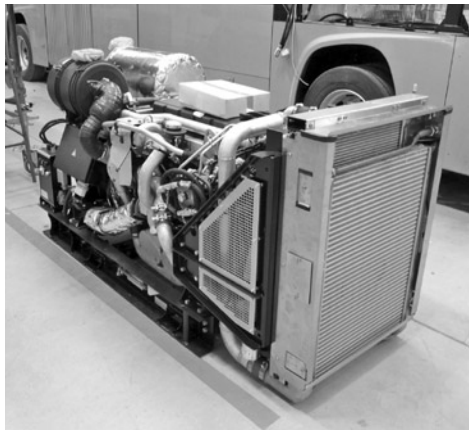
Baterie trakcyjne dostępne są w różnych technologiach i zazwyczaj dedykowane każdemu przedsiębiorstwu indywidualnie. W regularnej eksploatacji pozostają w Europie akumulatory ołowiowe, niklowo-wodorkowe, niklowo-kadmowe (fot. 5), a w ostatnich miesiącach rozważa się wprowadzenie do eksploatacji bardzo lekkich litowo-jonowych. Określając zalety baterii, należy jednoznacznie wyróżnić ich nieemisyjność w odróżnieniu od agregatów spalinowych. Trolejbus korzystający z zasilania bateryjnego pozostaje nadal pojazdem w stu procentach elektrycznym, co jest szczególnie ważne dla przedsiębiorstw eksploatujących wyłącznie pojazdy korzystające z energii elektrycznej. Korzystanie z agregatów spalinowych jest uciążliwe w zajezdniach niedostosowanych do obsługi pojazdów spalinowych. W przypadku akumulatorów ten aspekt nie występuje, ale najbardziej odczuwalną ich wadą jest ograniczony zasięg.

Fot. 1. Škoda 21TrACI w Pilźnie w trakcie przejazdu przy zasilaniu z agregatu spalinowego, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk

Fot. 2. Agregat spalinowy diesla zamontowany w trolejbusie Škoda 24Tr w przedsiębiorstwie trolejbusowym Zlín-Otrokovice, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk



Fot. 3.
Agregat spalinowy diesla zamontowany w pojeździe TVR (trolejbus naprowadzany szyną w jezdni), Nancy, fot. Marcin Połom



Fot. 4.
Agregat spalinowy przygotowany do zamontowania w przegubowym trolejbusie Breda MenariniBus dla Rzymu przez firmę Škoda Electric, fot. Marcin Połom

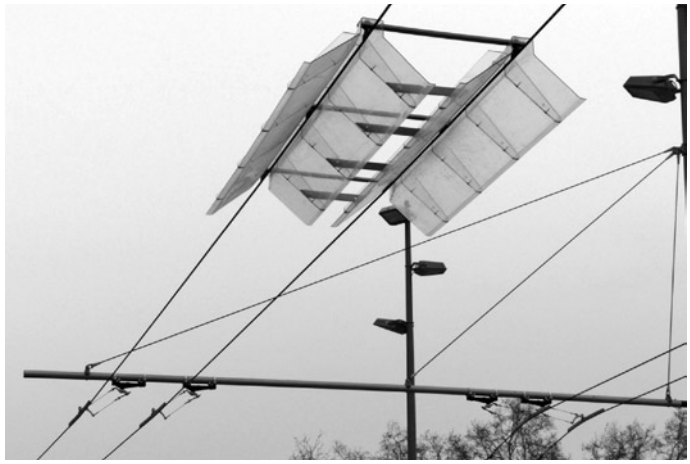
Fot. 5. Dwa moduły baterii niklowo-kadmowych zabudowanych w trolejbusie Solaris Trollino 12M w Gdyni, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk

Przy zasilaniu z baterii trakcyjnych długość odcinka, jaki może przejechać trolejbus, jest uzależniony od ich pojemności. Pojemność akumulatorów przekłada się na ich masę, a ta przy wielkości porównywalnej z masą agregatu spalinowego o mocy 100kW pozwala na przejazd od 3 do 7 km w zależności od zastosowanej technologii. W przypadku eksploatacji baterii w ruchu awaryjnym (na okoliczność czasowego zamknięcie krótkiego odcinka trasy) lub liniowo przy obsłudze krótkiego odcinka np. wybiegowego, obecnie dostępną pojemność baterii należy uznać za wystarczającą. Zważywszy, że bateria to źródło zasilania „odnawialne" – może zostać doładowana z sieci trakcyjnej przy normalnej pracy trolejbusu, to jej wada w zakresie zasięgu eksploatacji jest pomniejszona względem agregatu spalinowego. Poza aspektem pojemności akumulatorów i ich masy ważna jest także żywotność takiego źródła zasilania. W zależności od wykorzystanej technologii oraz pracy baterii (stopnia ich rozładowania) można oszacować ich żywotność. Z punktu widzenia przewoźnika istotne jest, aby fabrycznie implementowane rozwiązanie posłużyło jak najdłużej.

Ostatnią grupę rozwiązań stanowią superkondensatorowe zasobniki energii, najmniej popularne, ale zarazem najkrócej stosowane. Ze względu na innowacyjność technologii oraz jej stosunkowo najmniejszą dostępność w porównaniu do omówionych powyżej, doświadczeń ze stosowania tego typu rozwiązania jest najmniej. Obecnie stosowane superkondensatory w stosunku do baterii trakcyjnych posiadają znacznie mniejszą pojemność energetyczną, jednak poza aspektem funkcjonowania jako alternatywne źródło zasilania realnie wpływają na oszczędność zużycia energii elektrycznej przez trolejbus. Dzięki możliwości szybkiego rozładowania i doładowania są wykorzystywane w bieżącym cyklu eksploatacyjnym i umożliwiają poprawienie własności trakcyjnych np. w przypadku spadków napięcia w sieci trakcyjnej. Szybkość ich doładowania ma znaczenie w przypadku rekuperacyjnego (odzyskowego) hamowania pojazdu i braku odbiornika energii na tym samym odcinku zasilania. Wówczas, zamiast wytracać energię z hamowania na rezystorze, trolejbus kumuluje energię w superkondensatorach. Tego typu rozwiązanie na pewno należy do tych, które w przyszłości będą rozwijane, seryjnie stosowane i wzmocnią konkurencyjność pojazdów korzystających z energii elektrycznej. Obecnie obserwuje się próbę połączenia superkondensatorów z bateriami trakcyjnymi (np. Ostrawa, Tallin) lub agregatem spalinowym (Eberswalde, Parma, Mediolan) w jednym układzie napędowym. Nierozstrzygnięta pozostaje kwestia, czy zasobniki superkondesatorowe będą bardziej efektywne przy zamontowaniu po stronie układu zasilania (podstacja zasilająca), czy na odbiorniku energii (trolejbus).

Doświadczenia eksploatacyjne z miast europejskich

Spośród 155 sieci trolejbusowych zlokalizowanych w Europie (z wyłączeniem Federacji Rosyjskiej), 53 posiadają doświadczenia w zakresie wykorzystania alternatywnych źródeł zasilania, w ruchu awaryjnym lub regularnym (fot. 6,7,8,9,10). Najwięcej systemów komunikacji trolejbusowej, eksploatujących trolejbusy wyposażone w dodatkowe źródło zasilania funkcjonuje w Szwajcarii – 13 miast, we Włoszech – 9 miast oraz w Czechach – 6 miast (tab. 1 i 2). Dominującym rozwiązaniem stosowanym obecnie w komunikacji trolejbusowej jest agregat spalinowy, wykorzystywany przez 46 miast. Mniejsze doświadczenia, przede wszystkim ze względu na ograniczoną dostępność rozwiązania w przeszłości, dotyczą baterii trakcyjnych (7 miast) i superkondensatorowych zasobników energii (5 miast).



Fot. 6. Specjalne „daszki" do automatycznego kotwienia odbieraków prądu do przewodów sieci trakcyjnej, Castellon, fot. Marcin Połom

Wiodący producenci taboru trolejbusowego w Europie oferują pojazdy wyposażone w agregaty spalinowe lub superkondensatory. Baterie trakcyjne ze względu na dedykowane, indywidualne rozwiązania są oferowane przez nieliczne firmy produkujące tabor trolejbusowy. Obecnie układy baterii trakcyjnych implementowane są w układach napędowych trolejbusów marki Solaris (Polska) lub Škoda (Czechy). Wśród trolejbusów eksploatowanych w Europie wyróżnić można pojazdy posiadające układy zbudowane na wzór baterii ołowiowych, niklowo-wodorkowych lub niklowo-kadmowych. W planach pozostaje wykorzystanie baterii litowo-jonowych charakteryzujących się niewielką masą i dużą pojemnością energetyczną, dotychczas eksploatowanych wyłącznie w samochodach osobowych.

Tabela 1

Przykładowe zastosowanie zasilania pomocniczego w trolejbusach w ruchu regularnym		
Kraj	**Miasto**	**Przykładowe zastosowanie zasilania pomocniczego w ruchu regularnym**
Czechy	Hradec Králové	Wykorzystanie trolejbusu z napędem diesla przy obsłudze linii trolejbusowej nr 1 z Dworca Głównego do Kluk, gdzie ostatni odcinek trasy trolejbus pokonuje przy zasilaniu z agregatu spalinowego.
	Mariánské Lazně	Trolejbus z bateriami trakcyjnymi nie jest wykorzystywany w ruchu regularnym, trolejbusy przy zasilaniu z agregatu spalinowego eksploatowane są na liniach 6 i 7, na których pokonują niedługie odcinki pozbawione sieci trakcyjnej.
	Opava	Zasilanie z agregatu spalinowego wykorzystywane w kursach linii 221, na odcinku Bílovecká–Kylešovice Škola oraz od przystanku Divadlo, przez Vrchní do przystanku Ratibořská.
	Plzeň	Trolejbusy przy zasilaniu z agregatu spalinowego eksploatowane są na wybiegowych odcinkach linii 12 i 13 pozbawionych sieci trakcyjnej.
Hiszpania	Castellon	W 2008 r. uruchomiono nową krótką sieć trolejbusową, która od 2010 r. jest rozbudowywana. Obsługę stanowią trolejbusy wyposażone w agregaty spalinowe, które na jednym z końców obecnie przedłużanej trasy zawracają przy wykorzystaniu napędu pomocniczego.
Słowacja	Bratysława	Na linii nr 33 trolejbusy przegubowe kursują na zasilaniu trakcyjnym, lecz w każdym kursie dojazdowym i zjazdowym do zajezdni używają zasilania z agregatu spalinowego, ze względu na brak połączenia sieci trakcyjnej linii 33 z pozostałym układem trakcji.
Szwecja	Landskrona	W niewielkiej sieci trolejbusowej eksploatowane są 4 trolejbusy, które łączą centrum z nową stacją kolejową. W każdym kursie dojazdowym i zjazdowym do zajezdni używają napędu alternatywnego. W przypadku trzech pierwszych trolejbusów są to baterie trakcyjne, w czwartym trolejbusie agregat spalinowy.
Węgry	Debreczyn	Na linii oznaczonej jako 3E trolejbusy wykorzystują zasilanie z agregatu spalinowego w każdym kursie.
Włochy	Rzym	Na linii nr 90 obsługiwanej trolejbusami Ganz Solaris Trollino 18, w każdym kursie, przy przejeździe przez zabytkową część miasta, trolejbusy zasilane są z układu baterii trakcyjnych.

Źródło: opracowanie własne.

Fot. 7. Trolejbus Irisbus Cristalis zawracający przy zasilaniu z agregatu spalinowego, Castellon, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk

Fot. 9. Škoda 24Tr eksploatowana w ruchu liniowym w czeskich Mariańskich Łaźniach, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk

Fot. 8. Solaris Trollino 12D eksploatowany w ruchu liniowym w węgierskim Debreczynie, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk

Fot. 10. Trolejbus HESS eksploatowany w ruchu liniowym w szwajcarskim Fribourgu, fot. Mikołaj Bartłomiejczyk

Tabela 2

Systemy komunikacji trolejbusowej w Europie wykorzystujące alternatywne źródła zasilania w trolejbusach (stan marzec 2011)						
Numer sieci	**Kraj**	**Miasto**	**Baterie trakcyjne**	**Superkon-densatory**	**Agregat spalinowy**	**Uwagi**
1.	Austria	Linz			X	
2.		Salzburg			X	
3.	Bułgaria	Sofia			X	
4.	Czechy	Hradec Králové			X	
5.		Mariánské Lazně	X		X	Zestaw baterii trakcyjnych niklowo-kadmowych zamontowanych w prototypowym trolejbusie Škoda 24Tr nr tab. 51. Pozostałe trolejbusy posiadają agregat spalinowy.
6.		Opava			X	
7.		Ostrava		X	X	Próbne wykorzystanie superkondenasatorów, następnie zamontowanych na trolejbusie Solaris Trollino 18AC w Tallinie.
8.		Plzeň			X	
9.		Zlín			X	
10.	Estonia	Tallin		X		Próbne wykorzystanie superkondensatorów na trolejbusie Solaris Trollino 18AC. Dodane przez producenta napędu – firmę Cegelec na okres próbny. Niewykorzystywane w ruchu liniowym.
11.	Grecja	Ateny			X	
12.	Holandia	Arnhem			X	
13.	Francja	Limoges			X	
14.		Lyon			X	
15.		Nancy			X	
16.		St. Etienne			X	
17.	Hiszpania	Castellon			X	
18.	Litwa	Kowno		X		Próbny montaż superkondensatorów na trolejbusie PNTKM/Jelcz M121MTE oraz regularne wykorzystanie superkondensatorów w dwóch zmodernizowanych trolejbusach Škoda 14Tr.
19.	Łotwa	Ryga			X	Škoda 24Tr – 90 sztuk wyposażonych w agregaty spalinowe (ze 150 posiadanych).
20.	Niemcy	Eberswalde		X	X	Superkondensatory i agregat spalinowy w ramach jednego układu napędowego trolejbusów Solaris Trollino 18AC.
21.		Esslingen			X	
22.		Solingen			X	
23.	Norwegia	Bergen			X	
24.	Polska	Gdynia	X			Dwa rodzaje układów jazdy pomocniczej opartych na zestawach baterii niklowo-kadmowych różnych pojemności w trolejbusach Solaris Trollino 12M i Mercedes-Benz O405N2AC.
25.	Portugalia	Coimbra			X	
26.	Rumunia	Timişoara			X	
27.	Słowacja	Bratysława			X	
28.	Szwajcaria	Bern			X	
29.		Biel			X	
30.		Fribourg			X	
31.		Genève			X	
32.		La Chaux-de-Fonds	X			Zestawy baterii ołowiowych wykorzystywanych w ruchu awaryjnym.
33.		Lausanne			X	
34.		Luzern			X	
35.		Montreux-Vevey			X	
36.		Neuchatel			X	
37.		Schaffhausen			X	
38.		St. Gallen			X	
39.		Winthertur			X	
40.		Zürich			X	
41.	Szwecja	Landskrona	X		X	Zestawy baterii niklowo-wodorkowych wykorzystywane w dojazdach do/z zajezdni zamontowane w 3 trolejbusach Ganz Solaris Trollino 12D, w 4. trolejbusie Solaris Trollino 12 – agregat spalinowy .
42.	Węgry	Budapeszt	X			Zestawy baterii niklowo-wodorkowych wykorzystywanych w ruchu awaryjnym.
43.		Debreczyn			X	
44.		Szeged	X			Plan wykorzystania baterii trakcyjnych litowo-polimerowych o pojemności umożliwiającej przejazd bez ładowania do kilkunastu kilometrów.
45.	Włochy	Bolonia			X	
46.		Genua			X	
47.		Lecce			X	
48.		Mediolan		X	X	Superkondensatory i agregat spalinowy w ramach jednego układu napędowego trolejbusów.
49.		Modena			X	
50.		Neapol			X	
51.		Parma			X	
52.		Rzym	X			Zestawy baterii niklowo-wodorkowych wykorzystywanych w 30 trolejbusach Ganz Solaris Trollino 18, w ruchu liniowym, w każdym kursie linii 90.
53.		San Remo			X	

Źródło: opracowanie własne

Dokończenie tekstu na stronie 64

Anna Romanowicz[1]

PREFERENCJE I SATYSFAKCJA PASAŻERÓW Z KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ W MAŁEJ GMINIE NA PRZYKŁADZIE GMINY SKAWINA

W artykule przedstawiono wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w małej gminie Skawina, w kwietniu 2010 roku wraz z ich analizą. Celem pracy było ukazanie ogólnego poziomu zadowolenia pasażerów korzystających z komunikacji autobusowej w gminie, poznanie preferencji i satysfakcji pasażerów komunikacji zbiorowej na terenie całej gminy oraz porównanie ich do preferencji i satysfakcji pasażerów dużej gminy (Kraków). Pasażerowie korzystający z usług gminnego przewoźnika oraz prywatnych przewoźników oceniali ofertę przewozową, opierając się na odpowiednio dobranych siedmiu cechach jakościowych.

Wprowadzenie

Wzrastający standard życia sprawia, że mieszkańcy oczekują coraz wyższego poziomu usług transportowych i wygody przemieszczania się jak najbardziej zbliżonej do podróży własnymi samochodami. Prawidłowa działalność przewoźnika powinna polegać na zaspokojeniu zbiorowych potrzeb mieszkańców miasta lub gminy. Poznanie preferencji i satysfakcji pasażerów korzystających z komunikacji autobusowej wiąże się z przeprowadzeniem badań marketingowych, dzięki którym w najlepszy sposób można uzyskać pomiar jakości usług przewozowych z punktu widzenia pasażera.

Dostępnych jest wiele publikacji poświeconych usługom transportowym w dużych gminach, autorstwa profesorów Andrzeja Rudnickiego, Wiesława Starowicza czy Olgierda Wyszomirskiego. Mało jest natomiast publikacji dotyczących problematyki małych gmin. Niniejszy artykuł poświęcony jest badaniom ankietowym przeprowadzonym na terenie Skawiny.

Mała gmina, sąsiadując z dużym miastem takim jak Kraków, ma specyficzne potrzeby przewozowe. Dominujące relacje podróży to: wsie na terenie gminy – miasto. Znaczna część mieszkańców wsi pracuje, uczy się lub załatwia inne sprawy na terenie miasta. Ważne jest zatem, aby oferta przewozowa była atrakcyjna i mieszkańcy wybierali komunikację zbiorową zamiast prywatnych samochodów.

Celem artykułu jest identyfikacja zadowolenia pasażerów podróżujących komunikacją autobusową na terenie małej gminy Skawina oraz poznanie preferencji i satysfakcji pasażerów korzystających z usług przewozowych wykonywanych przez MPK Kraków oraz prywatnych przewoźników.

Miasto Skawina wraz z 16 otaczającymi sołectwami zajmuje powierzchnię 100,2 km^2 i liczy obecnie 41 705 mieszkańców. Niewątpliwym atutem gminy jest jej atrakcyjne położenie. Skawina, leżąc w odległości zaledwie piętnastu kilometrów od centrum Krakowa, posiada bezpośredni dostęp do dróg międzynarodowych, linii kolejowych oraz dogodne połączenie z Portem Lotniczym w Balicach.

Wzorzec jakości

Zasadniczym etapem procesu kwalifikacji jakości powinna być konstrukcja wzorca jakości, który odzwierciedlałby preferencje pasażerów przekazywane organizatorom przewozów i przedsiębiorstwom przewozowym. Wzorzec ten powinien być punktem odniesienia analizy zebranych danych, dotyczących oferowanych i realizowanych parametrów jakościowych. [5]

Rysunek 1 przedstawia pętlę jakości usług przewozowych. Oceniając usługę przewozową, należy zwrócić uwagę na powiązanie jakości zaplanowanej i jakości realizowanej przez przewoźnika z jakością preferowaną i postrzeganą przez pasażera. W badaniach podstawą analiz była jakość realizowana. Aby zmierzyć jakość usług przewozowych z punktu widzenia pasażerów, konieczne jest poznanie ich oczekiwań oraz odczuć. W ramach doskonalenia wzorca jakości należy okresowo przeprowadzać kontrolę i ocenę jakości usług przewozowych.

Wzorzec jakości usług przewozowych zawsze ma postać wielowymiarową, obejmującą wiele cech jakości odwzorowujących postulaty przewozowe formułowane przez pasażerów. Wzorzec jakości powinien zawierać porównanie odpowiednio dobranych cech jakości, aby rozpatrywana jakość przewozów wiązała się z odczuciami użytkownika.[4]

[1] Mgr inż., Politechnika Krakowska, doktorantka na Wydziale Inżynierii Lądowej, a.romanowicz@gazeta.pl.

Rys. 1. Pętla jakości usług przewozowych z uwzględnieniem wzorca jakości

Do badania na terenie gminy Skawina cechy jakości zostały dobrane w taki sposób, aby ankietowany mógł ocenić różne aspekty funkcjonowanie komunikacji autobusowej.

Cechy wybrane do wzorca, opisujące jakość usług przewozowych, to:

- regularność kursowania,
- punktualność kursowania,
- warunki podróży w pojazdach,
- czas podróży,
- informacja w pojazdach i na przystankach,
- bezpieczeństwo osobiste,
- cena przejazdu.

Metoda badań i analiz

Metodą stosowaną w badaniach satysfakcji i preferencji pasażerów jest wywiad bezpośredni. Badania ankietowe wykonane zostały w kwietniu 2010 roku na terenie gminy Skawina. Ankieterzy mieli za zadanie zapoznać się z oczekiwaniami oraz odczuciami respondentów. Mieszkańcy określali, jaki jest stopień zadowolenia w odniesieniu do siedmiu cech jakości charakteryzujących transport zbiorowy w zakresie funkcjonowania komunikacji autobusowej.

Respondenci zostali wcześniej poinformowani o wykonywaniu wywiadu, co ułatwiło nawiązanie kontaktu z ankietowanymi. Wywiad przeprowadzony został w domu respondenta.

W czasie badania wykorzystywano kwestionariusz. Pytania w nim zawarte zostały przygotowane w odpowiedniej kolejności oraz ułożono je w sposób zrozumiały i łatwy do przyswojenia dla każdego ankietowanego. Kwestionariusz, składał się z dwóch pytań.

Odpowiadając na pierwsze pytanie, ankietowani oceniali ogólny stopień zadowolenia z funkcjonowania komunikacji autobusowej w gminie Skawina w zakresie oferty przewozowej, realizowanej przez MPK Kraków w wyniku porozumienia międzygminnego z Gminą Kraków. Odpowiedzi należało udzielić przy użyciu skali od 0% do 100% (100% oznaczało całkowite zadowolenie, natomiast 0% zupełny jego brak). Pozwoliło to na uzyskanie wyniku ukazującego średni stopień zadowolenia w skali całej próby oraz średnią ocenę zadowolenia dla grup pasażerów wyodrębnionych na podstawie kryteriów z użyciem metryczki.

Drugie pytanie dotyczyło oczekiwań i oceny jakości w zakresie przewozów komunikacją zbiorową, realizowaną przez MPK Kraków oraz prywatnych przewoźników. Początkowo respondenci oceniali każdą z siedmiu cech przy użyciu prostej skali 1–5 (tzw. skala szkolna). Następnie proszeni byli o wyrażenie swoich oczekiwań dotyczących tych cech. Aby ułatwić to zadanie, ankieterzy pytali o trzy najbardziej istotne oraz o trzy najmniej ważne aspekty, reszta cech była traktowana jako wartość pośrednia. Kwestionariusz pomiarowy zawierał siedem cech opisujących jakość usług przewozowych.

Metryczka zamieszczona w kwestionariuszu pozwoliła na podział respondentów ze względu na status zawodowy (uczniowie, studenci, osoby pracujące, osoby niepracujące, emeryci i renciści) oraz płeć (kobiety, mężczyźni).

W gminie Skawina zostało przebadanych 1039 osób korzystających z usług MPK Kraków (co stanowi ok. 2,5% populacji) oraz 549 osób korzystających z usług przewoźników prywatnych (co stanowi 1,3% obywateli).

Tabela 1

Podział ankietowanych ze względu na grupę zawodową				
Grupa pasażerów	MPK Kraków		Przewoźnicy prywatni	
	Liczba ankietowanych	Udział procentowy [%]	Liczba ankietowanych	Udział procentowy [%]
Uczący się	150	14,4	72	13,10
Studenci	83	8,0	53	9,70
Pracujący	422	40,6	273	49,70
Niepracujący	69	6,6	41	7,50
Emeryci i renciści	315	30,3	110	20,00
Łącznie	**1039**	**100,0**	**549**	**100,0**

Źródło: obliczenia własne

Osoby pracujące, uczniowie jak również studenci odbywają swoje podróże najczęściej regularnie i związane są one z dojazdem do pracy lub miejsca nauki. Są to podróże powtarzające się pod względem długości trasy oraz czasu.

Choć emeryci i renciści nie podróżują regularnie, to jednak robią to częściej niż inne grupy. Ich podróże związane są głównie z załatwianiem spraw w urzędach (urząd gminy, lekarz itp.) lub z zakupami. Podobnie osoby niepracujące nie wykazują regularności podróży. Główne motywacje ich przemieszczania się to urzędy, zakupy lub rozrywka.

Szacunek błędu pomiaru

Wiarygodność wyników badań reprezentacyjnych zależy przede wszystkim od liczebności i struktury próby z populacji. Dobór jednostek do badań może odbywać się różnymi sposobami w zależności od miejsca i przedmiotu badań oraz stopnia ważności i reprezentatywności wyników.

Wielkość próby zależy od przyjętego poziomu ufności oraz akceptowanego błędu próby. W badaniach marketingowych najczęściej przyjmuje się poziom ufności na poziomie 95%. Błąd próby wyraża wielkość odchylenia pomiarów

próby od odpowiednich parametrów badanej populacji. Im większa jest próba, tym mniejszy jest błąd.

Po dokonaniu doboru losowego próby niezbędne jest stwierdzenie, czy i w jakiej mierze jest ona miniaturą populacji generalnej. Można tego dokonać przez ustalenie procentowego błędu próby, a zwłaszcza błędu każdego z głównych elementów struktury próby.

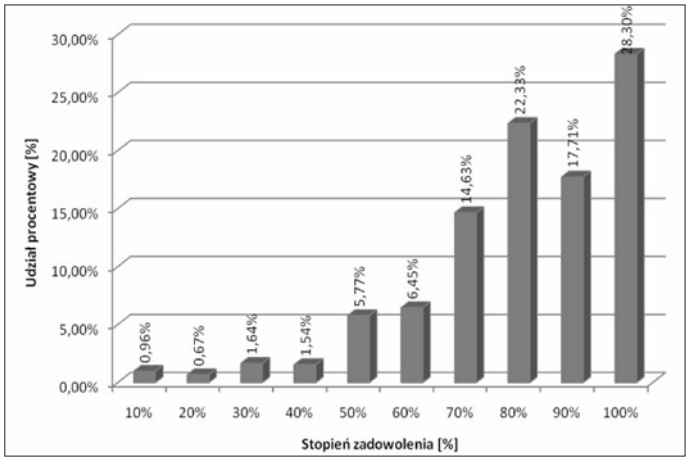
Wymagana wysokość poziomu ufności wynosi 0,95, wartość rozkładu normalnego standaryzowanego $\mu = 1{,}96$. Do obliczeń założono wielkość próby n = 1039 dla pasażerów korzystających z MPK Kraków oraz n= 549 dla pasażerów korzystających z usług prywatnych przewoźników. Określono maksymalny błąd dla szacunku wskaźnika struktury. Elementy populacji podzielono na dwie klasy: elementy wyróżnione (respondenci, którzy za najważniejszą cechę jakości wskazali częstotliwość kursowania) oraz elementy niewyróżnione.

Maksymalny błąd dla szacunku wskaźnika struktury dla pasażerów korzystających z komunikacji autobusowej wykonywanej przez MPK Kraków wynosi 2,81%, natomiast dla pasażerów wybierających usługi prywatnych przewoźników błąd wyniósł 4,41%.

Ogólne zadowolenie pasażerów z funkcjonowania gminnej komunikacji autobusowej

Ogólny poziom zadowolenia z funkcjonowania gminnej komunikacji autobusowej wykonywanej przez MPK Kraków jest bardzo wysoki i wynosi 80,43% (uwzględniając błąd poziom ten mieści się w przedziale 77,6% – 83,2%).

Najwięcej respondentów wskazało zadowolenie w przedziale od 70% do 100%. Należy zwrócić uwagę na fakt, że 294 respondentów oceniło zadowolenie z komunikacji aż na 100% i jest to największa grupa zadowolenia (28,30%), a powyżej 70% oceniło ją aż 83% respondentów. Nikt z ankietowanych nie wskazał stopnia zadowolenia na poziomie 0%, co oznacza, że nikt spośród ankietowanych nie wskazuje całkowitego niezadowolenia z funkcjonowania komunikacji. Rysunek 2 przedstawia ogólny stopień zadowolenia pasażerów.



Rys. 2. Ogólny stopień zadowolenia z funkcjonowania gminnej komunikacji autobusowej w Skawinie

Preferencje pasażerów w zakresie jakości usług przewozowych

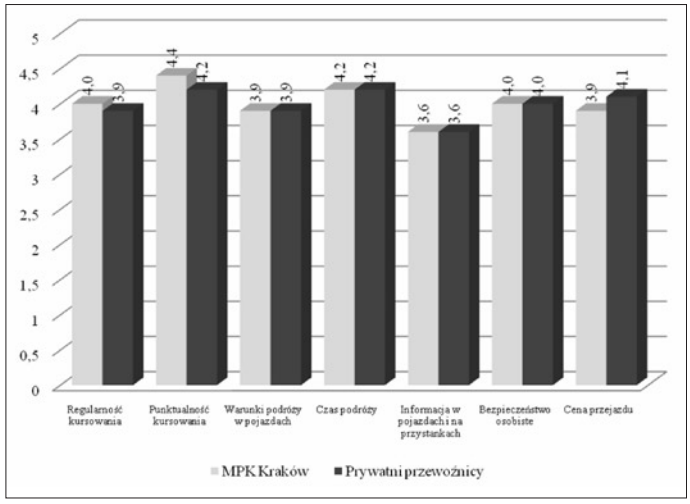
Preferencje to oczekiwania mieszkańców i pasażerów w zakresie jakości usług przewozowych. Preferencje ludności dotyczące transportu zbiorowego znajdują odzwierciedlenie w postulatach przewozowych zgłaszanych pod jej adresem. Wyniki badań przedstawia tabela 2. Zawarto w niej preferencje wobec przewozów realizowanych przez MPK Kraków i przez prywatnych przewoźników.

Tabela 2

Wyniki badań preferencji pasażerów (MPK Kraków oraz prywatni przewoźnicy)			
Lp.	Badana cecha jakości przewozów	MPK Kraków	Prywatni przewoźnicy
		Średnia ocena preferencji	
1	Regularność kursowania	4,0	3,9
2	Punktualność kursowania	4,4	4,2
3	Warunki podróży w pojazdach	3,9	3,9
4	Czas podróży	4,2	4,2
5	Informacja w pojazdach i na przystankach	3,6	3,6
6	Bezpieczeństwo osobiste	4,0	4,0
7	Cena przejazdu	3,9	4,1

Źródło: obliczenia własne

Jak widać, wyniki są bardzo zbliżone. Tylko w zakresie punktualności kursowania pojazdów i regularności przewozów preferencje wobec MPK są nieznacznie wyższe, a w zakresie ceny przejazdu oczekiwania wobec prywatnych przewoźników tańszego przejazdu. Ilustrację wyników przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Porównanie średnich ocen w zakresie preferencji dla siedmiu cech (MPK, prywatni przewoźnicy)

Zadowolenie pasażerów z jakości przewozów

Wyniki badań przedstawiono w tabeli 3.

Porównując wyniki odnoszące się do pasażerów korzystających z linii aglomeracyjnych obsługiwanych przez MPK Kraków i pasażerów korzystających z usług przewoźników prywatnych na terenie gminy Skawina, można stwierdzić, że respondenci istotnie lepiej oceniają funkcjonowanie komunikacji wykonywanej przez MPK Kraków. Jedynie czas podróży u prywatnych przewoźników został oceniony lepiej.

Tabela 3

Wyniki badań satysfakcji pasażerów korzystających z usług MPK Kraków oraz prywatnych przewoźników			
Lp.	Badana cecha	MPK Kraków	Prywatni przewoźnicy
		Średnia ocena satysfakcji	
1	Regularność kursowania	4,1	3,5
2	Punktualność kursowania	4,4	3,5
3	Warunki podróży w pojazdach	4,3	2,9
4	Czas podróży	4,0	4,1
5	Informacja w pojazdach i na przystankach	4,4	2,6
6	Bezpieczeństwo osobiste	4,5	3,6
7	Cena przejazdu	4,1	3,9

Źródło: obliczenia własne

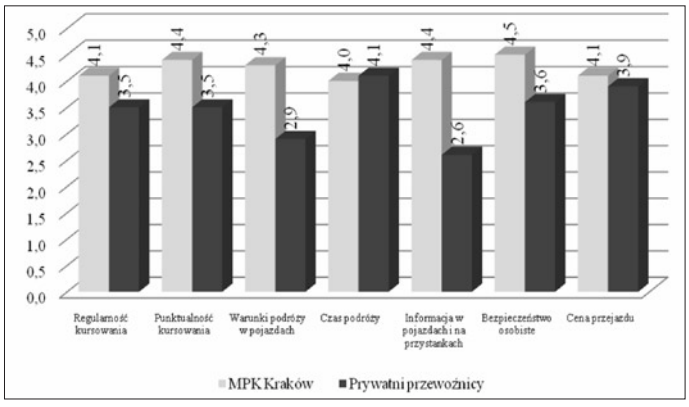
Ankietowani podróżujący MPK Kraków najwyżej według średniej ocenili:
- bezpieczeństwo osobiste,
- punktualność kursowania,
- informację w pojazdach i na przystankach.

Natomiast najniżej ocenili:
- czas podróży,
- regularność kursowania,
- cenę przejazdu.

Pasażerowie korzystający z usług prywatnych przewoźników najwyżej ocenili:
- czas podróży,
- cenę przejazdu,
- bezpieczeństwo osobiste.

Najniżej natomiast ocenili:
- informacje w pojazdach i na przystankach,
- warunki podróży w pojeździe oraz zagrożenie wypadkami.

Ilustrację wyników badań zadowolenia pasażerów przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Porównanie średnich wyników w zakresie satysfakcji dla siedmiu cech (MPK Kraków i przewoźnicy prywatni)

Porównanie preferencji pasażerów w małej i dużej gminie

Dla oceny różnic w oczekiwaniu pasażerów małego miasta i dużego miasta badania ankietowe w gminie Skawina zostały porównane do badań ankietowych na terenie miasta Krakowa. Wyniki przedstawiono w tabeli 4.

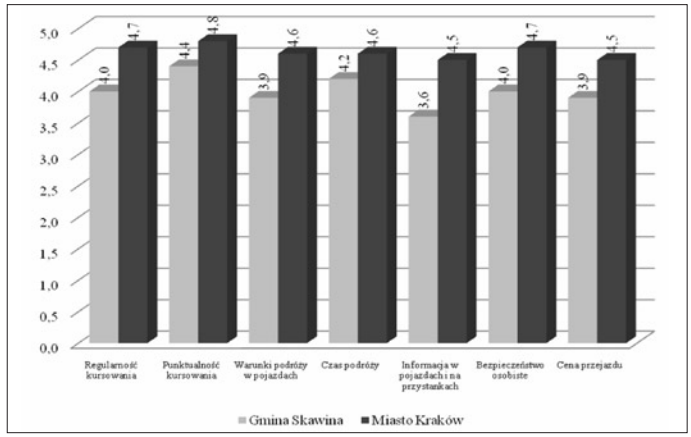
Tabela 4

Wyniki badań preferencji pasażerów korzystających z usług MPK Kraków			
Lp.	Badana cecha	Na terenie gminy Skawina	Na terenie miasta Kraków
		Średnia ocena preferencji	
1	Regularność kursowania	4.0	4.7
2	Punktualność kursowania	4.4	4.8
3	Warunki podróży w pojazdach	3.9	4.6
4	Czas podróży	4.2	4.6
5	Informacja w pojazdach i na przystankach	3.6	4.5
6	Bezpieczeństwo osobiste	4.0	4.7
7	Cena przejazdu	3.9	4.5

Źródło: obliczenia własne

Jak widać, oczekiwania pasażerów na terenie miasta Krakowa są istotnie wyższe od oczekiwań na terenie małej gminy. Różnice sięgają nawet 0,9 (informacja w pojazdach i na przystankach). Najmniejsza różnica wynosi 0,4 (punktualność i czas podróży). Natomiast podobnie wygląda gradacja cech – punktualność jest najważniejsza dla pasażerów obu miejsc, a cena przejazdu i informacja w pojazdach i na przystankach najmniej ważne.

Ilustrację wyników porównania oczekiwań przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Porównanie średnich ocen w zakresie preferencji pasażerów dla gminy Skawina oraz miasta Kraków

Porównanie satysfakcji pasażerów w małej i dużej gminie

Dla oceny różnic w ocenie przewozów przez pasażerów małego miasta i dużego miasta badania ankietowe w gminie Skawina zostały porównane do badań ankietowych na terenie miasta Krakowa. Wyniki przedstawiono w tabeli 5.

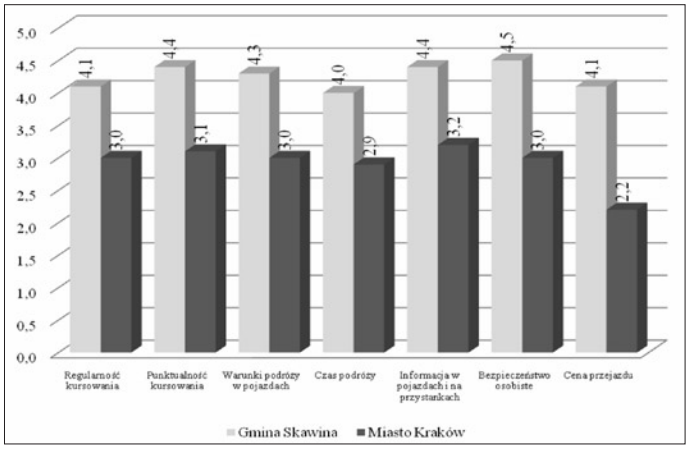
Jak widać, zadowolenie pasażerów na terenie gminy Skawina jest istotnie wyższe od zadowolenia na terenie Krakowa. Różnice sięgają nawet 1,9 (cena przejazdu), czy 1,5 (bezpieczeństwo osobiste). Najmniejsza różnica wynosi aż 1,1 (regularność kursowania pojazdów i czas podróży). Natomiast podobnie wygląda gradacja cech – punktualność i informacja w pojazdach i na przystankach są najważniejsza dla pasażerów obu miast, a cena przejazdu i czas podróży najmniej ważne. Istotna różnica jest w ocenie bezpieczeństwa osobistego (najwyżej w Skawinie, stosunkowo nisko w Krakowie).

Ilustrację wyników przedstawiono na rysunku 6.

Tabela 5

Wyniki badań satysfakcji pasażerów korzystających z usług MPK Kraków			
Lp.	Badana cecha	Na terenie gminy Skawina	Na terenie miasta Kraków
		Średnia ocena satysfakcji	
1	Regularność kursowania	4.1	3.0
2	Punktualność kursowania	4.4	3.1
3	Warunki podróży w pojazdach	4.3	3.0
4	Czas podróży	4.0	2.9
5	Informacja w pojazdach i na przystankach	4.4	3.2
6	Bezpieczeństwo osobiste	4.5	3.0
7	Cena przejazdu	4.1	2.2

Źródło: obliczenia własne



Rys. 6. Porównanie średnich ocen zadowolenia z przewozów dla gminy Skawina oraz miasta Kraków

Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w gminie Skawina, w kwietniu 2010 roku wraz z ich analizą. Celem pracy było ukazanie ogólnego poziomu zadowolenia pasażerów korzystających z komunikacji autobusowej w gminie Skawina realizowanych przez MPK Kraków. Badanie miało również na celu zapoznanie się z preferencjami i satysfakcją pasażerów komunikacji zbiorowej na terenie całej gminy. Pasażerowie korzystający z usług MPK Kraków oraz prywatnych przewoźników oceniali ofertę przewozową, opierając się na odpowiednio dobranych siedmiu cechach jakościowych.

Pasażerowie komunikacji autobusowej, realizowanej przez MPK Kraków, spośród siedmiu cech jakości najlepiej ocenili: bezpieczeństwo osobiste, punktualność kursowania oraz informację w pojazdach i na przystankach. Najgorzej oceniono: czas podróży, regularność kursowania oraz cenę przejazdu. W przypadku osób korzystających z usług prywatnych przewoźników najwyżej ocenioną cechą jest czas podróży oraz cena przejazdu. Najniżej oceniono informację w pojazdach i na przystankach oraz warunki podróży w pojazdach.

W obu przypadkach za najważniejsze cechy pasażerowie wybrali: punktualność kursowania oraz czas podróży. Za najmniej ważne cechy pasażerowie uznali: informację w pojazdach i na przystankach oraz warunki podróży w pojazdach.

W artykule została porównana jakość usług wykonywanych przez MPK Kraków na terenie gminy Skawina oraz miasta Krakowa. Porównując duże miasto z małą gminą, należy pamiętać, że oferty przewozowe znacznie się różnią, szczególnie jeżeli chodzi o częstotliwość kursowania, dostępność czy czas przejazdu. Zaskakujące są wyniki porównania – na terenie gminy Skawina pasażerowie mają mniejsze oczekiwania jakościowe i wyżej oceniają jakość przewozów.

Literatura

1. Hebel K., *Badanie preferencji pasażerów i ich ocen dotyczących jakości transportu miejskiego na przykładzie Gdyni i Sopotu,* „Zeszyt Naukowo-Techniczny" SITK RP Odział w Krakowie, nr 137, Kraków 2007.
2. Romanowicz A., *Analiza jakości przewozów w komunikacji autobusowej w gminie Skawina,* praca dyplomowa, WIL, Politechnika Krakowska 2010.
3. Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*, SITK RP, Kraków 1999.
4. Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.
5. Starowicz W., *Kształtowanie jakości usług przewozowych w miejskim transporcie zbiorowym*, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin 2001.
6. Wyszomirski O., *Transport miejski ekonomika i organizacja*, WUG, Gdańsk 2008.

Od Redakcji

Kraków chce budować nowy tramwaj 405N-Kr

MPK Kraków zamierza zbudować nowy tramwaj. Jednoprzestrzenny, wielocztonowy z niską podłogą pojazd 405N-Kr będzie modernizacją trzech wagonów 105Na, które zostaną połączone w jedną całość (co oznacza pojazd pięcioczłonowy z dwoma członami z obniżoną podłogą).
Ogłoszono już przetarg na wykonanie takiej modernizacji. Kilka wymagań technicznych, zamieszczonych w specyfikacji przetargowej:

- długość pojazdu to 40–41 m, szerokość 2,3–2,4 m,
- maksymalna wysokość (mierzona bez pantografu) 3,75 m.
- tramwaj musi być wyposażony w pulpit manewrowy umiejscowiony z tyłu wagonu,
- tramwaj musi być wyposażony w system informacji wizualnej i fonicznej, system informacji wizualnej zewnętrznej powinien być zrealizowany w oparciu o tablice typu LED/LCD i ma obejmować, na zewnątrz wagonu kierunek i numer linii widoczny z przodu, tyłu oraz na minimum trzech tablicach z boku (po jednej tablicy z boku w co drugim członie wagonu),
- tablice boczne mają być dwustronne, na zewnątrz LED, do wnętrza LCD (minimum 38"), do wewnątrz tablica przeznaczona do emisji schematycznego przebiegu linii, z wyszczególnieniem, wyróżnieniem przystanku, do którego tramwaj się zbliża i przystanków węzłowych/końcowych,
- system informacji wizualnej wewnętrznej ma obejmować monitor lub zestaw monitorów (minimum 24''), widocznych w kierunku jazdy i przeciwnym, usytuowanych w połowie długości każdego niskopodłogowego członu, w obszarze sufitowym,
- stanowisko pracy motorniczego powinno być wygrodzone od przedziału pasażerskiego, wygrodzenie ma być częściowo przeszklone i umożliwiać obserwację przedziału pasażerskiego,
- tramwaj ma być wyposażony w 7 drzwi, odskokowo-przesuwnych,

Dokończenie tekstu na stronie 30

Tomasz Manterys[1]

BADANIE SPRAWNOŚCI FUNKCJONOWANIA WYDZIELONYCH DROGOWYCH PASÓW AUTOBUSOWYCH W KRAKOWIE W CIĄGU ALEI TRZECH WIESZCZÓW

W artykule przedstawiono wyniki badań funkcjonowania wydzielonych pasów dla autobusów w ciągu Alei Trzech Wieszczów w Krakowie. Badano czasy przejazdów autobusów na trasie z wydzielonymi pasami autobusowymi w celu ich porównywania i pokazania różnic wynikających ze zmieniających się warunków ruchu w ciągu dnia.

Wprowadzenie

Nikogo nie dziwi fakt, iż chęć posiadania własnego samochodu jest bardzo powszechna i wynika z ciągłej potrzeby przemieszczania się do pracy, szkoły, na zakupy czy spotkanie. Tendencję tę odzwierciedla wskaźnik motoryzacji, czyli liczba samochodów przypadająca na 1000 mieszkańców. W ciągu ostatnich 15 lat wzrósł o blisko 40%, osiągając wartość około 450 samochodów osobowych przypadających na 1000 mieszkańców Krakowa. Uwzględniając samochody ciężarowe oraz inne, nie będące pojazdami do 3,5 t, wartość ta w 2008 roku osiągnęła poziom 564, jak wynika z ewidencji pojazdów i kierowców Urzędu Miasta Krakowa (w stosunku do 303 w 1995) i nadal rośnie. Ma to wpływ na życie ludzi w mieście. Znaczne zatłoczenie ulic to nie tylko problemy w podróżowaniu, poziom jego bezpieczeństwa, ale również poważne oddziaływanie na środowisko.

Wydzielenie pasów autobusów w ciągu Alei Trzech Wieszczów

Mieszkańcy, i w dużej mierze osoby spoza Krakowa, dla wygody wybierają komunikację indywidualną. Przez takie działania sieć ulic w Krakowie jest przeciążona i powstają korki. Chcąc zachęcić potencjalnych pasażerów do korzystania z komunikacji zbiorowej, wprowadza się udogodnienia mające na celu usprawnienie jej funkcjonowania, poprawę jakości i skraca czasy przejazdów tak, aby stała się konkurencją dla komunikacji indywidualnej. Jednym z kroków w tym kierunku było zagwarantowanie priorytetu dla komunikacji miejskiej w ciągu Alei Trzech Wieszczów przez wydzielenie pasa ruchu tylko dla transportu zbiorowego. Już w roku 1994 Miejski Zarząd Dróg w Krakowie zlecił Instytutowi Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej w Krakowie opracowanie w zakresie planowania i programowania poprawy stanu dróg i ulic oraz poprawy jakości funkcjonowania transportu. W roku 1995 powstał program zintegrowanego systemu transportu, który obejmował program interakcji wszystkich środków transportowych w obrębie aglomeracji. Pierwsze próby wydzielenia pasa autobusowego w ciągu Alei Trzech Wieszczów podejmowane były w czasie Wszystkich Świętych. Wtedy to jeden z dwóch istniejących pasów ogólnych przeznaczony był tylko dla ruchu autobusów. Rozwiązanie takie miało zachęcić pasażerów do skorzystania z komunikacji miejskiej, rozładowując tym samym obciążone ruchem samochodowym Aleje. Rozwiązanie to funkcjonowało zgodnie z założeniami, w związku z tym zaczęto szczegółowo analizować możliwość wprowadzenia takich zmian na stałe. Temat wydzielenia pasów dla autobusów komunikacji publicznej rozpoczął się od odcinka alei A. Mickiewicza i Z. Krasińskiego (fot. 1).

Przebudowa wspomnianego odcinka polegała na zaprojektowaniu odpowiednio nośnej konstrukcji i poszerzeniu istniejącej jezdni (prace te wykonał zespół projektowy MZD) wraz z dokonaniem niezbędnego przełożenia

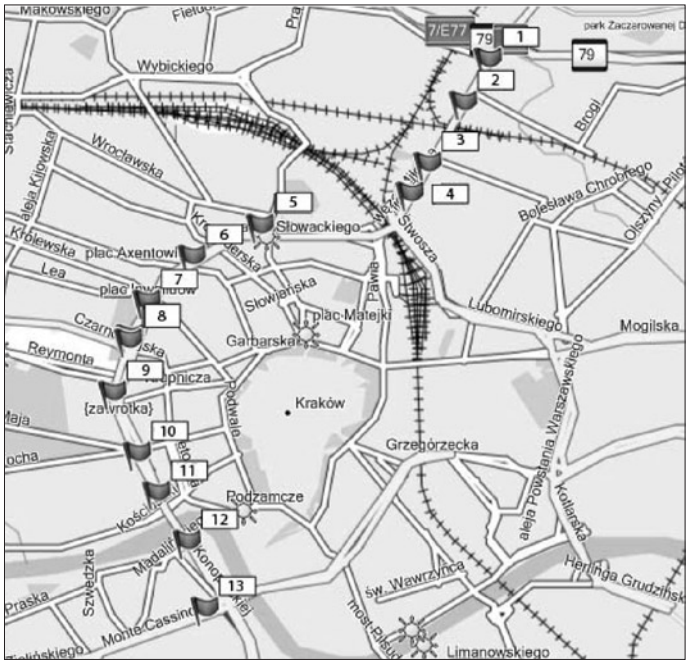
Fot. 1. Aleja Z. Krasińskiego z wydzielonym pasem autobusowym

[1] Mgr inż., Mota Engil Central Europe S.A., tomek_manterys@op.pl

uzbrojenia podziemnego i jego ochrony. W latach 1996–1998 przeprowadzany był równocześnie remont mostu Dębnickiego (postawiony został słynny tymczasowy „Lajkonik"). Wprowadzono tymczasową organizację ruchu, w ramach której pojazdy komunikacji miejskiej poruszały się po dodatkowym, przeznaczonym tylko dla nich pasie. Kontynuacja poszerzenia alei J. Słowackiego w kierunku ulicy Montelupich i Politechniki Krakowskiej została zakończona w 2000 roku. Od sierpnia 2000 roku na całych Alejach Trzech Wieszczów w kierunku ronda A. Matecznego ruch odbywał się już dużo płynniej niż dotychczas. Autobusy, busy i taksówki miały już bowiem wydzielony dla siebie pas.

Metodologia badania[2]

Funkcjonowanie wprowadzonego rozwiązania sprawdzono poprzez badanie czasów przejazdu odcinka alei od przystanku Opolska Estakada do ronda Grunwaldzkiego (rys. 1).



Rys. 2. Lokalizacja Alei Trzech Wieszczów z wydzielonym pasem autobusowym – oznaczenie punktów pomiarowych
Źródło: opracowanie własne na podstawie www.zumi.pl

Badania przeprowadzono na początku kwietnia 2010 roku i obejmowały one swoim zakresem szczyt popołudniowy oraz przejazdy we wczesnych godzinach rannych po nie obciążonej sieci ulic Krakowa. Pomiary były prowadzone metodą pojazdu testowego poprzez pomiar czasów przejazdów kolejnymi autobusami komunikacji miejskiej pomiędzy kolejnymi przystankami, oraz przejazdy samochodem osobowym na tym samym odcinku. Badania wykonano na trasie Opolska Estakada–most Grunwaldzki oraz analogicznie, na przeciwnej.

[2] Na podstawie pracy dyplomowej pt. „Analiza funkcjonowania wydzielonych pasów autobusowych w ciągu Alei Trzech Wieszczów w Krakowie" autorstwa T. Manterysa i K. Czopek.

Wyniki pomiarów

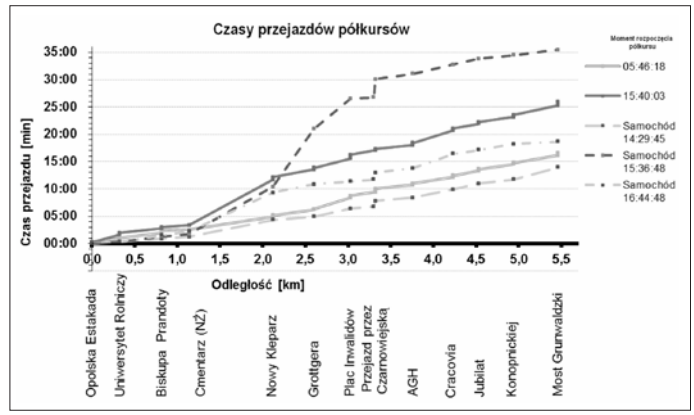
Pierwszym analizowanym odcinkiem Alei Trzech Wieszczów jest fragment pomiędzy przystankami Opolska Estakada a most Grunwaldzki. Trasa ta ma długość około 5,5 kilometra i składa się z takich odcinków, jak: Cmentarz (NŻ) – Nowy Kleparz, Cracovia – Konopnickiej, gdzie częściowo nie ma wydzielonych pasów dla komunikacji miejskiej i muszą one korzystać z pasów ogólnodostępnych. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 1 i na rysunku 2.

Na wykresie zależności drogi od czasu (rys. 2) zestawiono czasy przejazdów trasy od przystanku Opolska Estakada do mostu Grunwaldzkiego. Trzy z nich. oznaczone linią przerywaną realizowane były samochodem osobowym, natomiast pozostałe dwa, oznaczone linią ciągłą, to najkrótszy

Tabela 1

Zestawienie czasów przejazdu Alei Trzech Wieszczów (Opolska Estakada – most Grunwaldzki) autobusem i samochodem		
Pojazd	**Godz. rozpoczęcia półkursu**	**Czas przejazdu badanego odcinka**
Samochód osobowy	14:29:45	00:13:57
	15:36:48	00:35:29
	16:44:48	00:18:41
Autobus komunikacji miejskiej	05:46:18	00:16:33
	14:16:51	00:21:24
	14:30:09	00:19:37
	14:48:33	00:23:04
	15:01:54	00:23:53
	15:23:02	00:24:25
	15:40:03	00:25:56
	15:40:03	00:25:56
	15:51:20	00:22:39
	16:00:01	00:18:27
	16:23:08	00:21:04
	16:41:48	00:20:45
	16:52:57	00:20:49
	16:56:53	00:19:27
	17:20:04	00:22:27
	17:41:24	00:20:35
	18:00:32	00:21:11

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Wykres czasu przejazdu Alejami Trzech Wieszczów (Opolska Estakada – most Grunwaldzki) autobusem i samochodem
Źródło: opracowanie własne

i najdłuższy przejazd autobusem korzystającym z wydzielonych pasów ruchu.

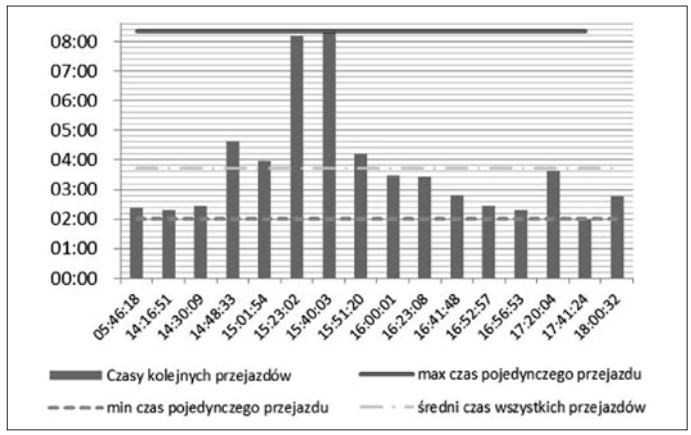
Na podstawie wykresu można odczytać, że najszybciej, bo w około 14 minut, trasa ta została pokonana samochodem osobowym, który wyruszył z przystanku przy Estakadzie na ulicy Opolskiej około godziny 14.30. Maksymalna prędkość samochodu, zgodna z przepisami na tym odcinku wynosiła 70 km/h, podróż przebiegała w sposób płynny, bez dłuższych zatrzymań. Jedynie na skrzyżowaniu alei z ulicą Czarnowiejską, na skutek ustawionej tam kolejki pojazdów, dojazd do linii zatrzymań zajął badanemu samochodowi około minutę. Przerywaną linią zaznaczono na wykresie przejazd samochodem rozpoczęty około 16.30. Był on dłuższy od najkrótszego o około 5 minut i, podobnie jak poprzednio dojazd do linii zatrzymań na skrzyżowaniu z ulicą Czarnowiejską, zajął pojazdowi ponad minutę. Przebieg linii obrazujących na wykresie czasy dwóch omówionych powyżej przejazdów – najkrótszego i średniego – wykazuje pewne podobieństwo. W większości są one równoległe, co świadczy o podobnych warunkach panujących w czasie obu pomiarów. Najistotniejsze różnice widoczne są na odcinku między przystankiem Cmentarz (NŻ) a przystankiem Nowy Kleparz, gdzie prawdopodobnie około godziny 17.00, gdy kończył się szczyt popołudniowy, natężenie ruchu było wyższe, co skutkowało tworzeniem się większych kolejek do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu z ulicą Kamienną. Stąd czas przejazdu tego odcinka gwałtowniej wzrasta.

Najdłuższa zbadana podróż samochodem, zaznaczona na wykresie przerywaną linią, trwała około 35 minut i rozpoczęła się około godziny 15.37. Panujący wtedy szczyt popołudniowy wpłynął w dużej mierze na czas przejazdu, co obrazują znaczne skoki wykresu. Szczególnie uciążliwy w stosunku do innych pomiarów okazał się odcinek od Nowego Kleparza aż do przejazdu przez skrzyżowanie z ulicą Czarnowiejską, którego pokonanie zajęło kierowcy prawie 20 minut, co stanowiło około 60% czasu przejazdu całej trasy. Podczas pomiarów zaobserwowano, że największe straty czasu w godzinach szczytu ponoszą kierowcy indywidualni na całym odcinku od przystanku Cmentarz (NŻ) aż do przejazdu przez skrzyżowanie z ulicą Czarnowiejską, czyli na długości około 2.2 kilometra, stanowiącego 40% badanej 5.5 kilometrowej trasy.

Dla porównania umieszczono na wykresie dwa ekstremalne czasy przejazdu autobusu. Podwójną linią oznaczono ten najkrótszy, realizowany o godzinie 5.46, przy małym obciążeniu sieci drogowej i właściwie eliminując wpływ pojazdów bez priorytetu. Można zauważyć, że prędkość i czas pokonywania odcinków między kolejnymi przystankami są takie same jak w przypadku najszybszego przejazdu samochodem. Fakt, że autobus przejechał badaną trasę w czasie około 3 minut dłuższym wynika jedynie z konieczności zatrzymywania się na przystanku i wymiany pasażerów. Można więc mówić o bardzo dobrym wyniku komunikacji zbiorowej.

Nieco inaczej przedstawia się sytuacja około godziny 15.40, kiedy to zarejestrowano najdłuższy przejazd autobusu, wynoszący prawie 26 minut. Nie bez znaczenia był wtedy na pewno wzrost natężenia ruchu zarówno na pasach ogólnodostępnych, jak i na wydzielonym dla autobusów, jednak, jak pokazuje wykres, nie to wpłynęło najbardziej na wydłużenie czasu. W większości linie obrazujące przejazd autobusu są równoległe. Największy skok obserwuje się między przystankami: Cmentarz (NŻ) i Nowy Kleparz, czyli tam, gdzie brak jest wydzielonego pasa lub, tak jak przy Kleparzu, jest on blokowany przez inne pojazdy. Porównując najdłuższy przejazd autobusem i samochodem, autobus zdecydowanie wygrywa, gdyż mimo że rozpoczął podróż 3 minuty po samochodzie, kończy ją 6.5 minuty wcześniej, co daje mu 9.5 minuty przewagi, mimo strat poniesionych podczas wymiany pasażerów. Wymiana ta w godzinie szczytu popołudniowego zajmuje więcej czasu niż podczas rannego przejazdu. Co więcej, mimo że oba przejazdy autobusem odbywały się w innej porze i przy zupełnie innych natężeniach, przebieg wykresów jest bardzo zbliżony. Świadczy to o pewnym porządku i płynności przejazdu trasy, a co za tym idzie – o poprawności funkcjonowania wydzielonych pasów, dzięki którym wpływ innych pojazdów nie jest aż tak mocno odczuwalny przez komunikację zbiorową.

Wybierając jako środek transportu samochód osobowy, należy liczyć się na pewno z dużą zmiennością czasu podróży w zależności od pory dnia, tygodnia. Mimo priorytetów czasy przejazdów komunikacji zbiorowej również są zróżnicowane, co można zaobserwować na rysunku 3 przedstawiającym czasy przejazdów autobusów na odcinku Cmentarz (NŻ) – Nowy Kleparz, czyli tam, gdzie nie ma wydzielonego pasa dla autobusów.



Rys. 3. Wykres zmienności czasów przejazdu autobusu na odcinku Cmentarz (NŻ) – Nowy Kleparz
Źródło: opracowanie własne.

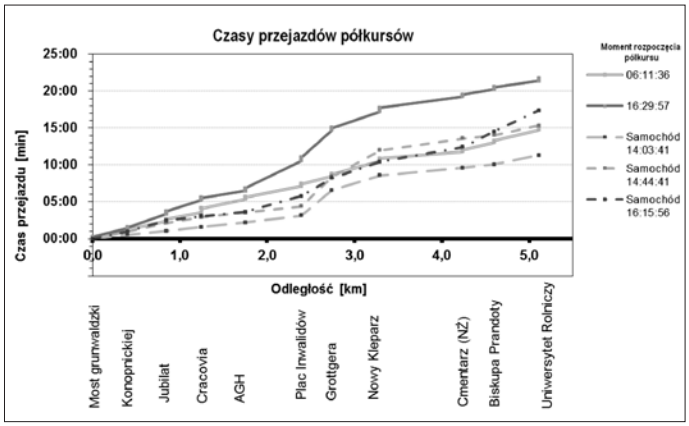
Jak łatwo zauważyć, wraz ze wzrostem natężenia ruchu wynikającym z szczytu popołudniowego, czas przejazdu tego odcinka diametralnie wzrasta.

Drugim odcinkiem poddanym analizie był kierunek przeciwny dla pierwszej zbadanej trasy, czyli most Grunwaldzki – Uniwersytet Ekonomiczny. Trasa ta ma długość około 5 kilometrów. Występują tu odcinki takie jak: Konopnickiej – Jubilat, Nowy Kleparz – Cmentarz (NŻ), gdzie częściowo nie ma wydzielonych pasów dla komunikacji miejskiej i muszą one korzystać z pasów ogólnodostępnych. Wyniki pomiarów zestawiono w tabeli 2 i na rysunku 4.

Tabela 2

Zestawienie czasów przejazdu Alei Trzech Wieszczów (most Grunwaldzki – Opolska Estakada) autobusem i samochodem		
Pojazd	**Godz. rozpoczęcia półkursu**	**Czas jazdy**
Sam. osobowy	14:03:41	00:11:18
	14:44:41	00:15:20
	16:15:56	00:17:24
Autobus komunikacji miejskiej	06:11:36	00:15:00
	14:54:46	00:18:40
	15:10:22	00:17:30
	15:23:34	00:19:52
	15:37:09	00:18:41
	15:54:46	00:21:57
	16:12:31	00:17:56
	16:18:46	00:19:25
	16:29:57	00:21:44
	16:29:57	00:21:44
	16:56:38	00:16:47
	17:14:45	00:17:00
	17:27:52	00:17:02
	17:36:35	00:18:53
	18:06:59	00:18:07
	18:22:31	00:18:25
	18:43:13	00:17:13

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 4. Wykres czasu przejazdu Alei Trzech Wieszczów (most Grunwaldzki – Opolska Estakada) autobusem i samochodem
Źródło: opracowanie własne.

Wykres na rysunku 4 jest analogiczny do rysunku 2 i przedstawia zależność drogi od czasu dla trzech przejazdów samochodem osobowym oraz dla dwóch skrajnych (najdłuższego i najkrótszego) przejazdów autobusem. Pomiary czasu obejmują trasę od mostu Grunwaldzkiego do przystanku Uniwersytet Rolniczy, czyli drugi kierunek dla badanych linii autobusowych 169 i 114. Liniami przerywanymi oznaczono przejazdy samochodem rozpoczynane kolejno około godziny: 14.04, 14.45 i 16.16.

Najkrótszy przejazd trwał około 11 minut, czyli o 3 minuty krócej niż odpowiadający mu przejazd w drugim kierunku. Różnica ta może wynikać z innej długości trasy. Ta rozpoczynająca się przy moście Grunwaldzkim jest o około 350 metrów krótsza niż dla kierunku przeciwnego. Należy więc spodziewać się, że wszystkie otrzymane wyniki będą tu niższe. Przejazd ten można podzielić na trzy etapy: pierwszy od początku, obejmuje 2.4 kilometra (plac Inwalidów), kiedy to wykres jest prostolinijny, a zależność drogi od czasu wzrasta jednostajnie. Drugi od przystanku plac Inwalidów do Nowego Kleparza, gdzie następują dwa skoki wykresu, co świadczy o znacznym spowolnieniu przejazdu i trzeci od Nowego Kleparza do końca trasy, na którym już nie obserwuje się większych utrudnień, a podróż przebiega płynnie. Czasy przejazdu samochodem tych trzech etapów to 3 minuty dla odcinka o długości 2.4 kilometra, prawie 5.5 minuty dla odcinka 0.9 kilometra i 2 minuty 43 sekundy dla odcinka 1.85-kilometrowego. Wynika z tego, że przejazd newralgicznego, najkrótszego etapu od placu Inwalidów do Kleparza, który stanowi jedynie około 17% całej trasy, zajmuje prawie 50% czasu całego przejazdu półkursu. Świadczy to o występowaniu utrudnień między tymi przystankami, które w znacznym stopniu wpływają na czas przejazdu samochodem.

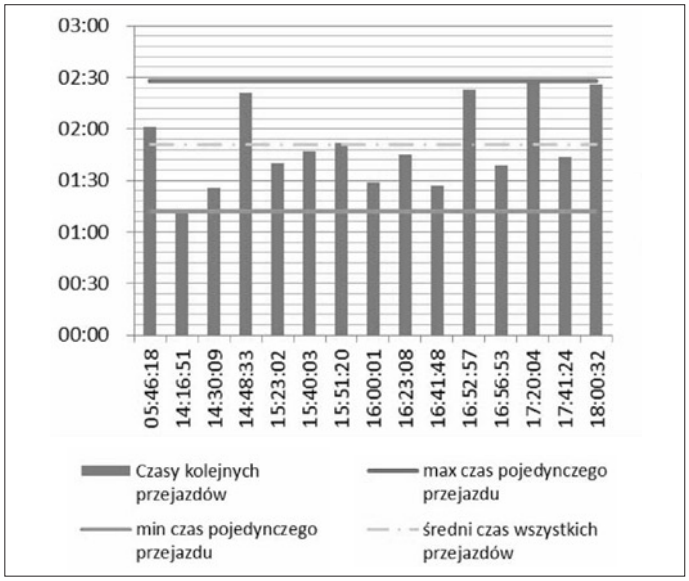
Kolejna przerywana linia, którą oznaczono drugi przejazd samochodem, o 4 minuty dłuższy od najkrótszego, przejawia podobne tendencje. Znowu najgorzej wypada wspomniany już odcinek plac Inwalidów – Nowy Kleparz, którego przejechanie tym razem zajęło pojazdowi ponad 7.5 minuty, co stanowi prawie 50% całkowitego czasu. Przejazd samochodem około godziny 16.16 oznaczony na wykresie ostatnią przerywaną linią kształtuje się już nieco inaczej. Od przystanku AGH podróż odbywała się wolniej, następnie po minięciu przystanku Grottgera pojazd nadrobił trochę czasu, by znowu od przystanku Cmentarz (NŻ) zwolnić i zakończyć przejazd jako najdłuższy zbadany, z czasem ponad 17 minut. Jak widać, linie na wykresie obrazujące omówione przejazdy w większości nie przebiegają równolegle, a nawet się przecinają. Oprócz kłopotliwego odcinka plac Inwalidów – Kleparz ciężko uchwycić jakąś prawidłowość.

Właściwie podczas każdego z półkursów pojawiają się różne czynniki występujące w różnych miejscach, które wpływają na szybszą realizację podróży lub wręcz znacznie ją opóźniają. Na omawianym wykresie (rys. 4) liniami ciągłymi zaznaczono również najszybszy i najwolniejszy przejazd autobusem. Różnica między tymi dwoma wartościami wynosi około 6 minut i 40 sekund (licząc do momentu zatrzymania się na ostatnim przystanku), a najszybszy przejazd autobusem jest o 3 minuty 26 sekund dłuższy od analogicznego przejazdu samochodem.

Generalnie przejazd ranny, zaznaczony podwójną linią ciągłą realizowany był w miarę płynnie, nie obserwuje się tu nagłych skoków, na co prawdopodobnie miało wpływ niższe niż w godzinach popołudniowych natężenie ruchu. Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja o godzinie 16.30, zaznaczona pojedynczą linią ciągłą. Analizując jej przebieg od początku do przystanku przy ulicy Konopnickiej, pokrywa się on mniej więcej z przejazdem rannym, potem na odcinku do Jubilata czas lekko rośnie. Prawdopodobnie z powodu sygnalizacji świetlnej na mo-

ście Dębnickim i braku wydzielonego pasa. Sytuacja znacznie pogarsza się po minięciu AGH, gdzie dojazd do kolejnego przystanku (plac Inwalidów) zajmuje autobusowi 2 minuty i 38 sekund. Przejechanie kolejnego odcinka również zajmuje autobusowi bardzo dużo czasu i tak naprawdę sytuacja poprawia się dopiero po minięciu przystanku Nowy Kleparz, na którym wymiana pasażerów trwała prawie 50 sekund. Powodem tych strat czasu, mimo obecności wydzielonego pasa autobusowego, jest duże natężenie ruchu innych pojazdów, szczególnie skręcających w prawo, często blokujących ruch na wydzielonym pasie. Dzieje się tak choćby na wlocie skrzyżowania z ulicą Karmelicką, gdzie duży potok pojazdów skręcających w prawo blokowany jest przez pieszych, przechodzących w tej samej fazie w poprzek ulicy Karmelickiej. Co za tym idzie, nie mogące wykonać manewru w prawo, samochody stoją na bus-pasie, uniemożliwiając przejazd pojazdom uprzywilejowanym. Idąc dalej, gdy nagle wszystkie te pojazdy przejadą skrzyżowanie i chcą zatrzymać się na przystanku plac Inwalidów, często okazuje się, że nie ma na tyle miejsca, by zmieścił się tam kolejny bus czy autobus lub wręcz jeden blokuje możliwość ruszenia kolejnemu. Jak widać na wykresie, znacznie zaburza to całkowity czas przejazdu trasy, powodując dużą różnicę między półkursem rannym a popołudniowym. Oczywiście jest to zjawisko niekorzystne, a wydzielając pasy dla autobusów, ma się na celu między innymi właśnie eliminację lub choćby minimalizację wpływu rosnącego natężenia ruchu na funkcjonowanie komunikacji zbiorowej.

Jak łatwo można zauważyć, nie występują na tym odcinku tak duże wahania czasów przejazdów (rys 5). Można zatem wnioskować, iż ruch na tym kierunku odbywa się w mniej zakłócony sposób i wydzielone pasy dla autobusów spełniają swoje zadanie. Na tym kierunku nie występują aż tak duże zmienności jak na pierwszej analizowanej trasie. Różnice pomiędzy kolejnymi przejazdami wynikają głównie z czynników losowych.



Rys. 5. Wykres zmienności czasów przejazdu autobusu na odcinku Nowy Kleparz–Cmentarz (NŻ)
Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono wyniki badań funkcjonowania wydzielonych pasów dla autobusów w ciągu Alei Trzech Wieszczów w Krakowie. Badano czasy przejazdów autobusów na trasie z wydzielonymi pasami autobusowymi w celu ich porównywania i pokazania różnic wynikających ze zmieniających się warunków ruchu w ciągu dnia.

Wybierając jako środek transportu samochód osobowy, należy liczyć się z dużą zmiennością czasu podróży w zależności od pory dnia i tygodnia. Szczyt popołudniowy na ulicach Krakowa jest bardziej zauważalny na trasie: Opolska Estakada – most Grunwaldzki. W przeciwnym kierunku nie odgrywa on tak dużego znaczenia dla panujących warunków ruchowych. W Krakowie w ciągu Alei Trzech Wieszczów wydzielone pasy autobusowe funkcjonują poprawnie, co potwierdzają badania czasów przejazdu oraz sami kierowcy autobusów. Zmienności czasów poszczególnych przejazdów wynikają z wykorzystywania wydzielonych pasów autobusowych przez pojazdy nieuprawnione oraz z pokrywania się odcinków wydzielonych pasów z ogólnodostępnymi pasami do prawoskrętu.

Literatura

1. http://www.bip.krakow.pl
2. Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M., *Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka*, WKiŁ, Warszawa 2008.
3. Manterys T., Czopek K., *Analiza funkcjonowania wydzielonych pasów autobusowych w ciągu Alei Trzech Wieszczów w Krakowie,* praca dyplomowa na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.
4. Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*, SITK, Kraków 1999.
5. Sambor A., *Priorytety w ruchu dla pojazdów komunikacji miejskiej*, IGKM, Warszawa 1999.

Dokończenie tekstu ze strony 25

- wnętrze tramwaju musi zapewniać możliwie wysoki komfort i atrakcyjność podróżowania, zachęcające do korzystania z tramwaju i jednocześnie charakteryzować się wysoką odpornością na wandalizm oraz umożliwiać łatwe usuwania zabrudzeń,
- całkowita pojemność wagonu nie może być mniejsza niż 260 osób, przy normatywnym napełnieniu 5 osób na 1 m^2, przy czym miejsca siedzące winny mieścić się w granicach 20% całkowitej pojemności wagonu,

Wyłoniony w przetargu wykonawca zobowiązany będzie do zmodernizowania tramwajów do dnia 31 marca 2012 roku. O udzielenie zamówienia mogą ubiegać się wykonawcy, którzy wykonali modernizację lub produkcję tramwajów (minimum 3), polegającą na zastosowaniu napędów prądu przemiennego i wykonaniu elementów niskiej podłogi w okresie ostatnich 3 lat. Oferty można składać do dnia 23 sierpnia 2011 roku. Kryteria wyboru są następujące: cena oferty w złotych polskich (70%), skrócony termin odbioru ostatecznego wagonu po modernizacji w dniach kalendarzowych (20%), okres gwarancji w pełnych miesiącach (10%).

Oprócz wykonania samej modernizacji MPK Kraków oczekuje od wykonawcy przekazania kompletnej dokumentacji technicznej wagonu 405N-Kr wraz z autorskimi prawami majątkowymi, a także przeprowadzenia szkoleń dla swoich pracowników. Szacowana wartość zamówienia to 5,5 mln zł. To o około 40% mniej niż zakup nowego Bombardiera.

Opracowała: Paulina Struska

Radosław Bul[1]

DOJAZDY LUDNOŚCI DO PRACY W POZNAŃSKIM OBSZARZE METROPOLITALNYM

Celem artykułu jest analiza przepływów pracowników w Poznańskim Obszarze Metropolitalnym, ze szczególnym uwzględnieniem roli miasta Poznania w strukturze migracji dobowych. W pierwszej części wskazano na znaczenie miasta Poznania i powiatu poznańskiego jako wielkiego w skali kraju ośrodka gospodarczego, z rynkiem pracy o znaczeniu regionalnym i krajowym. Najważniejszy element artykułu stanowi identyfikacja głównych kierunków codziennych migracji pracowników do Poznania. Ważnym zagadnieniem jest także wskazanie roli poszczególnych gmin aglomeracji w strukturze dojazdów. Ze względu na problemy związane z delimitacją aglomeracji poznańskiej i poznańskiego obszaru metropolitalnego przeprowadzono klasyfikację danych na podstawie istniejącego układu administracyjnego.

Wprowadzenie

Wzrost mobilności człowieka związany przede wszystkim z rozwojem środków transportu i przejściem społeczeństwa w fazę postindustrialną, który – obserwowany w Polsce od wielu lat – jest zjawiskiem generującym zmiany w strukturach przestrzennych zespołów miejskich. To właśnie aglomeracje i obszary metropolitalne są miejscem największego wzrostu mobilności mieszkańców, a co za tym idzie – to tam pojawiają się największe problemy związane z tym zjawiskiem. Wraz ze wzrostem mobilności nastąpiło także zjawisko zwiększenia częstotliwości i różnorodności kontaktów międzyludzkich [5].

Szczególnie istotnym aspektem mobilności są dojazdy do pracy i szkół. Jest to specyficzny typ migracji, charakteryzujący się dużą częstotliwością, cyklicznością i zasięgiem przestrzennym przemieszczeń, który wraz z rozwojem środków transportu ciągle się zwiększa. Tego typu przemieszczenia zwane są migracjami *cyklicznymi*, czy *wahadłowymi,* natomiastpowtarzającysięcyklprzemieszczeńskładającysięczynności powtarzalnych, zrutynizowanych czy obligatoryjnych zwany jest bardzo często *dzienną ścieżką życia* [5]. Przyczyną wzrostu mobilności, oprócz rozwoju środków komunikacji, jest także zróżnicowanie przestrzenne poszczególnych funkcji pomiędzy centrum miasta a obszary peryferyjne oraz dynamiczny wzrost liczby ludności gmin otaczających duże ośrodki miejskie. Szczególnie interesujące jest zagadnienie dojazdów do pracy, które są najpowszechniejszym i najbardziej cyklicznym typem migracji wahadłowych.

Bez wątpienia dojazdy do pracy są złożonym zjawiskiem i powinny być badane przez przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych [8]. Celem badania dojazdów jest otrzymanie pełnego obrazu pozwalającego na zrozumienie całości tego masowego i powszechnego zjawiska. W artykule skupiono się przede wszystkim na przestrzennym aspekcie tego zjawiska.

Metody i obszar badań

Badania poświęcone rozbieżności przestrzennej miejsc pracy i miejsc zamieszkania przeprowadzono w Niemczech, gdzie zjawisko to zarysowało się bardzo wcześnie. Pierwsze badania dojazdów przeprowadzono pod koniec XVIII wieku w mieście Altona, które w tym czasie było satelitą Hamburga, i w Mannheim w Badeni [1]. Problematyka dojazdów codziennych do pracy w Polsce w badaniach rozwinęła się intensywnie na początku lat sześćdziesiątych, jednakże w ostatnich dwudziestu latach nie odgrywała istotnej roli w badaniach geograficznych i ekonomicznych. Przyczyną tego stanu rzeczy był brak wiarygodnych danych dotyczących tego zjawiska. Ostatnie istotne studia dotyczące tematyki dojazdów do pracy datuje się na lata osiemdziesiąte poprzedniego wieku, kiedy to dane zbierane były w ramach tzw. spisów kadrowych. Tematyka migracji wahadłowych stała się w ostatnich latach ponownie przedmiotem zainteresowania naukowców, jednak ze względu na ciągły brak informacji na temat zjawiska nie powstało wiele prac z tego zakresu. Ze względu na postępującą suburbanizację wokół wielkich aglomeracji i wzrost mobilności społeczeństwa dane dotyczące dojazdów stały się bardzo istotne dla urzędników, polityków czy urbanistów dla celów planistycznych. Dzięki badaniu przepływu osób możliwe jest lepsze planowanie przestrzenne czy tworzenie lepszych programów strategicznych metropolii, co powinno skutkować stworzeniem aglomeracji przyjaznej mieszkańcom. Efektami takich prac mogłoby być udrożnienie starych lub

[1] Mgr, Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Zakład Systemów Osadniczych i Organizacji Terytorialnej, bul@amu.edu.pl

stworzenie nowych systemów komunikacyjnych, czy też uruchamianie nowych terenów pod inwestycje, szczególnie przy lokalizowaniu zakładów pracy. Dzięki badaniu przepływów możliwe jest zatem uchwycenie trendów rozwoju aglomeracji, co może skutkować lepszym rozwojem obszaru zurbanizowanego.

Podstawowy problem w badaniu przepływów dobowych stanowi dostęp do danych. Dane wykorzystane w niniejszej pracy pochodzą z roku 2006 i stanowią pierwszą od wielu lat próbę przedstawienia zjawiska dojazdów do pracy. Ze względu na metodykę badania oraz jego eksperymentalny charakter wartości liczbowe należy traktować jako szacunkowe. Mocną stroną danych jest fakt, że nie zostały one zebrane w ramach spisu powszechnego, lecz pochodzą z urzędów skarbowych i systemu POLTAX. Dzięki temu możemy uważać je za wiarygodne. W przypadku badania przepływu osób za pomocą tego systemu za osobę dojeżdżającą do pracy uważa się taką, która pracuje w gminie innej niż jego gmina zamieszkania, oraz ponosi dodatkowe koszty uzyskania przychodu z tytułu dojazdów. Istotną wadą systemu jest fakt, że uwzględnia on jedynie osoby pracujące na umowę o pracę, co sprawia, że mogą być one obarczone błędem. Niewątpliwie jednak publikacja danych z zakresu dojazdów do pracy w Polsce po wielu latach przerwy zasługuje na uznanie.

Rola codziennych dojazdów do pracy jako ważnego wskaźnika rozwoju społeczno-gospodarczego będzie bez wątpienia rosła. Dużą szansę na rozwój tej tematyki stanowi postęp w dziedzinie technik łączności. Już dziś mówi się o potencjalnym wykorzystaniu nadajników GPS lub kart sim telefonów komórkowych do badania tego zjawiska. Szansą na uzyskanie aktualnych danych dotyczących dojazdów codziennych do pracy będzie także spis powszechny 2011 roku, który według zapowiedzi ma zawierać także pytania dotyczące migracji wahadłowych. Jest zatem duża szansa na rozwój tego obszaru badań w Polsce w najbliższym czasie.

Decydując się na wybór obszaru badań, konieczne jest przede wszystkim sprecyzowanie pojęcia aglomeracji i obszaru metropolitalnego. Jedną z najczęściej spotykanych definicji w literaturze fachowej określającej miasto i teren otaczający jest region miejski (*city-region*). Jest to obszar obejmujący miasto centralne oraz jego strefę podmiejską, dla której miasto pełni rolę miejsca pracy i usług. C*ity-region* uważany jest za odpowiednią koncepcję do opisywania monocentrycznych regionów miejskich liczących do 500 tysięcy [4] lub 1 miliona mieszkańców [10]. Koncepcja regionu miejskiego często służy budowie jednostek statystycznych w celu analizy porównawczej [6]. Pojęciem pochodnym jest funkcjonalny region miejski (*functional urban region*), który nawiązuje do koncepcji ekonomicznego regionu węzłowego, z silnym ośrodkiem przemysłowo-usługowym jako centrum układu [7]. Region reprezentuje pewną fazę rozwoju społeczeństwa, a podział regionalny wykazuje nieustanną transformację [3]. Definicja obszaru metropolitalnego według Markowskiego i Marszała [9] jest jakościowo różna od pozostałych pojęć (aglomeracja, zespół miejski itp.). Według autorów jest to jednostka funkcjonalna tworzona przez duży, złożony i spójny funkcjonalnie zespół miejski, którego istotną cechą jest występowanie funkcji metropolitalnych, a także powiązań funkcjonalnych. Kaczmarek [6] modyfikuje tę definicję i obszarem metropolitalnym nazywa duży, wewnętrznie złożony układ osadniczy, którego istotną cechą jest występowanie funkcji metropolitalnych i relacji funkcjonalnych, wiążący układ w spójną terytorialnie i rozwiniętą pod względem społeczno–gospodarczym całość.

Delimitacja obszaru badań codziennych migracji pracowników stanowi szczególny problem w przypadku aglomeracji poznańskiej. W polskim prawodawstwie nie istnieje żaden akt normatywny stanowiący istnienie obszarów metropolitalnych. Jedyna forma współpracy opiera się na dobrowolnych związkach gmin, które chcąc skutecznie wykonywać zadania o zasięgu aglomeracyjnym, mogą taki związek stworzyć. Istnieje bardzo wiele opracowań delimitujących obszary metropolitalne, różniących się między sobą sposobem prowadzenia badań, których rezultaty są rozbieżne. Jak zauważa Budzynowska [2], granice obszarów metropolitalnych są niejednoznaczne, ograniczone barierami fizycznymi, prawnymi i innymi, a ich strefa zewnętrzna jest różnie wykształcona, dlatego też powstaje problem ich delimitacji. Ponieważ obszary metropolitalne to złożone jednostki przestrzenne, w zasadzie niemożliwe jest wydzielenie takiego obszaru za pomocą jednego kryterium czy wskaźnika.

Bardzo wiele badań wskazuje rolę dojazdów do pracy jako podstawowego czynnika delimitacji obszarów metropolitalnych. W Stanach Zjednoczonych podstawowymi kryteriami delimitacji *Standard Metropolian Statistical Area* są właśnie dojazdy do pracy i odsetek zatrudnionych poza rolnictwem [6]. Co więcej, w Wielkiej Brytanii *Standard Metropolitan Labour Areas* wyznacza się tylko na podstawie dojazdów do pracy [10]. Wydaje się zatem, że jedynym samodzielnym kryterium, według którego można byłoby pokusić się o wydzielenie obszaru metropolitalnego, jest właśnie wielkość codziennych dojazdów do pracy, szkół czy usług. Niestety, ze względu na dużą trudność w uzyskaniu takich danych przez polskie instytucje statystyczne, bardzo często opracowania dotyczące delimitacji obszarów metropolitalnych pomijają tę kwestię.

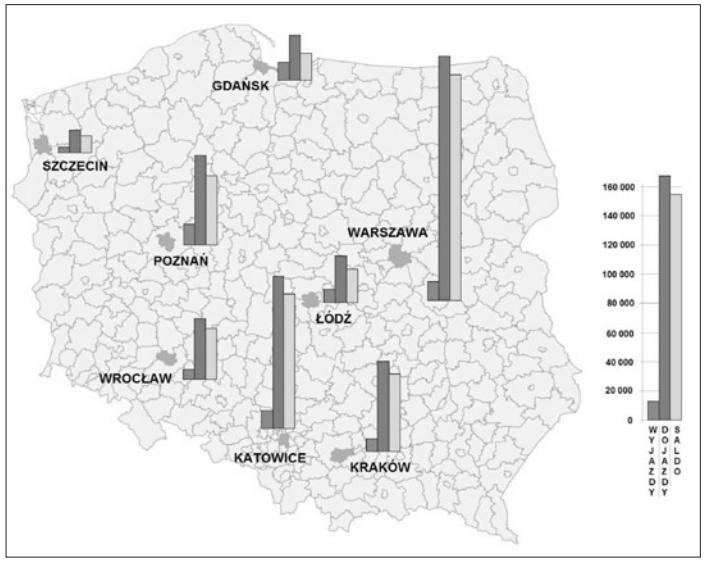
Biorąc pod uwagę powyższe rozważania, w artykule identyfikuje się aglomerację poznańską jako miasto Poznań i powiat poznański, natomiast do poznańskiego obszaru metropolitalnego zalicza miasto Poznań, powiat poznański i powiaty przyległe do powiatu poznańskiego. W związku z tym dokładnej analizie dojazdów do pracy poddano miasto Poznań i gminy tworzące powiat poznański oraz powiaty otaczające aglomerację poznańską. Wybór tych jednostek warunkował przede wszystkim potencjał miasta Poznania jako silnego ośrodka regionalnego, który najintensywniej oddziałuje na ten obszar. Ze względu na niewielkie znaczenie dojazdów do pracy spoza regionu Wielkopolski zagadnienia tego w opracowaniu nie uwzględniono. Znaczącą role ponadregionalną w kwestii dojazdów codziennych do pracy w Polsce odgrywa jedynie Warszawa.

Ponieważ największe przepływy ludności związane z dojazdami dokonują się pomiędzy powiatem poznańskim i miastem Poznań, autor przeanalizował najszczegółowiej relacje wewnątrz aglomeracji.

Miasto Poznań na tle innych miast Polski

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika, że w Polsce w 2006 roku 2,3 miliona osób pracowało w innej gminie niż miejsce zamieszkania, tj. 25% ogółu pracowników najemnych. Jest to liczba podobna do danych z lat osiemdziesiątych. Okres lat dziewięćdziesiątych związany z transformacją gospodarczą skutkował zmniejszeniem liczby migracji wahadłowych. Wzrost liczby mieszkańców gmin podmiejskich oraz rozwój środków transportu sprawiły, że obecnie liczba osób dojeżdżających do pracy rośnie.

Spośród polskich województw w 2006 roku najwięcej osób dojeżdżało do pracy w województwie śląskim, wielkopolskim, mazowieckim i małopolskim (rys. 1). Analizując strukturę dojazdów według polskich miast, uwagę zwraca szczególnie liczba osób dojeżdżających codziennie do Warszawy, która wynosiła ponad 165 tysięcy. Drugim największym ośrodkiem dojazdów do pracy były Katowice, które stanowią centrum Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Miasto analizowane – Poznań –znalazło się na trzeciej pozycji pod względem liczby osób dojeżdżających codziennie do pracy ex aequo z Krakowem, z liczbą ponad 60 tysięcy osób codziennie. Wyniki te wskazują, że Poznań jest największym rynkiem pracy w zachodniej Polsce, a o sile ekonomicznej miasta świadczą przede wszystkim drugi najwyższy wskaźnik PKB w kraju (po Warszawie) i najniższa w Polsce stopa bezrobocia. Miasto zawsze stanowiło silny ośrodek migracji wahadłowych, już w latach sześćdziesiątych było piątym największym miejscem migracji codziennych (Lijewski, 1967). W chwili obecnej w aglomeracji poznańskiej następują najintensywniejsze procesy suburbanizacji w kraju, czego efektem jest prognozowany wysoki wzrost liczby osób migrujących wahadłowo. Bardzo charakterystycznym wskaźnikiem dla miasta Poznania jest najwyższa spośród wielkich polskich miast liczba osób wyjeżdżających do pracy do innych gmin. Wynika ona przede wszystkim z najmniejszego zróżnicowania gospodarczego miasta centralnego i gmin aglomeracji. W przypadku aglomeracji poznańskiej można stwierdzić, że jej obszar jest najbardziej spójny spośród wszystkich aglomeracji w kraju. Bardzo wiele nowych wielkich zakładów pracy lokuje się przy granicy miasta, w gminach ościennych położonych przy najważniejszych szlakach komunikacyjnych. W najbliższych latach prognozuje się zwiększenie liczby miejsc pracy w gminach podpoznańskich kosztem pewnej liczby miejsc w mieście centralnym. Dane dotyczące migracji dobowych wskazują ponadto, że mieszkańcy Poznania, w porównaniu do mieszkańców innych wielkich polskich miast, są (w liczbach bezwzględnych) osobami najbardziej mobilnymi. Saldo migracji w Poznaniu, podobnie jak w przypadku innych wielkich polskich miast, jest wybitnie dodatnie i wynosi ponad 47 tysięcy osób (tab. 1).



Rys. 1. Odpływ, napływ i saldo migracji do pracy w największych polskich miastach
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]

Tabela 1

Odpływ, napływ i saldo migracji wahadłowych w największych polskich miastach

Lp.	Miasto	Wyjazdy	Dojazdy	Saldo
1	Warszawa	12 808	167 407	154 599
2	Katowice	11 936	104 228	92 292
3	Kraków	8 855	61 863	53 008
4	Poznań	14 209	61 488	47 279
5	Wrocław	6 836	41 845	35 009
6	Łódź	8 934	31 967	23 033
7	Gdańsk	12 250	30 744	18 494
8	Szczecin	3 617	15 338	11 721

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]

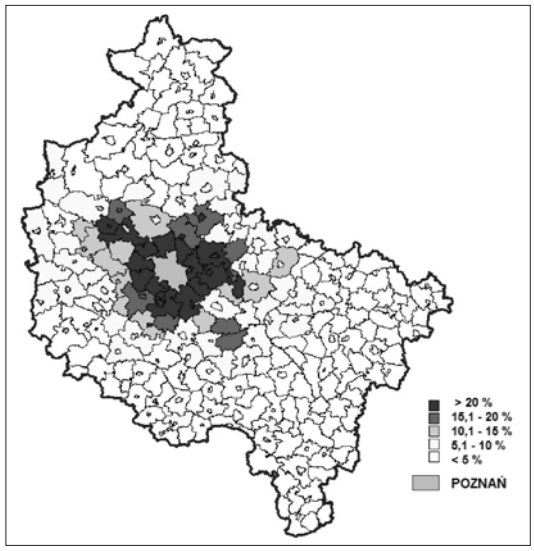
Dojazdy do pracy w poznańskim obszarze metropolitalnym

Miasto Poznań stanowi jeden z najsilniejszych ośrodków makroregionalnych w Polsce. W wielu publikacjach naukowych (np. ranking NORDEA METROX 2009) miasto i aglomeracja jest klasyfikowana na drugim miejscu pod względem rozwoju społeczno-gospodarczego w kraju. Pozycja ta jest rezultatem wielu czynników, wśród których najczęściej podkreśla się przedsiębiorczość mieszkańców aglomeracji. Stanowi też ona ogromny rynek pracy, co jest bezpośrednią przyczyną codziennych migracji pracowników.

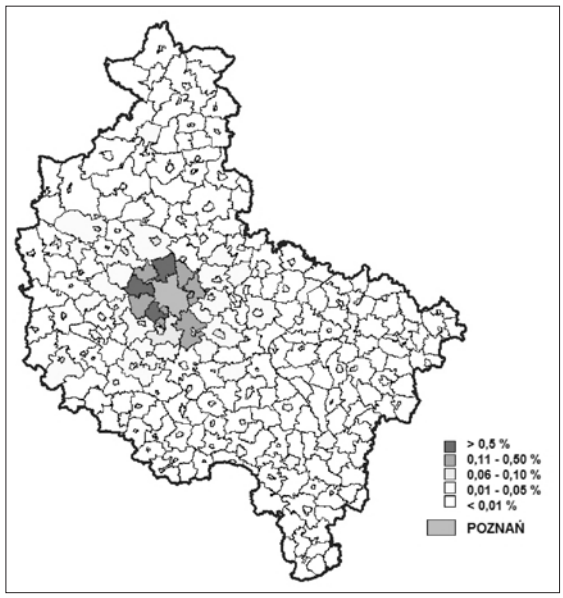
Analizując strukturę przestrzenną dojazdów do pracy, należy stwierdzić, że miasto Poznań jest przede wszystkim celem migracji codziennych dla mieszkańców środkowej części regionu Wielkopolski. Przyjazdy pracowników z innych województw występują bardzo rzadko, a główną przyczyną tego stanu jest duża powierzchnia województwa. Liczba pracowników najemnych dojeżdżających do Poznania zależy przede wszystkim od odległości miejsca zamieszkania do miasta głównego, liczby i częstotliwości połączeń komunikacyjnych, a także od szeroko rozumianego poziomu rozwoju gmin macierzystych osób dojeżdżających. Szczególnie istotnym wskaźnikiem jest poziom bezrobocia w gminie, który w dużym stopniu warunkuje konieczność przemieszczenia się osób do miasta centralnego.

Na podstawie analizy danych udziału liczby osób przyjeżdżających do pracy do Poznania w liczbie zatrudnionych w gminie zamieszkania (rys. 2) można wywnioskować, że najwięcej osób dojeżdża do pracy do Poznania z terenu powiatu poznańskiego. W zdecydowanej większości gmin powiatu liczba osób dojeżdżających przewyższa 20% ogółu zatrudnionych w gminie. Jednostki te leżą blisko granicy miasta i są z nim bardzo dobrze powiązane komunikacyjnie. Bardzo istotne jest również postępujące zróżnicowanie funkcjonalne miasta głównego (które zawsze stanowiło podstawowe miejsce pracy mieszkańców aglomeracji) oraz gmin, w których mieszkańcy coraz chętniej budują swoje domy. Rokrocznie około 4 tysięcy osób przeprowadza się z Poznania do gmin ościennych, czego skutkiem jest lawinowy wzrost osób dojeżdżających do pracy do Poznania. Dane te identyfikują aglomerację poznańską jako obszar o najintensywniejszych procesach suburbanizacyjnych w Polsce. Interesujące wyniki przynoszą dane dotyczące udziału mieszkańców miasta Poznania wyjeżdżających do pracy do innych gmin (rys. 3). Mimo iż wartości nie są duże, warto zaznaczyć, że coraz więcej osób mieszkających w Poznaniu pracuje w gminach graniczących z miastem. Szczególnie intensywnie rośnie liczba miejsc pracy w jednostkach położonych przy głównych szlakach komunikacyjnych (pierwszy pierścień gmin wokół Poznania). Jest to dowód na spójny rozwój aglomeracji, w której różnica w poziomie rozwoju pomiędzy miastem centralnym a gminami ościennymi się zaciera.

Dużą liczbę osób dojeżdżających odnotowuje się także z terenu gmin leżących poza powiatem poznańskim w odległości do 50 kilometrów od Poznania. Najczęściej są to gminy z powiatów: szamotulskiego, nowotomyskiego, kościańskiego, średzkiego, wrzesińskiego, gnieźnieńskiego, wągrowieckiego i obornickiego. Wysokim udziałem osób przyjeżdżających do Poznania cechują się przede wszystkim gminy leżące na szlakach łączących Poznań z miastami powiatowymi. Silna pozycja miasta centralnego widoczna jest także w wynikach badań migracji pracowników w powiatach okólnych. Każdy z badanych powiatów graniczących z powiatem poznańskim ma ujemne saldo migracji pracowniczych (rys. 4, tab. 2). Najwyższe wartości dotyczą powiatu gnieźnieńskiego, kościańskiego i szamotulskiego (ponad 4 tysiące osób). Należy zaznaczyć jednak, że zdecydowanie największe przepływy występują pomiędzy miastem centralnym a powiatem poznańskim. Miasto Poznań niewątpliwie oddziałuje także na powiaty graniczące z powiatem ziemskim (czego rezultatem jest ujemne saldo migracji w tych jednostkach), jednak nie są to wartości duże. Chcąc określić faktyczny zasięg oddziaływania miasta Poznania, konieczne są dokładniejsze studia na poziomie gmin. Analizując strukturę dojazdów pracowniczych do Poznania, odnotowuje się także udział pracowników z gmin położonych w znacznej odległości od miasta (spoza drugiego pierścienia powiatów, powyżej 50 kilometrów od miasta), którzy ze względu na dużą stopę bezrobocia w gminie i dobre połączenia komunikacyjne z Poznaniem decydują się na codzienne dojazdy do pracy do stolicy regionu. Pod tym względem wyróżniają się gminy powiatu jarocińskiego, międzychodzkiego i czarnkowsko-trzecianeckiego.



Rys. 2. Udział przyjeżdżających do pracy do Poznania w liczbie zatrudnionych w gminie zamieszkania w województwie wielkopolskim
Źródło: GUS [12]



Rys. 3. Udział mieszkańców Poznania wyjeżdżających do pracy do gmin w województwie wielkopolskim w liczbie zatrudnionych w Poznaniu
Źródło: GUS [12]

O silnej pozycji powiatu poznańskiego jako miejsca pracy świadczą przede wszystkim wartości dojazdów do pracy w ramach tej jednostki administracyjnej (rys. 5, tab.3). Mimo że saldo migracji jest ujemne, z powiatu dojeżdża do pracy ponad 38 tysięcy osób dziennie. Biorąc pod uwagę, że wyjazdy do pracy z Poznania dotyczą tylko około 14 tysięcy osób, należy stwierdzić, że już sam powiat bardzo mocno oddziałuje na powiaty przyległe. Jest to kolejny dowód na siłę całej aglomeracji poznańskiej. Wyniki badań wskazują także, że najważniejsze relacje dotyczące migracji pracowników w aglomeracji zachodzą na dwóch poziomach: Poznań – powiat poznański i powiat poznański – powiaty otaczające powiat ziemski, natomiast w trzeciej kolejności dopiero relacje Poznań – powiaty wokół aglomeracji. Można zatem pokusić się o stwierdzenie, że potencjał aglomeracji to potencjał miasta Poznania i powiatu poznańskiego. Niewątpliwie siłę tego regionu wzmacnia także kilka gmin należących administracyjnie do powiatów leżących poza aglomeracją.

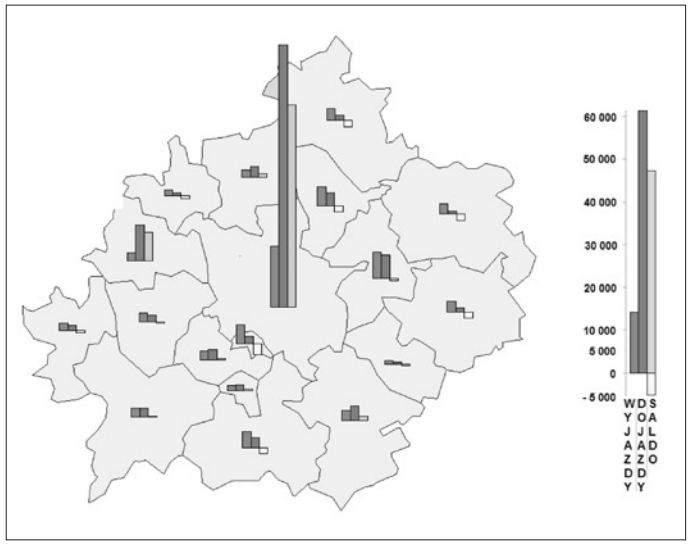
Rys. 4. Odpływ, napływ i saldo migracji do pracy w Poznaniu, powiecie poznańskim i powiatach przyległych
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]

Tabela 2

Odpływ, napływ i saldo migracji do pracy w Poznaniu, powiecie poznańskim i powiatach przyległych				
Lp.	**Powiat**	**Wyjazdy**	**Dojazdy**	**Saldo**
1	Gniezno	11 056	6 635	–4 421
2	Września	8 079	5 982	–2 097
3	Godzisk Wielkopolski	5 808	4 054	–1 754
4	Kościan	10 348	5 369	–4 979
5	Nowy Tomyśl	9 031	6 546	–2 485
6	Wągrowiec	4 082	1 925	–2 157
7	Oborniki Wielkopolskie	5 104	3 602	–1 502
8	Śrem	7 821	5 458	–2 363
9	Szamotuły	10 081	5 832	–4 249
10	Środa Wielkopolska	5 668	3 614	–2 054
11	Powiat poznański	42 893	38 828	–4 065
12	Poznań	14 209	61 488	47 279

Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]

Różne wartości migracji pracowniczych gmin powiatu poznańskiego i miasta Poznania wynikają przede wszystkim ze zróżnicowania funkcjonalnego poszczególnych jednostek, ich poziomu rozwoju i charakteru. Gminy powiatu, pomimo aktualnie zachodzących procesów społeczno–gospodarczych, nadal w sposób zdecydowany różnią się między sobą. Zróżnicowanie przestrzenne terenu i działalność władz samorządowych w ostatnich dwudziestu latach jest główną przyczyną zróżnicowania liczby miejsc pracy w gminach, a co za tym idzie – liczby osób do pracy dojeżdżających. Do dziś funkcjonują gminy o charakterze typowo rolniczym (Kleszczewo), czy rezydencjalnym (Puszczykowo). Na tle jednostek powiatu poznańskiego w przepływach pracowników wyróżnia się przede wszystkim gmina Tarnowo Podgórne, która posiada wybitnie dodatnie saldo migracji dobowych. Jest to w ciągu ostatnich lat najdynamiczniej rozwijająca się gmina aglomeracji, położona przy szlaku drogowym Warszawa –Berlin, która dzięki bliskości Poznania i dobrej dostępności komunikacyjnej stała się drugim, obok miasta głównego, ośrodkiem dojazdów. W gminie zainwestowały wielkie światowe koncerny, czego efektem było także zwiększenie liczby miejsc pracy, wzrost dochodów i podniesienie stopy życiowej mieszkańców. Dodatnie saldo migracji odnotowują także inne gminy położone przy głównych szlakach drogowych, takie jak Kórnik, Suchy Las, Stęszew czy Komorniki. Do tego grona można zaliczyć także Puszczykowo. Ponadto prognozuje się duży wzrost inwestycji, a co za tym idzie miejsc pracy w gminach takich jak Kleszczewo, Dopiewo czy Kostrzyn, położonych przy budowanych obecnie drogach ekspresowych. Najwyższe saldo ujemne cechuje gminy silnie powiązane od wielu lat z Poznaniem, posiadające z nim dobre połączenia komunikacyjne i leżące (za wyjątkiem Kórnika) na wschód od miasta. Związane jest to z dużą koncentracją przemysłu na wschodnim brzegu Warty. Biorąc pod uwagę liczbę osób w wieku produkcyjnym w poszczególnych gminach, duże dojazdy pracownicze cechują gminy położone na północny wschód od Poznania (Czerwonak, Murowana Goślina). Wskaźnik wyjazdów do pracy (rys. 6) przyjmuje najniższe wartości w Poznaniu, a także w gminie Tarnowo Podgórne, Suchy Las i Puszczykowie. Również wartości wskaźnika dojazdów do pracy w przeliczeniu na liczbę osób w wieku produkcyjnym (rys. 7) są w dużej mierze odzwierciedleniem wskaźnika salda migracji. Najwyższe wartości dojazdów przypadają na gminę Tarnowo Podgórne, Suchy Las i Kórnik. Najniższe wartości wskaźnika dojazdów cechują Luboń, który jako miasto przemysłowe miał przez ostatnie dwadzieścia lat największe problemy gospodarcze, i oddalone od serca aglomeracji gminy Kostrzyn i Pobiedziska. Interesującym wskaźnikiem jest także iloraz przepływów, czyli stosunek liczby osób dojeżdżających i wyjeżdżających. Wskaźnik przyjmuje wartości powyżej 1 dla gmin z dodatnim saldem migracji (na tym tle szczególnie wyróżnia się Poznań i Tarnowo Podgórne). Najniższy iloraz przepływu mają gminy leżące na północnym wschodnie aglomeracji Rokietnica i Luboń.



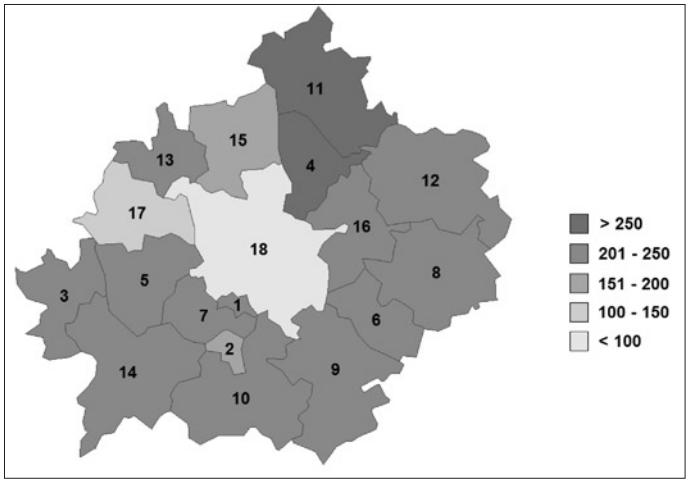
Rys. 5. Odpływ, napływ i saldo migracji do pracy w Poznaniu i gminach powiatu poznańskiego
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]

Tabela 3

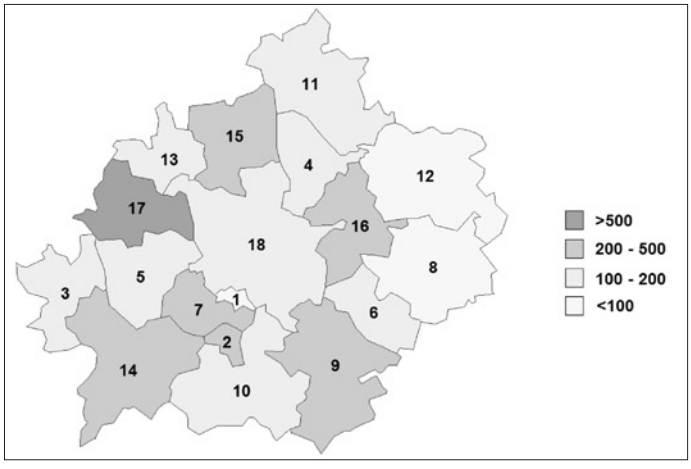
Odpływ, napływ i saldo migracji do pracy w Poznaniu i gminach powiatu poznańskiego								
Lp.	Gmina	Liczba osób w wieku produkcyjnym	Wyjazdy	Dojazdy	Saldo	Wskaźnik wyjazdów	Wskaźnik dojazdów	Iloraz przepływów
1	Luboń	17 789	4 324	1 640	–2 684	243	92	0,38
2	Puszczykowo	6 093	1 093	1 323	230	179	217	1,21
3	Buk	7 663	1 731	1 157	–574	226	151	0,67
4	Czerwonak	16 800	4 389	3 000	–1 389	261	179	0,68
5	Dopiewo	9 469	1 936	1 515	–421	204	160	0,78
6	Kleszczewo	3 561	758	394	–364	213	111	0,52
7	Komorniki	9 832	2 059	2 361	302	209	240	1,15
8	Kostrzyn	10 046	2 499	991	–1 508	249	99	0,40
9	Kórnik	11 724	2 396	3 337	941	204	285	1,39
10	Mosina	16 684	3 774	2 258	–1 516	226	135	0,60
11	Murowana Goślina	10 743	2 719	1 152	–1 567	253	107	0,42
12	Pobiedziska	10 636	2 311	648	–1 663	217	61	0,28
13	Rokietnica	6 366	1 343	634	–709	211	100	0,47
14	Stęszew	9 030	2 002	2 061	59	222	228	1,03
15	Suchy Las	9 295	1 694	2 475	781	182	266	1,46
16	Swarzędz	27 541	6 075	5 507	–568	221	200	0,91
17	Tarnowo Podgórne	12 602	1 790	8 375	6 585	142	665	4,68
18	Poznań	379 394	14 209	61 488	47 279	37	162	4,33
	Powiat poznański	195 874	42 893	38 828	–4 065	219	198	0,91

wskaźnik wyjazdów = liczba osób wyjeżdżających / liczba osób w wieku produkcyjnym * 1000
wskaźnik dojazdów = liczba osób dojeżdżających / liczba osób w wieku produkcyjnym * 1000
iloraz przepływów = liczba osób przyjeżdżających / liczba osób wyjeżdżających

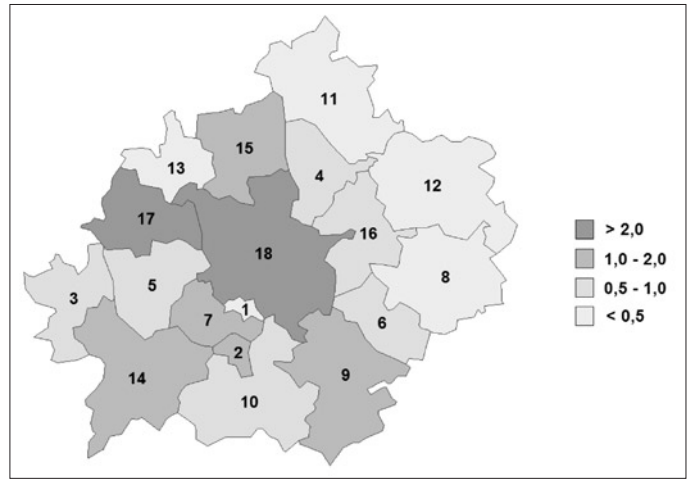
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS[12]



Rys. 6. Wskaźnik wyjazdów do pracy w Poznaniu i gminach powiatu poznańskiego
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]



Rys. 7. Wskaźnik dojazdów do pracy w Poznaniu i gminach powiatu poznańskiego
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]



Rys. 8. Iloraz przepływów w Poznaniu i gminach powiatu poznańskiego
Źródło: opracowanie własne na podstawie GUS [12]

Podsumowanie

Dojazdy do pracy bez wątpienia nie są zjawiskiem nowym, jednakże biorąc pod uwagę obecną intensywność tych procesów w polskich aglomeracjach, konieczne jest bliższe przyjrzenie się tej problematyce. Zjawisko dojazdów jest elementem generującym inne procesy zachodzące w systemach społeczno-gospodarczych, z tego względu powinno się ono znajdować pod stałą obserwacją naukowców. Szczególnie istotna jest ekonomiczna rola dojazdów – powiązania z rynkiem pracy, szczególnie w ujęciu aglomeracyjnym.

Zjawisko dojazdów do pracy ma skutki zarówno pozytywne, jak i negatywne. Bez wątpienia największą wadą dojazdów do pracy jest generowanie dodatkowego ruchu ko-

munikacyjnego, co, biorąc pod uwagę istniejącą w aglomeracji infrastrukturę drogową, prowadzi do wzrostu kongestii komunikacyjnej i skutkuje negatywnie na jakość życia mieszkańców. Negatywnym skutkiem dojazdów jest też wyższy koszt uzyskania przychodów oraz udowodniona naukowo niższa efektywność pracowników (częstsze absencje w pracy, zmęczenie pracowników). Istnieją także jednak pozytywne rezultaty dojazdów. Przede wszystkim dojazdy do pracy są elementem łagodzącym nierównomierny rozkład przestrzenny miejsc pracy. Dodatkowo duża mobilność mieszkańców jest dowodem na elastyczność mieszkańców, którzy potrafią się dostosować do wielu sytuacji życiowych.

Dojazdy do pracy są przede wszystkim elementem łączącym funkcjonalnie obszar aglomeracji. W przypadku aglomeracji poznańskiej, którą autor utożsamia z miastem Poznań i powiatem poznańskim, powiązania te są bardzo silne. Dostrzec można także wyraźne związki powiatu poznańskiego z gminami powiatów sąsiednich. Chcąc dokonać próby delimitacji poznańskiego obszaru metropolitalnego na podstawie kryterium dojazdów do pracy, należałoby stwierdzić, że w granicach POM powinny znaleźć się wszystkie gminy, których udział pracowników dojeżdżających do miasta centralnego wynosi ponad 10% ogółu zatrudnionych w gminie zamieszkania. Szczególnie zauważalne jest uzupełnianie się poznańskiego i powiatowego rynku pracy. Dowodem na to jest niska stopa bezrobocia, oscylująca w obu przypadkach wokół wartości bezrobocia strukturalnego (3% w 2009 r.). Sprawia to, że miejscem atrakcyjnym dla osób chcących się osiedlić w Poznaniu jest także powiat poznański. Na terenie powiatu poznańskiego tworzą się również nowe rynki pracy. Przykładem może być silna pozycja gminy Tarnowo Podgórne i rosnąca rola gminy Suchy Las oraz Kórnik. Niesie to za sobą wiele pozytywnych aspektów, m.in. zwiększenie zróżnicowania funkcjonalnego gmin oraz dekoncentrację ruchu komunikacyjnego i zmniejszenie kongestii komunikacyjnej w Poznaniu.

Struktura dojazdów do pracy wskazuje na silną pozycję gospodarczą aglomeracji poznańskiej w kraju. Wraz ze wzrostem procesów suburbanizacji liczba dojazdów do pracy wewnątrz aglomeracji prawdopodobnie się zwiększy. W celu dalszego rozwoju społeczno–gospodarczego obszaru oraz wzrostu poziomu życia konieczne jest spójne planowanie strategiczne, które przyczyni się do jak najefektywniejszego rozlokowania nowych zakładów pracy w aglomeracji. Pozwoli to w jeszcze wyższym stopniu skoordynować działania zmierzające do rozwiązania istniejących problemów wynikających z dużej liczby migracji w ruchu dobowym, co przyczyni się do rozwoju aglomeracji.

Intensywność dojazdów do pracy i wynikające z niej problemy były jednym z głównych przyczyn integracji gmin podpoznańskich i utworzenia Stowarzyszenia Metropolia Poznań. Członkami stowarzyszenia są: miasto Poznań, 16 gmin powiatu poznańskiego oraz 4 gminy spoza powiatu (Oborniki Wielkopolskie, Skoki, Szamotuły, Śrem). Efektem współpracy jest przygotowana przez Centrum Badań Metropolitalnych w Poznaniu i przejęta przez gminy stowarzyszenia Strategia Rozwoju Aglomeracji Poznańskiej. W ramach przygotowanych osi i programów strategicznych uwzględniono wiele elementów, które wpływają na wielkość i kierunek przemieszczeń dobowych. W strategii zapisano m.in. potrzebę uruchomienia kolei metropolitalnej, łączącej Poznań z ośrodkami subregionalnymi, oraz integrację komunikacji publicznej w aglomeracji. Głównym celem tych zapisów jest zwiększenie roli transportu publicznego w strukturze przewozów, szczególnie w aspekcie codziennych dojazdów do pracy i szkół. Zaproponowano także stworzenie spójnej wizji zagospodarowania przestrzennego metropolii w celu zapewnienia zrównoważonego i trwałego rozwoju.

Dzięki dostrzeżeniu problemu codziennych dojazdów do pracy przez polityków jest szansa, że planowanie przestrzenne w aglomeracjach i obszarach metropolitalnych będzie prowadzone w sposób spójny. Bardzo istotnym zagadnieniem dziś wydaje się być nie tylko konieczność budowy nowej infrastruktury transportowej, ale również potrzeba takiego planowania przestrzennego, które nie będzie skutkowało generowaniem dodatkowego ruchu komunikacyjnego. Duży wpływ na wielkość dojazdów pracowniczych może mieć redystrybucja miejsc pracy. Spowoduje ona zmniejszenie kongestii komunikacyjnej, a także wpłynie korzystnie na rozwój całego obszaru metropolitalnego.

Literatura

1. Broesike M., 1904, *Arbeitsort und Wohnort der Bevölkerung in den Grossstädten und einigen Industriebezirken Preussens am 1. Deyember 1900*, Zeitschrift des Königlich Preussischen Statistischen Bureaus.
2. Budzynowska O.,*Obszary metropolitalne i ich struktura i funkcje w układach terytorialnych*, „Samorząd Terytorialny", 2000, nr 10.
3. Chojnicki Z., *Region w ujęciu geograficzno–systemowym*, [w:] Czyż T. (red.), *Podstawy regionalizacji geograficznej*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 1996.
4. Herbert D., Thomas C., *Cities in Space: City as Place*, David Fulton, London 1990.
5. Kaczmarek T., Koralewski T., Matykowski R., *Wielka Encyklopedia Geograficzna Świata*, Tom XII *Ludność Świata*, Wydawnictwo Kurpisz, Poznań 1998.
6. Kaczmarek T., Mikuła Ł., *Ustroje terytorialno–administracyjne obszarów metropolitalnych w Europie*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2007.
7. Kaczmarek T., Mizgajski A. (red.), *Powiat poznański. Jakość przestrzeni i jakość życia*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań 2008.
8. Lijewski T., *Dojazdy do pracy w Polsce*, Studia KPZK PAN, Tom XV, Warszawa 1967.
9. Markowski T., Marszał T., *Metropolie. Obszary Metropolitalne. Metropolizacja. Problemy i pojęcia podstawowe*, KPZK PAN, Warszawa 2006.
10. Pacione M., *Urban Geography*, Routledge, London 2001.
11. *Porównanie warunków życia w miastach europejskich (Program Urban Audit II)*, Notatka informacyjna, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2005.
12. *Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011 w Polsce. Cele spisu, zakres tematyczny oraz opracowanie wyników*, Notatka informacyjna, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2009.

Bogusław Molecki[1]

PRZYSTANKOWE TABLICE DYNAMICZNEJ INFORMACJI PASAŻERSKIEJ

W artykule dokonana została ocena przystankowych systemów dynamicznej informacji pasażerskiej z punktu widzenia użytkownika. Omówione zostały: lokalizacje, typy i formy tablic, sposoby pozyskiwania i prezentacji danych. Duży nacisk został położony na omówienie funkcjonowania systemów dynamicznej informacji pasażerskiej w sytuacjach kryzysowych, w których są one najbardziej potrzebne pasażerom. Przedstawione zostały również wnioski płynące z analizy funkcjonowania systemów zagranicznych.

Wprowadzenie

Systemy dynamicznej informacji pasażerskiej, do niedawna stosowane jedynie w transporcie dalekobieżnym, zyskują coraz większe uznanie ze strony zarządów transportu zbiorowego w miastach i lokalnych przedsiębiorstw transportowych. W warunkach krajowych upatruje się w nich z jednej strony nowoczesnego elementu promocji transportu zbiorowego, a z drugiej – lekarstwa na problemy związane z niedotrzymywaniem rozkładów jazdy przez kursujące pojazdy. Niestety, nader często instalacja systemu nie jest poprzedzona analizą potrzeb użytkowników – czyli pasażerów. W efekcie instalowany jest kosztowny w zakupie i utrzymaniu system, który właściwie nie podnosi jakości informacji pasażerskiej – stanowi jedynie swego rodzaju gadżet, świadczący teoretycznie o trosce organizatora komunikacji o poziom świadczonych usług.

Tymczasem właściwie zaprojektowany i wykorzystywany system potrafi nie tyle wpłynąć na poprawę poziomu bieżącej informacji, co przede wszystkim – podnieść jakość realizowanych połączeń. Warto przytoczyć w tym miejscu znamienne zdanie, pochodzące ze Szwajcarii: *Najlepszym systemem dynamicznej informacji dla pasażera jest wydrukowany rozkład jazdy*. Zdanie to w pierwszej chwili budzi zdumienie, ale należy wyjaśnić, że szwajcarscy organizatorzy komunikacji przede wszystkim dbają o to, by komunikacja działała punktualnie – a wówczas faktycznie wydruk rozkładu jazdy może zastępować dynamiczną informację pasażerską. Nie oznacza to również, że w Szwajcarii systemy informacji dynamicznej nie są wykorzystywane – przede wszystkim służą one jednak personelowi w celu zapobiegania przewidywanym zakłóceniom.

Analiza potrzeb użytkowników

Z punktu widzenia pasażera systemy informacji na przystankach spełniać mogą trzy podstawowe[3] funkcje:

- wspomagać wybór miejsca do oczekiwania na pojazd,
- określać wymagany czas oczekiwania na pojazd,
- wspomagać decyzję o zmianie zaplanowanego sposobu podróży na alternatywny.

Wszystkie te funkcje w mniejszym lub większym zakresie jest w stanie spełniać tradycyjny sposób informowania pasażerów. Przed wdrożeniem nowego systemu dynamicznej informacji pasażerskiej należy zatem przeanalizować zakres możliwych do uzyskania korzyści w porównaniu do kosztów jego instalacji i eksploatacji.

Pierwsza potrzeba w zakresie informacji pasażerskiej związana jest z wyborem stanowiska przystankowego, co największe znaczenie ma na dużych i rozległych węzłach komunikacji zbiorowej. Pasażer może do takiego węzła dotrzeć na dwa sposoby: rozpoczynać w nim podróż (dojście piesze, dojazd rowerem, pojazdem indywidualnym itd.) lub dokonywać przesiadki (dojazd innym pojazdem w ramach systemu).

Wspomaganie wyboru przystanku największe znaczenie ma dla osób korzystających z węzła incydentalnie – ci pasażerowie nie znają bowiem układu peronów (stanowisk) i nie są w stanie szybko odnaleźć miejsca odjazdu bez dodatkowej pomocy. Dla stałych pasażerów istotne są natomiast inne informacje, wykorzystywane w optymalizacji codziennych podróży: ważne jest wówczas, nie z którego

[1] Dr inż., Politechnika Wrocławska, Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, boguslaw.molecki@pwr.wroc.pl

[2] Artykuł jest zmodyfikowaną i rozszerzoną wersją referatu *Dynamiczna informacja pasażerska w miejskim transporcie zbiorowym na przykładzie doświadczeń z ronda Reagana we Wrocławiu*, zaprezentowanego podczas konferencji *Zintegrowany System Transportu Miejskiego*, która odbyła się w dniach 12–13 maja 2011 r. we Wrocławiu.

[3] Oprócz funkcji podstawowych systemy mogą również udzielać informacji dodatkowych – np. o zagadnieniach taryfowych, sposobach wnoszenia opłaty itp. Wiedzę tę jednak stały użytkownik systemu – niekoniecznie stały użytkownik danego węzła przystankowego – już posiada, nie musi być zatem przekazywana przez system informacji dynamicznej.

peronu nastąpi odjazd danego pojazdu, ale z którego peronu nastąpi najwcześniejszy (ale osiągalny) odjazd w danym kierunku. Podsumowując: istotne jest zlokalizowanie w widocznym miejscu informacji o układzie przystanków i zbiorczego zestawienia najbliższych odjazdów.

Drugim aspektem wymagań informacyjnych jest uzyskanie wiedzy o przewidywanym czasie oczekiwania. Informację taką pasażer może posiąść w oparciu o rozkład jazdy. Warto jedynie zauważyć, że przy dużych częstotliwościach ruchu (co 12 minut i częściej), pasażer w ogóle nie poszukuje takiej informacji – o czym świadczy m.in. równomierny proces zgłoszeń na przystanek i średni czas oczekiwania równy połowie interwału kursowania linii (por. [4]). W zakresie tych potrzeb zatem istotne jest umieszczenie rozkładu jazdy bądź informacji o realizowanej częstotliwości odjazdów w poszczególnych godzinach.

Trzecim elementem potrzeb jest informacja pasażerska w sytuacjach kryzysowych, gdy rozkład jazdy nie jest realizowany zgodnie z planem. Do takich sytuacji należą między innymi zawieszenia ruchu i objazdy (zmiany lokalizacji przystanków). Ważne jest wówczas, by pasażer został powiadomiony o alternatywnych możliwościach realizacji podróży, a co najmniej – o samej konieczności odbycia podróży w inny sposób.

Podejście tradycyjne – statyczna informacja pasażerska

W podejściu tradycyjnym zakładano istnienie jedynie informacji statycznej, uaktualnianej w długim okresie. W sytuacjach kryzysowych do powiadamiana pasażerów wykorzystywano natomiast służby kontroli ruchu przewoźników. Rozwiązania te (wg stanu na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku) omówione zostaną na przykładzie Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Katowicach.

Wspomaganie wyboru stanowiska przystankowego organizowano poprzez umieszczanie zbiorczych tablic informacyjnych, wykonywanych w technice olejnej (na co pozwalała ówcześnie mała zmienność rozkładów jazdy), umieszczanych na przykład przy wyjściach z dworców kolejowych PKP. Na dużych dworcach komunikacji miejskiej natomiast umieszczano w jednym miejscu zbiorcze rozkłady jazdy, informujące o odjazdach ze wszystkich stanowisk – co ułatwiało odnalezienie najbliższego odjazdu w określonym kierunku.

Informacje o przewidywanym czasie oczekiwania można było określić na podstawie danych zawartych w przystankowych rozkładach jazdy. Warto przypomnieć, że w minionym okresie częstą praktyką było:

- w przypadku większych częstotliwości kursowania i regularnych odjazdów – podawanie jedynie zakresu godzin funkcjonowania linii oraz obowiązującej częstotliwości ruchu,
- w przypadku mniejszych częstotliwości kursowania lub nieregularnych odjazdów – podawanie dokładnych godzin odjazdów.

Jak widać, oba rozwiązania gwarantowały uzyskanie informacji o teoretycznym maksymalnym czasie oczekiwania. Warto jednak podkreślić, że nie były one dla pasażerów zbyt komfortowe (m.in. ze względu na fakt, że do większych częstotliwości kursowania zaliczano wówczas nie tylko odjazdy w odstępach maksymalnie 12-minutowych).

Jedynie w sytuacjach kryzysowych, kiedy występowały większe zakłócenia w ruchu, pasażerowie byli na bieżąco informowani o realizacji odjazdów. W największych węzłach lokalizowano posterunki regulatorów ruchu, którzy w zakresie swoich obowiązków mieli informowanie pasażerów o zakłóceniach w komunikacji. Ponieważ wiedza ta przekazywana była poprzez urządzenia rozgłoszeniowe, informacje były dostępne nie tylko na peronach węzła, ale również na pobliskich przystankach, do których doprowadzono odpowiednią instalację (dla przykładu: regulator z Rynku w Katowicach przekazywał informacje dla przystanków: Rynek/Teatr, dworzec PKP, Rondo). Zakłócenia w ruchu na liniach (zwłaszcza tramwajowych) obsługiwano poprzez ogłaszanie komunikatów z radiowozów. Należy jednak podkreślić, że w przypadku przystanków mniej istotnych, a zwłaszcza peryferyjnych – przyjęte rozwiązania nie funkcjonowały w sposób zadowalający[4].

Kształtowanie informacji dynamicznej

Obecnie dynamiczna informacja pasażerska na przystankach realizowana jest przede wszystkim poprzez tablice zmiennej treści. Istotne w tym przypadku są trzy podstawowe kwestie: lokalizacja tablic, ich rozmiar i dobór samej treści.

Należy podkreślić, że pomimo wieloletnich doświadczeń (fot. 1) w stosowaniu tego rodzaju rozwiązań, nie wszystkie wnioski wypracowane na kolei możliwe są do zastosowania w transporcie miejskim. Podobnie nie należy zakładać, że problematyka ta w odniesieniu do komunikacji miejskiej sprowadza się wyłącznie do rozwiązań bardzo prostych – i możliwe jest zastosowanie na obszarze całego miasta tylko jednego rodzaju tablic (z takim podejściem można spotkać się obecnie na przykład we Wrocławiu).

Lokalizacja i rodzaje tablic

Odnosząc się do potrzeb pasażerskich, w zakresie lokalizacji i rodzaju tablic należy zwrócić uwagę na trzy potencjalne rozwiązania, klasycznie przyjęte na dworcach kolejowych:

- na peronie (stanowisku odjazdowym) – wskazujące kierunek odjazdu pojazdu zatrzymanego w bezpośrednim sąsiedztwie tablicy (tablice kierunkowe – fot. 2a),
- przy wyjściu na perony – wskazujące perony (stanowiska), na których stoją poszczególne pojazdy (tablice sytuacyjne – fot. 2b, 2c),
- w miejscach oczekiwania pasażerów (poczekalnie, restauracje dworcowe) – wskazujące najbliższe odjazdy, wraz z przypisanymi peronami (tablice zapowiadające – fot. 2d).

[4] Dla przykładu, na pętli tramwajowej Kazimierz Górniczy informacje o zaburzeniach w ruchu tramwajowym najczęściej przekazywał dyżurny ruchu stacji kolejowej, który jednocześnie zachęcał pasażerów do skorzystania z nadjeżdżającego pociągu PKP.

Fot. 1. Jedna z najstarszych postaci tablic zmiennej treści, stosowanych na dworcach kolejowych – pochodzący z ery początków kolei wskaźnik semaforowy spełniający rolę dzisiejszych tablic kierunkowych na stacji Přerov, fot.: Z. Maśluszczak.

Fot. 2. Rodzaje tablic dynamicznej informacji pasażerskiej na dworcach kolejowych: a – peronowa tablica kierunkowa, b – peronowa tablica sytuacyjna, c – zbiorcza tablica sytuacyjna, d – tablica zapowiadająca, fot. F. Restel (a), A. Molecki (c) i B. Molecki (b, d).

Warto zaznaczyć, że poszczególne postacie tablic spełniają nieco odmienne cele, co jest efektem wypracowanych przez lata doświadczeń. Zwrócić uwagę należy zwłaszcza na różnicę pomiędzy tablicami sytuacyjnymi i zapowiadającymi: pierwsze spełniają funkcję drogowskazową (powinny zatem być umieszczane przy wyjściach na perony), drugie zaś – pozwalają pasażerom na efektywne zarządzanie czasem oczekiwania na odjazd (stąd należy je umieszczać przy wejściach na dworce czy zespoły przystanków). Dla zupełności opisu wspomnieć należy jeszcze o zbiorczych tablicach przyjazdów, które jednak znaczenie mają przede wszystkim w ruchu dalekobieżnym – służą bowiem osobom odbierającym podróżnych z dworców.

W przypadku miejskiego transportu zbiorowego, często nie zauważa się specyfiki poszczególnych rodzajów tablic – wynika to z tradycyjnego oczekiwania pasażerów bezpośrednio na peronie, co związane jest z dużą częstotliwością odjazdów (a zatem krótkim czasem oczekiwania). W efekcie instalowane są wyłącznie tablice zapowiadające (fot. 3). Ważne jest jednak, by pamiętać o funkcji drogowskazowej tablic zbiorczych – i instalować je przy wejściach na zespół przystankowy (fot. 3b).

Fot. 3. Rodzaje tablic dynamicznej informacji pasażerskiej na dworcach komunikacji miejskiej: a – peronowa tablica zapowiadająca, b – zbiorcza tablica zapowiadająca, fot. B. Molecki (a) i K. Bojda (b).

Określanie liczby i rozmiarów tablic oraz algorytmu prezentacji danych

Rozmiar tablicy powinien umożliwiać przekazanie informacji wszystkim osobom jej potrzebującym. Tablice kierunkowe i sytuacyjne powinny zatem przekazywać informacje co najmniej o wszystkich pojazdach już podstawionych. Tablice zapowiadające natomiast – podawać przewidywany czas oczekiwania na odjazd we wszystkich istotnych kierunkach (jeżeli odjazd w danym kierunku jest bardzo odległy, wystarczającą informacją może być taka, że w ciągu określonego czasu nie nastąpi on).

Liczba tablic kierunkowych musi odpowiadać liczbie pojazdów odprawianych z danego peronu. W przypadku kolei peron często podzielony jest na sektory, z których można odprawiać kilka pociągów, w różnych relacjach (dzieje się to zwłaszcza w przypadku pociągów o relacjach dzielonych –

np. Poznań–Wrocław–Kłodzko/Jelenia Góra). W takich przypadkach tablice kierunkowe powinny być rozmieszczone we wszystkich sektorach, w pobliżu wyjść na perony.

Tablice kierunkowe należy stosować również na autobusowych dworcach komunikacji podmiejskiej i regionalnej, gdzie pojazdy podstawiane są na konkretne stanowiska z wyprzedzeniem w stosunku do odjazdu.

Tablice sytuacyjne powinny pełnić funkcję drogowskazową (por. fot. 4). Jeżeli zatem dojście do peronów poprowadzone jest przejściem podziemnym, przy wejściu do niego powinna być zainstalowana tablica zbiorcza (obejmująca wszystkie perony), a przy wyjściach na poszczególne perony – tablice peronowe (obejmujące wszystkie stanowiska na danym peronie). Rozmiar tablic powinien odpowiadać maksymalnej liczbie pojazdów podstawianych równocześnie.

Tablice zapowiadające powinny być umieszczane przy wszystkich wejściach na dworzec oraz w miejscach oczekiwania pasażerów. Co ważne, część tych tablic może być lokalizowana na zasadach komercyjnych – podróżny może przedłużyć swój czas spędzony w restauracji czy sklepie, w przypadku zapowiedzianego opóźnienia odjazdu – a zatem zainstalowanie tablicy leży w interesie[5] najemcy lokalu (fot. 4).

Określanie rozmiaru tablic zapowiadających posiada krytyczne znaczenie w sytuacjach, kiedy występują zaburzenia w ruchu pojazdów. Przykładem mogą być zimowe doświadczenia z polskich dworców kolejowych – na czele z Warszawą Centralną. Ustalona sztywno liczba pozycji na

a)

b)

Fot. 4. Niepełny system informacji pasażerskiej: a – tablice na peronach, b – brak zbiorczych tablic ułatwiających wybór peronu (najszybszego odjazdu w danym kierunku) przy wyjściach z głębokiego (6 metrów!) tunelu, fot. B. Molecki.

[5] Praktyczne stosowanie tej wiedzy doprowadza niekiedy do rozwiązań budzących wątpliwości etyczne – jak np. specjalne opóźnianie odlotów w celu wydłużenia pobytu pasażerów w sklepach strefy wolnocłowej (połączone z pokrywaniem części opłat lotniskowych przewoźników przez placówki handlowe).

Fot. 5.
Zbiorcza tablica zapowiadająca w restauracji, podająca odjazdy z pobliskiego węzła komunikacji miejskiej (Drezno), fot. B. Molecki.

tablicach zbiorczych wystarcza w większości przypadków. W krytycznym okresie zimowym, podczas największych zakłóceń w ruchu, opóźnienia pociągów przekraczają jednak nierzadko 180 minut. Wówczas tablice wypełniają się informacjami o wcześniejszych, opóźnionych pociągach, które jeszcze nie odjechały – i brakuje na nich miejsca dla relacjonowania bieżącego ruchu. W tym miejscu należy zwrócić uwagę na algorytm prezentacji danych. W przypadku tablic zapowiadających obowiązującym jest podejście chronologiczne, czyli uzależnienie pozycji na tablicy od godziny odjazdu (jako pierwsza powinna być czytana informacja o pojeździe, który najszybciej odjedzie). Możliwe są jednak dwa warianty – branie pod uwagę odjazdu planowanego bądź prognozowanego.

Sposób sortowania danych na tablicy powinien odpowiadać potrzebom pasażerów. Należy zatem zwrócić uwagę, czy stawiają się oni na peronie na konkretną godzinę, czy też momenty przybyć są przypadkowe. Im bardziej momenty odjazdów są wcześniej znane i stabilne[6], tym bardziej pasażerowie kierują się godziną odjazdu przy przybyciu – a także wyszukiwaniu informacji na tablicach (a zatem układ należy uzależnić od odjazdów planowych). W pozostałych przypadkach (w tym przy dużych częstotliwościach kursowania w transporcie miejskim) kolejność wyświetlania powinna być oparta na prognozowanych godzinach odjazdów. Warto zauważyć, że przyjęcie kolejności wyświetlania rodzi również konsekwencje w sposobie prezentacji danych: oparcie na odjazdach planowych wskazuje podawanie prognozowanej godziny odjazdu nie wprost, lecz poprzez informację łączoną: odjazd planowy i opóźnienie[7].

W przypadku systemów transportu, w których duża część ruchu realizowana jest w sposób powtarzalny (ujęcie kursów w linie komunikacyjne), algorytm wyświetlania powinien to uwzględniać i wyświetlać jedynie najbliższy odjazd

[6] Pojęcie stabilności odjazdów odnosi się do ich niezmienności w czasie (punktualność, rzadkie zmiany rozkładu jazdy) oraz rozwiązań ułatwiających zapamiętywanie (cykliczny rozkład jazdy). Ciekawych wniosków w tym zakresie może dostarczyć analiza zachowań pasażerów przy rozkładzie quasi-cyklicznym (odjazdy w kolejnych godzinach są podobne, ale różnią się w granicach kilku minut). Pasażerowie przybywają wówczas na dworzec na określoną godzinę, ale informacji o odjeździe szukają już według kierunku, a nie godziny.

[7] Warto w tym miejscu powrócić do opisywanych problemów zimowych na dworcu Centralnym w Warszawie. Prezentacja odjazdów w kolejności prognozowanej rozwiązywałaby problem ograniczonych rozmiarów tablicy, ale ze względu na przyjęty sposób wyświetlania odjazdów (godzina planowa – opóźnienie) powodowałaby zagubienie pasażerów.

danej linii w określonym kierunku (następne jej odjazdy są informacją dla pasażera nieprzydatną, a mogą zajmować miejsce potrzebne dla podania informacji o odjeździe linii o mniejszej częstotliwości ruchu – problem ten widoczny jest zwłaszcza na dworcach integrujących komunikację miejską i podmiejską). Przyjęcie takiego rozwiązania wpływa również na określenie potrzebnego rozmiaru tablicy – liczba pozycji powinna być ustalona na podstawie istniejącej (i prognozowanej przy zmianach tymczasowych) liczby linii.

Dobór układu i zawartości tablic

Rodzaj informacji przekazywanych na tablicach w bardzo znacznym stopniu zależy od specyfiki systemu transportowego. Najbardziej rozbudowana informacja konieczna jest w systemach, w których nie obowiązuje cykliczny rozkład jazdy ani podział na linie (np. obecny transport dalekobieżny w Polsce). Prostsza sytuacja występuje w systemach transportu miejskiego, w których oferta często jest cykliczna i zintegrowana. Analogiczne rozwiązania powinny być wdrażane w transporcie regionalnym (por. [3]). Wówczas informacją wystarczająco identyfikującą pojazd powinien być numer linii i kierunek jazdy.

Treść prezentowana na tablicach zawierać powinna podstawowe informacje wymagane przez pasażera. Jak wskazano, w najprostszej sytuacji są to: numer (oznaczenie) linii i kierunek ruchu pojazdu, uzupełnione przez podanie przewidywanego momentu odjazdu. W przypadku wielowariantowego przebiegu linii informacja powinna być poszerzona. W tym miejscu warto polecić zasadę mówiącą, że: *informacja powinna obejmować wszystkie dane obecne na tablicach zewnętrznych pojazdu, w czasach, gdy nie wykorzystywano jeszcze tablic elektronicznych* (por. [2]).

Podobne założenia obejmują wymagania techniczne. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na rozmiary i rozdzielczość tablic, co można sprowadzić do zastrzeżenia, że jeśli tablice zmiennej treści mają być oparte na wyświetlaczach mozaikowych (zwłaszcza diodowych lub elektromechanicznych), forma prezentowanej informacji ma odpowiadać tej, która jest używana klasycznie (czytelność, kolor, krój, treść napisu). Podkreślić też należy, że niedopuszczalne jest przewijanie napisów w sytuacji, gdy stosowanie tej formy prezentacji nie jest konieczne (por. fot. 6).

Odrębną uwagę poświęcić należy prezentacji przewidywanego czasu odjazdu. Możliwe są trzy podstawowe rozwiązania w tym zakresie:

Fot. 6. Efekty błędnych założeń dotyczących treści prezentowanej na tablicach: określenia kierunków jazdy nie mieszczą się w przewidzianym dla nich polu, podobny problem występuje nawet z oznaczeniem linii (33 PLUS), fot. K. Bojda.

- podawanie godziny planowej i ewentualnej wartości opóźnienia – uzasadnione tylko w systemach o niskim poziomie zakłóceń (teoretycznie wymagania te spełnia przede wszystkim transport szynowy), jeżeli pasażerowie znają godziny odjazdów i są one stabilne (por. wyżej),
- podawanie godziny prognozowanej (korekta godziny planowej o wartość opóźnienia) – niezalecane,
- podawanie prognozowanego czasu oczekiwania (w minutach) – zalecane, gdy nie przekracza on kilkudziesięciu minut, a pasażerowie nie znają powszechnie rozkładowych godzin odjazdów.

W niektórych przypadkach (zwłaszcza przy dużym poziomie zakłóceń i niepełnym oczujnikowaniu) stosuje się zapis mieszany:

- odjazdy prognozowane w oparciu o dane z czujników – przedstawia się w postaci czasu oczekiwania w minutach,
- odjazdy niepotwierdzone zgłoszeniami z czujników – prezentuje się w postaci godziny planowego odjazdu.

Odpowiednia konstrukcja systemu powoduje przy tym, że najbliższe odjazdy są już korygowane danymi z czujników, a tylko późniejsze są prezentowane wyłącznie w oparciu o rozkład jazdy. Rozwiązanie takie znajduje zrozumienie u pasażerów – oczywistym jest bowiem, że podanie dokładnego momentu dojazdu do węzła w sytuacji, gdy autobus znajduje się w dużej odeń odległości, może być bardzo trudne. Warto również zauważyć, że takie rozwiązanie funkcjonuje zadowalająco nawet w sytuacji awarii systemu czujników – wszystkie zapowiedzi wyświetlane są wówczas w postaci planowych godzin odjazdów, co – choć w ograniczonym zakresie – wspomaga decyzje pasażerów.

Związki dynamicznej informacji pasażerskiej z systemem zarządzania ruchem

Dynamiczna informacja pasażerska może być obsługiwana przez personel (jest to tradycyjne rozwiązanie, stosowane na dworcach komunikacji regionalnej) bądź zautomatyzowana (poprzez powiązanie z systemem nadzoru lub zarządzania ruchem). Automatyzacja systemów informacji uzasadnienie znajduje w ograniczeniu kosztów funkcjonowania, zwłaszcza przy odpowiednio dużej skali systemu (instalacja na wielu przystankach, co w podejściu tradycyjnym wymagałoby wielu osób obsługi). Należy jednak zauważyć, że projekt systemu (stopień automatyzacji) powinien być bardzo przemyślany – wszystkie systemy informacji są bowiem najbardziej przydatne w sytuacjach, gdy występują zakłócenia (informacja wówczas staje się najbardziej pożądana). Dalej należy pamiętać, że ewentualny brak informacji jest lepszy aniżeli informacja błędna[8].

[8] Praktycznym przykładem stosowania tej reguły są zautomatyzowane systemy informacji pasażerskiej kolei niemieckich. Podczas normalnej eksploatacji tablice informują dokładnie pasażerów o odjazdach pociągów; w przypadku opóźnień są one wprowadzane – jako parametr – przez obsługę. W przypadku dużych zakłóceń obsługa nie jest jednak w stanie wprowadzić wszystkich potrzebnych informacji – stąd tablice informacji pasażerskiej są po prostu... wyłączane.

Podstawowym zagadnieniem jest zatem stworzenie takiego planu ruchu, który jest jak najbardziej odporny na zakłócenia (np. zmiany przydziału peronów). W przypadku transportu miejskiego ma to o tyle mniejsze znaczenie, że perony przydzielane są poszczególnym liniom na stałe, a ewentualne zaburzenia łagodzi się za pomocą przystanków podwójnych[9] (pojazd zatrzymujący się na stanowisku II nie zatrzymuje się ponownie na stanowisku I; długość pojazdów oraz szerokość i zabudowa peronów umożliwia pasażerom dojście w czasie postoju do odpowiedniego pojazdu – por. [1]).

Kolejnym etapem jest analiza występujących zakłóceń w zgłoszeniach pojazdów na przystanek. Analizy tej należy dokonać w powiązaniu z określeniem ilościowych parametrów informacji prezentowanej na tablicach. Z założeń tych wynika bowiem, z jakim wyprzedzeniem informacja o danym odjeździe zostanie zaprezentowana pasażerom. Jest to istotne, ponieważ już w momencie pierwszego wyświetlenia system powinien posiadać wiedzę na temat stanu realizacji danego kursu.

Najprostszą możliwością automatyzacji informacji pasażerskiej jest oparcie jej na czujnikach umieszczonych w otoczeniu danego przystanku. Kluczowymi zagadnieniami w takim przypadku są: zasięg czujników oraz postępowanie w przypadkach braków zgłoszeń. Z punktu widzenia pasażera, zasięg czujników powinien być dostosowany do największego wyprzedzenia, z jakim informacja o danym odjeździe może pojawić się na tablicach. Łatwo zauważyć, że takie rozwiązanie może być bardzo kosztowne w przypadku systemu „wyspowego" (niezależnie funkcjonujące tablice informacyjne umieszczone tylko na głównych przystankach). Ponadto potrzebne wyprzedzenie może wykraczać poza czas dojazdu z przystanku początkowego w danym kursie. W tej sytuacji rozsądnym kompromisem wydaje się przyjęcie do monitorowania odległości równej typowym odstępom między pojazdami jednej linii, co jednak nie zawsze jest możliwe, zwłaszcza przy zróżnicowanych częstotliwościach kursowania. Osobnym problemem jest rozmieszczenie czujników na trasach w sposób optymalny dla potrzeb prognozowania czasu dojazdu – to zagadnienie wykracza jednak znacząco poza ramy tego artykułu i nie będzie tu szerzej omawiane. Dla pełnego obrazu należy nawiązać jeszcze do kwestii braku zgłoszenia danego pojazdu. Do sytuacji takich dochodzi ze względu na niesprawność urządzeń pokładowych lub nawet ich brak[10]. Założeniem powinno być usunięcie informacji o odjeździe z systemu, jeżeli brak pojazdu nie może być zweryfikowany przez służby nadzoru ruchu (sytuacja, gdy pojazd zostanie podstawiony bez zapowiedzenia na tablicach, jest lepsza, aniżeli brak realizacji kursu przy uprzednim zaawizowaniu odjazdu pasażerom).

Ostatni przypadek wykazuje, że właściwa realizacja systemów informacji pasażerskiej wymaga powiązania jej z systemem zarządzania dyspozytorskiego. Tylko wówczas możliwe jest osiągnięcie stanu, w którym w przypadku zakłóceń w ruchu podawana informacja będzie rzetelna. Brak powiązania z dyspozyturą uwidacznia się zwłaszcza w następujących sytuacjach:

- prezentacji odjazdów pojazdów rozpoczynających bieg w obrębie węzła (czujniki nie są w stanie dostarczyć informacji o ewentualnym opóźnieniu),
- skierowaniu pojazdów objazdem (wszystkie lub niektóre czujniki są omijane przez pojazdy, co powoduje błędną pracę algorytmu prognozowania czasu dojazdu),
- zatrzymaniu pracy danej linii (informacje pochodzące z czujników – brak zgłoszeń pojazdów – nie są wystarczające dla określenia opóźnienia przyjazdu pierwszego pojazdu),
- dyspozytorskiego zarządzania ruchem (tymczasowa organizacja ruchu może mieć bardzo mały związek z planowym rozkładem jazdy, w związku z czym system nie jest w stanie dopasować zgłoszeń z czujników do planu ruchu).

Dla kontrastu warto przytoczyć przywoływany we wstępie przykład rozwiązania szwajcarskiego, pokazujący zgoła odmienne podejście do roli tablic informacyjnych. W Szwajcarii na dworcach kolejowo-autobusowych instalowane są tablice przekazujące kierowcom autobusów informacje o stanie ruchu kolejowego (fot. 7). Poprawia to sprawność skomunikowań (kierowcy mogą – w oparciu o własne doświadczenie, bez kontaktu z dyspozyturą – wstrzymać odjazd au-

Fot. 7. Tablica informacji dynamicznej wspomagająca utrzymanie skomunikowań na stacji kolejowo-autobusowej w Brugg (Szwajcaria): a – lokalizacja tablicy, b – prezentowane dane (numer pociągu, kod stacji początkowej, planowa i prognozowana godzina przyjazdu), fot. O. Morel.

[9] W niektórych przedsiębiorstwach praktykuje się jeszcze przystanki potrójne – zasadą wówczas jednak jest, że pojazd zatrzymujący się jako trzeci musi zatrzymać się ponownie na stanowisku pierwszym lub drugim.

[10] Przykładem może być Wrocław, gdzie z założenia przyjęto, że część pojazdów, w obliczu planowanego wycofania ich z ruchu, nie będzie wyposażana w oprzyrządowanie współpracujące z systemem informacji pasażerskiej.

tobusu do 3 minut). Rozwiązania takie są zasadne zwłaszcza na większych stacjach, na których nie jest możliwe objęcie wzrokiem całego węzła – i określenie w ten sposób pełnego obrazu sytuacji ruchowej. Szersze omówienie zagadnień utrzymywania niezawodności połączeń w systemach zintegrowanych w Szwajcarii można znaleźć w [3].

Podsumowanie

Dynamiczne systemy informacji pasażerskiej są w stanie znacząco ułatwiać podróżowanie pasażerom komunikacji miejskiej, automatyzując odszukiwanie najbliższych połączeń i prezentując aktualne informacje o zakłóceniach w ruchu. Podkreślić jednak należy, że wymaga to bardzo dokładnego zaprojektowania systemu pod kątem potrzeb pasażerów.

Warto przytoczyć w tym miejscu przykład systemu zainstalowanego na rondzie Reagana we Wrocławiu (szerszy opis znaleźć można w [5]). Przyjęto, że na tablicach nie rozróżnia się godzin prognozowanych wyłącznie w oparciu o rozkład jazdy i tych potwierdzonych meldunkami czujników. Problemy z systemem łączności powodują natomiast, iż częstym zjawiskiem jest wyświetlanie wyłącznie planowych (nieskorygowanych) godzin odjazdów. W efekcie pasażer nie jest w stanie zorientować się, czy awizowany mu odjazd prezentowany jest w oparciu o czas rozkładowy, czy rzeczywisty – i czy taki w ogóle nastąpi. W tym przypadku zatem błędne założenia spowodowały, że system jest właściwie bezużyteczny dla pasażerów, pomimo że jego koszt budowy i utrzymania jest znaczący.

Podsumowując, przystankowe tablice dynamicznej informacji pasażerskiej mogą być bardzo pożądanym elementem infrastruktury transportu miejskiego. Konieczne jest jednak poświęcenie zdecydowanie większej uwagi właściwemu projektowaniu tego rodzaju systemów, aby były one nie tylko efektowne dla twórców, ale również efektywne dla pasażerów.

Literatura

1. Molecki B., Wicher M., *Kształtowanie przestrzeni peronów przystankowych w transporcie miejskim,* „Transport Miejski i Regionalny”, 2005, nr 3.
2. Molecki B., *Zastosowanie tablic o zmiennej treści w pojazdach szynowych*, w: „Zeszyty Naukowe Instytutu Pojazdów”,2006, nr 1.
3. Molecki B. (red.)., *Rola samorządu w kształtowaniu transportu regionalnego w Polsce i w Europie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
4. Rudnicki A., *Jakość komunikacji miejskiej*. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji, Kraków 1999.
5. Rusak Z., *PIXIS – system dynamicznej informacji pasażerskiej rodem z Bydgoszczy*, „Autobusy”, 2009, nr 1–2.

Dokończenie tekstu ze strony 11

Tym niemniej metoda ta jest na tyle obiecująca, że wymaga wnikliwego zainteresowania ze strony badaczy przedmiotu i podmiotów operujących na rynku zarówno modelowania ruchu, jak i sieci komórkowych. Podstawową zaletą metody jest to, że prowadzona jest z wykorzystaniem danych, które są dostępne bez dodatkowych nakładów sprzętowo-programowych po stronie operatorów. Dalsze zalety metody to m.in.:

- dynamiczny charakter rozkładu i pomiaru ruchu generowanego i absorbowanego,
- niewspółmiernie większa dokładność od dotychczas stosowanych,
- wyeliminowanie błędów statystycznych i merytorycznych,
- możliwość pracy na danych dla populacji, a nie próby (w przypadku pojedynczego operatora GSM próba wynosi około 30%, a nie jak przy badaniach ankietowych około 3%).

Dopóki metoda nie zostanie zweryfikowana empirycznie w wybranym obszarze aglomeracyjnym, trudno mówić o jej przewadze nad metodami klasycznymi, w tym nad czterostopniowym modelu ruchu. Jednak spodziewane korzyści dla systemu transportowego przemawiają za podjęciem wysiłku realizacji badań pilotażowych. Badania takie związane będą nie tylko z wdrożeniami natury algorytmicznej, ale również nakładami na zmiany i korekty w infrastrukturze sieci GSM. Autorzy zakładają, że w zależności od stosowanych technik i koncepcji rozwiązań poruszanych wyżej kwestii jednostki wdrażające badania pilotażowe mogą osiągać znacznie różniące się od siebie efekty.

Kończąc, należy ponownie przytoczyć cytowane zdanie ze wstępu: „Model ruchu standaryzuje, obiektywizuje, przypisuje wymierną matematyczną wartość naszym indywidualnym zachowaniom związanym z codziennymi podróżami”. Parafrazując to zdanie, można powiedzieć, że model nie musi opisywać zachowań komunikacyjnych, ponieważ są znane praktycznie w 100% – dzięki danym dostępnym w sieci GSM czy GPS. Problem sprowadza się jedynie do możliwie wiarygodnej ich akwizycji z istniejących zasobów danych. W tej chwili zasoby te nie są wykorzystywane w pełni – a jest to teoretycznie możliwe. Tym bardziej że dane te niosą wartościowe informacje natury komercyjnej. Można wykorzystać je zarówno „pro publico bono” w organizacji transportu publicznego, jak również w identyfikacji odbiorcy na rynku usług reklamowych.

Literatura

1. Mitchell R.B., Rapkin C., *Urban traffic, A function of land use*, Columbia University Press, New York 1954.
2. Helbing D., Nagel K., *The physic of traffic and regional development*, Contemporary Physics , vol. 45, 2004.
3. Ben-Akiva M., Lerman S., *Discrete choice analysis*: *Theory and application to travel demand*, MIT Press, Cambridge Massachusets 1985.
4. Mareivoet S., *Modeling traffic on motorways,* Uniwersytet Katolicki w Leuven, 2006.
5. Podoski J., *Transport w miastach,* WKiŁ, Warszawa 1997.
6. Jaspers, Niebieska Księga. Sektor transportu publicznego, Warszawa 2008.
7. Zasoby internetowe:
   - http://www.bit-poznan.com.pl/ odsłona 03.05.2011
   - http://www.telix.pl odsłona 18.05.2011

Michał Beim[1]

POLITYKA ROWEROWA WIEDNIA

Wiedeń ma swój unikalny sposób rozwoju infrastruktury rowerowej. W przeciwieństwie do wielu innych miast, bazuje on w znacznie większym stopniu na kapitale społecznym niż na przepisach prawa. Wiara w rzetelność i etykę projektantów oraz zaangażowanie organizacji rowerowych przy tworzeniu projektów wydają się przynosić podobne efekty, co w innych miastach prawnie wiążące standardy infrastruktury rowerowej. Miasto traktuje ruch rowerowy jako element zintegrowanego systemu transportowego, który wpisuje się w konkretne cele ekologiczne i klimatyczne. W artykule przybliżono pollitykę rowerową miasta i dobre praktyki godne spopularyzowania w polskich miastach.

Wprowadzenie

Wiedeń jest stolicą i największym miastem Austrii. Stanowi ono również jeden z najważniejszych ośrodków gospodarczych i kulturalnych w Europie Środkowej. Miasto zlokalizowane jest w północno-wschodniej części kraju, nad Dunajem. Położone jest na równinie nadrzecznej, dzięki czemu w mieście nie występują znaczące różnice wysokości, tworząc wręcz idealne warunki do przemieszczania się rowerem.

Wiedeń stanowi odrębny kraj związkowy, przez co władze miejskie posiadają dość szerokie kompetencje, zarówno w kształtowaniu prawa miejscowego, jak i dysponowaniu środkami pieniężnymi. Austria jako kraj federalny przekazuje zdecydowanie więcej kompetencji krajom związkowym, niż dzieje się to w przypadku Polski i samorządów wojewódzkich. Wiedeń złożony jest z 23 dzielnic administracyjnych, które posiadają stosunkowo duże kompetencje w zakresie zarządzania, m.in. infrastrukturą drogową. Znaczna część dróg, które nie stanowią głównego szkieletu transportowego miasta, pozostaje w zarządzie dzielnic.

Od 1945 roku Wiedniem rządzi nieprzerwanie Socjaldemokratyczna Partia Austrii (niem. Sozialdemokratische Partei Österreichs), która tylko dwa razy w historii – po wyborach w 1996 i w 2010 zmuszona została do współdzielenia się władzą. Obecnie koalicjantem jest Zielona Alternatywa dla Wiednia (niem. Grüne Alternative Wien), która, wchodząc do koalicji, postawiła SPÖ wiele warunków odnośnie intensyfikacji działań na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu, w tym na rzecz ruchu rowerowego (tabela 1). Sytuacja polityczna w dużej mierze powoduje, iż nie tylko organizacje społeczne naciskają na konstytucyjne władze miejskie, ale czynione są liczne zabiegi w obrębie partii rządzącej. Pejzaż polityczny w dzielnicach prezentuje się podobnie jak we władzach miejskich, choć socjaldemokracja nie ma tu pełnego monopolu.

Tabela 1

Ogólna charakterystyka Wiednia	
Liczba mieszkańców (styczeń 2011)	**1 714 142**
Długość sieci drogowej (2009)	2 800 km w tym: 51 km autostrad i dróg ekspresowych 216 km ulic głównych
Strefy uspokojonego ruchu (2009)	Strefy „tempo 30": ok. 1333 km (52,7% sieci ulicznej pozostającej w zarządzie gminy) Strefy zamieszkania: 31 km (1,2%) Strefy ruchu pieszego z dopuszczonym ruchem rowerowym o łącznej powierzchni 206 062 m^2
Infrastruktura rowerowa w liczbach (2009)	1153 km infrastruktury przyjaznej rowerzystom w tym: – 242 km wydzielonych fizycznie dróg dla rowerów lub dróg dla pieszych i rowerzystów, – 207 km pasów rowerowych lub kontrapasów wydzielonych za pomocą oznakowania, – ok. 12 km pasów autobusowych z dopuszczonym ruchem rowerowym.
Modal split (2009)	transport publiczny: 35% samochód – kierowcy: 24% samochód – pasażerowie: 8% rower: 6% ruch pieszy: 27%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Magistratu Miasta Wiednia (Magistrat der Stadt Wien.)

Infrastruktura rowerowa dedykowana

Wiedeń w rankingu zrównoważonego rozwoju miast opracowanego w ramach badań sponsorowanych przez spółkę Siemens AG w 2009 roku [5] pod względem jakości infrastruktury zajął pierwsze miejsce, ex aequo z Monachium, wyprzedzając tym samym Amsterdam, Zurych czy Berlin. W zbiorczej ocenie zrównoważonej mobilności – obejmującej 46 miast na świecie – stolica Austrii uplasowała się na trzeciej pozycji, ustępując tylko Zurychowi i Monachium.

W Wiedniu wyróżnić można dwie podstawowe kategorie dróg rowerowych. Trasy rowerowe główne oraz trasy rowerowe uzupełniające. Podział ten nie do końca odzwierciedla podział funkcjonalny, jednak ma swoje uzasadnienie

[1] Dr, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej UAM w Poznaniu, stypendysta Fundacji Alexandra von Humboldta w Instytucie Mobilności i Transportu Politechniki w Kaiserslautern, michal.beim@imove–kl.de

administracyjne. Magistrat miejski zarządza głównymi, natomiast władze dzielnicowe pozostałymi ulicami. Również w gestii magistratu pozostaje infrastruktura rowerowa realizowana na miejskich terenach zielonych, np. wzdłuż Dunaju. Na trasy rowerowe składają się wydzielone drogi rowerowe, pasy rowerowe oraz drogi dla pieszych i rowerzystów.

W sieci tras rowerowych wyróżniono natomiast trasy podstawowe zapewniające najwyższy standard i łączące centrum z dzielnicami mieszkaniowymi i przemysłowymi oraz dzielnice pomiędzy sobą. W zdecydowanej większości podstawowe trasy rowerowe biegną przez ulice będące w zarządzie magistratu, choć nie jest to regułą. Władze miasta, mając na celu czytelność systemu, wprowadziły nazwy tras rowerowych należących do podstawowej sieci, np. „Citydurchfahrt", „EuroVelo 9", „Weintalradweg".

Swoistym novum w zarządzaniu infrastrukturą rowerową jest informowanie rowerzystów na bieżąco o stanie odśnieżania dróg rowerowych. Władze miasta wyznaczyły kategorię najważniejszych dróg rowerowych, które należy odśnieżać w pierwszej kolejności. Kategoria ta obejmuje głównie drogi rowerowe zapewniające najszybszy przejazd w najważniejszych kierunkach. Są to trasy łączące dzielnice mieszkaniowe z centrum oraz umożliwiające przemieszczanie się pomiędzy dzielnicami. Magistrat udostępnił w Internecie specjalną mapę z informacją o harmonogramie odśnieżania, a także uruchomił infolinię, pod którą można uzyskać informacje o stanie odśnieżania, dowiedzieć się o alternatywnych trasach przejazdu oraz zgłaszać uwagi odnośnie stanu utrzymania wiedeńskich dróg rowerowych.

Niewidzialna infrastruktura rowerowa

Pod pojęciem niewidzialnej infrastruktury rowerowej należy rozumieć takie działania w zakresie organizacji ruchu, które nie są adresowane bezpośrednio do rowerzystów, jednak walnie przyczyniają się do poprawy warunków jazdy rowerem. Pod tym pojęciem wymienia się szeroką gamę działań na rzecz uspokajania ruchu samochodowego i ograniczania jego natężenia. Należą do nich przede wszystkim strefy uspokojonego ruchu (np. „tempo 30", strefy zamieszkania), innowacyjne rozwiązania w zakresie kształtowania przestrzeni ulicznych (np. *shared space*) czy obszary ograniczonej dostępności dla samochodów (por. [4]).

Prawo austriackie w bardzo specyficzny sposób definiuje strefy zamieszkania (por. [1]). W przeciwieństwie do rozwiązań prawnych przyjętych w innych państwach, zabrania się wjazdu do stref zamieszkania „osobom postronnym", tj. innym użytkownikom samochodów niż mieszkańcy i goście osób mieszkających w budynkach położonych przy ulicach strefy i klienci sklepów zlokalizowanych w obszarze strefy. Celem jest nie tylko uspokojenie ruchu, ale również ograniczenie tranzytu. Zwolnionym z zakazu wjazdu jest jedynie tranzytowy ruch rowerowy. Austriackie strefy zamieszkania są więc jeszcze bardziej przyjazne dla rowerzystów niż w innych państwach europejskich.

We Wiedniu strefy uspokojonego ruchu w 2009 roku obejmowały 1364 kilometrów – tj. 53,9% długości sieci ulicznej będącej w gestii władz miejskich (w tym dzielnicowych). Dominującym sposobem uspokajania ruchu były strefy „tempo 30" (52,7%). Strefy zamieszkania obejmowały tylko 31 kilometrów (1,2%) sieci ulicznej stolicy Austrii. Docelowo władze miejskie planują objąć strefowym uspokojeniem ruchu, zwłaszcza strefami „tempo 30", wszystkie ulice zlokalizowane na terenach osiedli, a nie będące głównymi ulicami. Stanowić to będzie około 75% długości sieci ulicznej Wiednia.

„Niewidzialna infrastruktura rowerowa" znajduje swoje odzwierciedlenie również na oficjalnych mapach rowerowych miasta. Mapy (np. „fahr_rad_in_wien 2010") mają zaznaczone na ważniejszych kierunkach zalecane trasy przejazdu rowerem w przypadku braku dedykowanej infrastruktury rowerowej.

Parkowanie rowerów

W ostatnich dwóch latach szczególnego znaczenia w rozwoju infrastruktury rowerowej nabrała kwestia parkingów „Bike&Ride". Liczba miejsc postojowych przy stacjach metra (U-Bahn), szybkiej kolei miejskiej (S-Bahn) i przy ważniejszych przystankach przesiadkowych na sieci tramwajowej oraz autobusowej wzrosła w latach 2009–2010 o ponad 10 tys. miejsc (zainstalowano 5 tys. stojaków typu Sheffield umożliwiających przypięcie ramy i kół roweru). Obecnie do dyspozycji rowerzystów jest ponad 20 tys. miejsc parkingowych zlokalizowanych w przestrzeni publicznej. Działania te właściwie podwoiły liczbę miejsc postojowych. Realizacja stojaków finansowana była przez władze miejskie i odbywała się w bardzo dobrej współpracy z przewoźnikiem – Wiener Linien – oraz organizacjami rowerowymi. Wybór miejsc wynikał z szacunków wykorzystania dotychczasowych stojaków rowerowych, dokonywanych przez obserwację, przyjmowanie wniosków od użytkowników, przewoźnika i organizacji społecznych. W razie potrzeby system będzie rozbudowywany.

Władze miasta nie poprzestają tylko na realizacji „Park&Ride" na przystankach lokalnego transportu publicznego. Na najbliższe cztery lata planowana jest ofensywa dworcowa polegająca na budowie dwóch stacji rowerowych na dwóch najważniejszych dworcach stolicy. W latach 2011–2012 na dworcu zachodnim (Wien Westbahnhof) wybudowana zostanie stacja rowerowa na blisko 500 rowerów, natomiast na rok 2013 planowana jest budowa stacji rowerowej przy dworcu głównym (Wien Hauptbahnhof) na ponad 1000 jednośladów. Założenie obu inwestycji jest takie, że parkingi będą prowadzone przez podmiot prywatny, który, uzyskując wpływy z opłat za parkowanie i najmu powierzchni, będzie pokrywał koszty utrzymania systemu.

Równolegle do parkingów „Bike&Ride" lokowane są w miarę możliwości i potrzeb stojaki rowerowe na obszarze całego miasta. Powstają one zarówno na koszt magistratu, jak i dzielnic. Realizacja następuje zarówno na wniosek strony społecznej (organizacje rowerowe, kupcy, mieszkańcy), jak i jest wynikiem działań własnych magistratu.

Służby miejskie starają się utrzymywać porządek na publicznych parkingach rowerowych poprzez systematyczne usuwanie zniszczonych, nieużywanych rowerów. Rowery takie są odpowiednio oznakowywane kartką z informacją, iż pojazdy w ciągu dwóch tygodni zostaną usunięte, jeśli właściciele nie poprawią stanu technicznego lub nie usuną ich z parkingu. Celem tej akcji jest nie tylko dbałość o estetykę miasta czy o jak najlepsze wykorzystanie ograniczonej liczby miejsc parkingowych w mieście, ale uniknięcie wrażenia, iż pozostawienie roweru na miejskim parkingu może przynieść przykre efekty w postaci zniszczenia lub utraty pojazdu.

Bardzo ważnym elementem kształtowania zachowań transportowych są wymogi odnośnie minimalnej liczby miejsc parkingowych, jaka musi zostać zrealizowana wraz z nową inwestycją. W austriackiej stolicy w przepisach budowlanych przestrzega się, aby na każdego ucznia szkoła posiadała od 0,3 do 0,7 miejsca parkingowego (wielkość uzależniona od rodzaju szkoły), jedno miejsce parkingowe musi przypadać na każde 30 m^2 powierzchni mieszkalnej. W przypadku biur wymaga się, aby było 0,3 miejsca parkingowego na każde miejsce pracy, w przypadku obiektów handlowych 1 miejsce na każde 25–80 m^2 powierzchni sprzedaży (w zależności od rodzaju sklepu) oraz 0,5 miejsca postojowego na każde miejsce sal sportowych, pływalni czy centrów rekreacji.

Rowery publiczne

Wiedeń od 2003 roku posiada system rowerów publicznych nazywany „Citybike Wien" (fot. 1). System ten różni się od swoich odpowiedników w wielu europejskich metropoliach tym, że był rozbudowywany bardzo powoli. W momencie otwarcia istniało tylko 12 stacji, na których ulokowanych było 214 rowerów. Rok później użytkownicy systemu mieli do dyspozycji 747 jednośladów zlokalizowanych w 41 stacjach. Kolejne lata, do 2008 roku, system wzbogacał się o kilka stacji rocznie. Przyspieszenie nastąpiło w ostatnich latach i w 2010 roku system osiągnął liczbę 80 stacji, jednak było to nieco mniej, niż przewidywały plany rozwoju. Zakładały one, że finalną wielkość system osiągnie w 2009, składając się z 85 stacji, na których rowerzyści będą mieli do dyspozycji łącznie 2 tys. rowerów.

Fot. 1. Stacja rowerów publicznych, fot. Michał Beim

Cena rowerów publicznych jest wyjątkowo korzystna. Rejestracja wiążąca się z wydaniem karty kosztuje jednorazowo 1 EUR. Pierwsza godzina jest bezpłatna, druga godzina kosztuje 1 EUR, trzecia 2 EUR, czwarta i każda następna 4 EUR. Opłaty naliczane są za każdą rozpoczętą godzinę. Przy rejestracji należy wykazać się kontem w austriackich instytucjach finansowych lub kartą kredytową. Turyści jednak mogą skorzystać z uproszczonej formy rejestracji, która nie wymaga posiadania karty kredytowej i za opłatą 2 EUR za każdy dzień przystąpić do systemu. W tym celu muszą zarejestrować się w którymś z biur informacji turystycznej lub w recepcjach większości hoteli.

System rowerów publicznych cieszy się dużym zainteresowaniem ze strony użytkowników, którzy przekazują cenne sugestie i inicjatywy na rzecz usprawnienia działania. Operator systemu, spółka Gewista specjalizująca się w reklamie zewnętrznej, bardzo chętnie wychodzi naprzeciw tym pomysłom. Jednym z ostatnich przykładów współpracy jest m.in. realizacja aplikacji na iPhone'a, która umożliwia szybką orientację, gdzie znajdują się najbliższe stacje rowerowe, i czy w nich jest możliwość wypożyczania lub oddania rowerów.

Infrastruktura turystyki rowerowej

Priorytetem rozwoju turystyki rowerowej na obszarze Wiednia jest poprawa warunków jazdy na dwóch szlakach EuroVelo – 6 (tzw. szlak rzek) i 9 (tzw. szlak bursztynowy). Odbywa się to z wykorzystaniem środków finansowych miasta. Miasto w tym przypadku nie starało się o wsparcie ze strony funduszy unijnych. Główny ciężar promocji turystyki rowerowej przypada na kraj związkowy Dolna Austria, który otacza Wiedeń. W sąsiednim landzie, reklamującym się hasłem RADland (niem. *rad* – rower, *land* – kraj), czeka na rowerzystów ponad 4 tys. kilometrów turystycznych szlaków rowerowych, w dużej mierze biegnących drogami rowerowymi, drogami dla pieszych i rowerzystów, inną infrastrukturą drogową pozbawioną ruchu samochodowego lub z mocno ograniczonym ruchem samochodowym.

Trasy rowerowe rekreacyjne i turystyczne na terenach miejskich (niezależnie od formy prawnej dopuszczenia ruchu) stanowią łącznie sieć liczącą około 300 kilometrów.

Bezpieczeństwo ruchu rowerowego

W 2009 roku doszło w stolicy Austrii do 4677 wypadków, w wyniku których nastąpiły obrażenia ciała lub zgony ich uczestników. Łącznie poszkodowanych było 5982 osób. Rowerzyści stanowili 9,2% ofiar wypadków (553 osoby). Spośród użytkowników rowerów, którzy ponieśli obrażenia ciała 30% stanowiły kobiety. Spośród 32 osób, które zginęły w 2009 roku w wypadkach na wiedeńskich ulicach, był tylko jeden rowerzysta [6].

Liczba wypadków ogólnie, jak i z udziałem rowerzystów, w ostatniej połowie dekady systematycznie spada. Wiedeń należy w Austrii do krajów związkowych o najmniejszej liczbie wypadków, w których są ranni lub zabici, w przeliczeniu na liczbę mieszkańców. W 2009 było to 27,2 wypadków na 10 tys. mieszkańców, podczas gdy średnia dla całego państwa wynosi 51,0 [6].

Dokumenty strategiczne

Działania na rzecz infrastruktury rowerowej rozpatrywane są szerzej – w kontekście zrównoważonego rozwoju całego miasta. Wiedeń stawia sobie liczne cele odnośnie systemu transportowego. W 2003 roku władze miasta zatwierdziły Plan Rozwoju Transportu do 2020 (*Masterplan Verkehr Wien 2020*) [3]. Plan ten zawiera cele polityki transportowej Wiednia oraz opis działań, które mają zostać podjęte w celu osiągnięcia założonych celów oraz metody ewaluacji wdrażania polityki transportowej.

Najważniejszym celem jest poprawa podziału zadań transportowych. Do 2020 roku władze miasta chcą zwiększyć udział podróży dokonywanych transportem publicznym do 40% wszystkich podróży, a rowerem do 8%. Ruch pieszy powinien pozostać na obecnym poziomie, natomiast zmaleć ma udział podróży dokonywanych samochodem – do 25%.

Polityka transportowa stawia sobie szeroką paletę celów ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Przykładowo: wśród celów ekologicznych wymienia się m.in. obniżenie poziomu hałasu. Obszary, gdzie ma nastąpić redukcja hałasu przynajmniej do poziomu dopuszczalnych norm, muszą się zwiększyć tak, aby objąć przynajmniej dodatkową 1/5 ludności miasta. W przypadku emisji CO_2 ze źródeł mobilnych, miasto planowało na lata 2003–2010 redukcję o 5% rocznie. Wśród celów ekonomiczno-społecznych szczególną uwagę zwraca poprawa jakości ruchu pieszego na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną. Polegać ma ona na redukcji maksymalnego okresu oczekiwania pieszych na zielone światło do 40 sekund.

Polityka transportowa w zakresie ruchu rowerowego przewidywała minimalny poziom wydatków na infrastrukturę rowerową w pierwszych pięciu latach obowiązywania – miało być to minimum 30 milionów EUR rocznie. W praktyce, pomimo braku postanowień odnośnie budżetów po 2008 roku, na drogi rowerowe i inną dedykowaną infrastrukturę przeznacza się około 40 milionów EUR. Dokument szczególny nacisk kładzie na trzy kategorie działań: domknięcie istniejącego systemu dróg i pasów rowerowych, strefowe uspokajanie ruchu oraz rozwój systemu parkingów „Bike&Ride".

Standardy dróg rowerowych

Wiedeń nie posiada katalogu standardów infrastruktury rowerowej. Cały system projektowania bazuje na dobrej praktyce, przepisach prawa oraz wytycznych organizacji technicznych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że duży nacisk kładziony jest na etykę zawodową projektantów. Projektanci są świadomi faktu, iż oddanie projektu celowo źle przygotowanego, np. postulującego nawierzchnię z kostki brukowej, spowodowałoby uszczerbek na wizerunku i utratę zaufania. Wysoka kultura projektowa znacząco ułatwia późniejsze konsultacje społeczne.

Dominującą nawierzchnią dróg rowerowych jest nawierzchnia asfaltowa, z której wykonane są prawie wszystkie drogi rowerowe. Wyjątkami od tej reguły są jedynie niektóre drogi rowerowe na obszarach historycznych, gdzie nawierzchnią jest kostka kamienna oraz na terenach cennych przyrodniczo, gdzie dominuje nawierzchnia żwirowa ze specjalnych samoklinujących mieszanek żwirów.

Bardzo istotnym elementem całej infrastruktury transportowej Wiednia jest zapewnienie wygodnego przemieszczania się osobom z dysfunkcją ruchu oraz z dysfunkcją wzroku. Drogi dla rowerów różnicuje się od chodników przez stosowanie innej niwelety (fot. 2). W miejscach, gdzie to, np. ze względu na osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich byłoby niewskazane, istnieje bardzo czytelny system oddzielania przestrzeni dla pieszych od przestrzeni dla rowerzystów. Składa się na niego barwienie nawierzchni dróg rowerowych na czerwono za pomocą masy chemoutwardzalnej, oznakowania poziomego, sygnatur znaków pionowych wykonane jako oznakowanie poziome oraz system prowadnic dla osób niewidomych, tak aby mogły przekroczyć drogę rowerową w najbezpieczniejszym miejscu i udać się na część przeznaczoną dla pieszych (fot. 3). Alternatywnym rozwiązaniem w strefach, gdzie ryzyko konfliktu pomiędzy pieszymi a rowerzystami jest mniejsze, maluje się masą chemoutwardzalną tylko czerwone paski (około 20 centymetrów szerokości) tuż przy liniach rozgraniczających, po wewnętrznej stronie drogi rowerowej (fot. 4).

Fot. 2.
Drogi rowerowe we Wiedniu znajdują się poniżej niwelety chodnika. Jedynie na obszarze w pobliżu przejść dla pieszych drogi rowerowe realizowane są na tym samym poziomie co chodniki, jednak zazwyczaj pozostają oddzielone krawężnikiem wtopionym w asfalt, fot. Michał Beim

Fot.3. Oznakowanie drogi rowerowej przebiegającej w pobliżu miejsca uczęszczanego przez dużą liczbę pieszych, w tym osób niewidomych (przy wyjściu ze stacji metra). Rozróżnienie kolorystyki nawierzchni, duża liczba znaków oraz prowadnice dla niewidomych ułatwiają wszystkim użytkownikom przestrzeni poruszanie się, fot. Michał Beim

Fot. 4. Droga rowerowa jako czwarty wlot skrzyżowania. Droga rowerowa, ze względu na spływ wód deszczowych, tylko z jednej strony oddzielona jest od chodnika różnicą niwelety, a z drugiej strony (od strony jezdni) oddzielona jest tylko oznakowaniem poziomym oraz czerwonym paskiem z masy chemoutwardzalnej), fot. Michał Beim

Organizacje społeczne

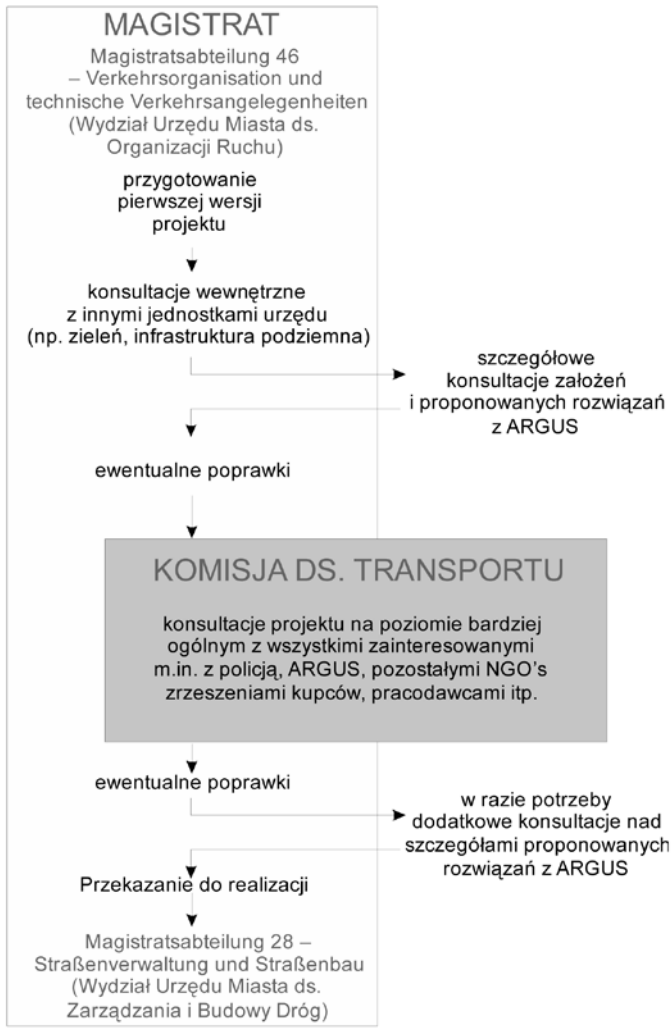
W Austrii, w przeciwieństwie np. do Niemiec, nie ma ogólnokrajowej organizacji rowerowej, która by zrzeszała wszystkie ruchy społeczne zajmujące się tą tematyką. Największą organizacją w Austrii, a równocześnie liderem we Wiedniu jest stowarzyszenie Argus, które powstało w 1979 roku. Organizacja Argus, której nazwa pochodzi od akronimu Arbeitsgemeinschaft umweltfreundlicher Stadtverkehr (pol. Grupa Robocza na rzecz Transportu Przyjaznego Środowisku), posługująca się obecnie hasłem „Argus – Die Radlobby" (pol. Argus – lobby rowerowe), jest głównym partnerem w konsultacjach społecznych projektów infrastruktury rowerowej. Argus aktywnie uczestniczy w pracach nad rozwojem infrastruktury rowerowej, zarówno w sferze polityki transportowej, jak i w sferze opiniowania poszczególnych rozwiązań technicznych czy projektów drogowych.

Drugą najistotniejszą organizacją działającą na rzecz rozwoju infrastruktury rowerowej we Wiedniu jest Verkehrsclub Österreich (VCÖ; pol. Klub Transportowy Austrii). Jest to organizacja stawiająca sobie za cel wspieranie wszystkich przyjaznych środowisku form przemieszczania się: transportu publicznego, ruchu pieszego i rowerowego oraz działająca na rzecz optymalnego wykorzystania samochodów dzięki rozwojowi systemu *car sharing* (współdzielenie samochodów przez zarejestrowanych członków stowarzyszenia). Działania VCÖ koncentrują się nieco bardziej na sferze polityki transportowej niż szczegółowych rozwiązaniach technicznych, opiniowaniu projektów itp. VCÖ wspiera działania na rzecz ruchu rowerowego, jednak nie uczestniczy w fazach technicznych opiniowania projektów infrastruktury rowerowej. Należy nadmienić, iż VCÖ jest siostrzaną organizacją niemieckiego VCD oraz szwajcarskiego VCS i podejmuje wiele działań na rzecz współpracy transgranicznej, również w zakresie ruchu rowerowego.

Konsultacje społeczne

Konsultacje społeczne projektów prowadzone są przez wydział urzędu miasta ds. organizacji ruchu nr 46 (Magistratsabteilung 46 – Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten). Ten wydział przygotowuje wszelkie projekty związane z infrastrukturą drogową i przekazuje je do realizacji wydziałowi ds. zarządzania i budowy dróg nr 28.

Proces planowania infrastruktury rowerowej przebiega generalnie dwuetapowo (por. rys. 1). W pierwszym etapie, podczas którego omawia się projekt w szczegółach, zapadają rozstrzygnięcia techniczne w porozumieniu z innymi wydziałami urzędu oraz jednostkami organizacyjnymi czy miejskimi spółkami. Na tym etapie do konsultacji zaproszona jest główna organizacja rowerowa – Argus, która dysponuje zarówno wiedzą techniczną, jak i wiedzą o potrzebach środowiska rowerzystów. Tak przygotowany projekt trafia pod obrady specjalnej grupy roboczej ds. transportu. Posiedzenia odbywają się w magistracie regularnie raz w miesiącu i uczestniczą w nich nie tylko przedstawiciele miasta czy stowarzyszenia Argus, ale również miejski przewoźnik, policja, przedstawiciele kupców, pracodawców, związków zawodowych i przedstawiciele innych organizacji społecznych (np. VCÖ). Spotkania w swej formule są otwarte i dotyczą głównie zagadnień o nieco wyższym stopniu ogólności niż szczegóły techniczne projektu. W praktyce dyskusje dotyczą kwestii lokalizacji infrastruktury rowerowej, minimalizacji konfliktów pomiędzy różnymi użytkownikami dróg, zwłaszcza w kwestii parkowania.



Rys.1. Droga konsultacji społecznych projektów infrastruktury rowerowej w Wiedniu
Źródło: opracowanie własne na podstawie informacji z Magistratu Miasta Wiednia

Spotkania techniczne pomiędzy magistratem a stowarzyszeniem Argus odbywają się natomiast w przypadku zaistnienia potrzeby, tj. w sytuacji, gdy projekt jest opracowywany itp. W sytuacjach szczególnych potrzeb odbywają się one nawet raz w tygodniu. Założeniem spotkań technicznych, w pierwszej fazie projektu, jest nieprzenoszenie detali technicznych na spotkania ogólne, co ma uczynić spotkania ogólne bardziej interesującymi i łatwiejszymi do zrozumienia dla laików.

Projekt, który zostanie zaakceptowany na spotkaniu komisji ds. transportu, przekazywany jest do realizacji. W sytuacji, gdyby doszło do większych zmian w projekcie zaakceptowanym przez komisję, detale techniczne jeszcze raz omawia się ze stowarzyszeniem Argus i po wprowadzeniu ewentualnych poprawek przekazuje się do realizacji wydziałowi nr 28.

Należy przy okazji nadmienić, że w Wiedniu każdy z wydziałów magistratu posługuje się numerem, co ma ułatwić osobom postronnym orientację w strukturze, nawet w sytuacji, gdyby nazwy poszczególnych wydziałów zostały pozmieniane. Przy czym wydziały pogrupowane są w osiem zespołów roboczych, zajmujących się szerszymi zagadnieniami, co ma ułatwić obieg informacji i współpracę w obrębie urzędu. MA 46 należy do grupy roboczej ds. rozwoju miasta, transportu, ochrony klimatu, zarządzania energią i partycypacji społecznej (GGR Stadtentwicklung, Verkehr, Klimaschutz, Energieplanung und BürgerInnenbeteiligung). Należy podkreślić, że właśnie kwestie uczestnictwa społecznego przyporządkowano do grupy roboczej zajmującej się sprawami infrastruktury, planowania przestrzennego i ochrony klimatu, uwypuklając tym samym szczególną potrzebę zaangażowania mieszkańców akurat w tych dziedzinach, choć konsultacje odbywają się również przy okazji prac innych grup roboczych, np. ds. ochrony środowiska, edukacji czy kultury i nauki.

Konsultacje społeczne projektów odbywają się od blisko ćwierć wieku i przebiegają w atmosferze wzajemnego zrozumienia. Miasto nie chce wykazywać swojej wyższości nad stroną społeczną. Zachowuje się bardziej jak sprzedawca pytający się klienta o jego preferencje wobec produktu. Władze miejskie są świadome, że nie można zrobić infrastruktury rowerowej wbrew samym zainteresowanym, gdyż to trochę jakby produkować produkt, na który nie będzie zbytu.

Nieco inaczej wyglądają konsultacje społeczne dokumentów strategicznych. Odbywają się one zawsze w szerokim gronie i są otwarte dla wszystkich zainteresowanych stron.

Konsultacje prowadzone przez magistrat dotyczą tylko i wyłącznie infrastruktury rowerowej zlokalizowanej na drogach będących w bezpośrednim zarządzie. Za drogi rowerowe lokalne odpowiadają zarządy dzielnic. One prowadzą konsultacje na własną rękę, zazwyczaj korzystając z procedury ogólnomiejskiej.

Komunikacja społeczna

Ważnym elementem polityki transportowej we Wiedniu jest nie tylko partycypacja zainteresowanych grup w powstawaniu infrastruktury rowerowej, ale również komunikacja społeczna do szerokich kręgów odbiorców, nie tylko dotychczasowych użytkowników rowerów. Komunikacja odbywa się w stosunkowo niekonwencjonalny sposób. Klasycznymi formami są m.in. serwis poświęcony poruszaniu się rowerem po mieście, który jest częścią szerszego serwisu transportowego na oficjalnych stronach miasta, czy drukowane przewodniki dla rowerzystów, które są zbiorem cennych wskazówek, począwszy od poruszania się rowerem po mieście, skończywszy na szczegółowych informacjach o sklepach rowerowych czy poradach odnośnie konserwacji jednośladów, lub też mapy infrastruktury rowerowej. Na oficjalnej interaktywnej mapie internetowej miasta zaznaczone zostały drogi rowerowe oraz publiczne parkingi rowerowe.

Niekonwencjonalnym rozwiązaniem jest już druk ulotek informacyjnych poświęconych nowym inwestycjom w zakresie infrastruktury rowerowej. Dotyczą one poszczególnych ulic i są kolportowane głównie wśród mieszkańców. Omawiają one przebieg infrastruktury rowerowej, zasady korzystania (kładąc nacisk na objaśnienie nowych rozwiązań technicznych takich jak kontrapasy) oraz zawierają informacje o roli nowo powstałej infrastruktury rowerowej w całym systemie rowerowym miasta. Na dołączonej mapie można wyczytać o potencjalnych celach podróży zlokalizowanych przy nowej drodze rowerowej, takich jak ważniejsze punkty handlowe, kościoły, muzea, parkingi „Bike&Ride". Ponadto coroczne zestawienie planów inwestycyjnych w zakresie dedykowanej infrastruktury rowerowej publikowane jest również na stronach internetowych miasta.

Do niestandardowych rozwiązań należą również reklamy umieszczane na grupach stojaków rowerowych typu Sheffield – coraz częściej pojawiają się na skrajnych stojakach plansze zachęcające do korzystania z rowerów. W kampaniach promocyjnych odwołuje się również do naukowców specjalizujących się w zagadnieniach transportowych czy zrównoważonego rozwoju miast. Na plakatach wystąpił już m.in. profesor Heiner Monheim z Uniwersytetu w Trewirze (fot. 5).

Miasto w ramach projektu ITS Vienna Region (Inteligentny System Transportowy w Aglomeracji Wiedeńskiej) udostępnia internetowy planer podróży (www.anachb.at), którego jedną z opcji jest przemieszczanie się rowerem. Rowerzysta może wybrać jedną z opcji, preferując trasę:

- najszybszą,
- najbardziej atrakcyjną,
- biegnącą w największej mierze drogami rowerowymi,
- biegnącą dedykowaną i niewidzialną infrastrukturą rowerową,
- omijającą wzniesienia.

Fot. 5. Stojaki rowerowe z tablicą reklamową akcji „Ty dla Wiednia, Wiedeń dla Ciebie" poświęconej promocji ruchu rowerowego, fot. Michał Beim

Ponadto, planując podróż, można wybrać jedną z opcji: cały czas własnym rowerem, wykorzystanie rowerów publicznych czy też skorzystanie z możliwości pozostawienia roweru na parkingu „Bike&Ride". Za każdym razem rowerzysta może podać prędkość, z jaką będzie się poruszał (w przedziale od 10 km/h do 25 km/h). Umożliwia to na oszacowanie czasu potrzebnego na pokonanie drogi.

Współpraca naukowa

Choć Wiedeń nie uczestniczy w żadnym europejskim programie badawczym poświęconym zagadnieniom planowania infrastruktury rowerowej czy promocji ruchu rowerowego, miasto wykazuje się stałą współpracą naukową z lokalnymi uczelniami. Bardzo ciekawą formą tej współpracy jest publikacja zagadnień, które wymagałyby pogłębionej analizy badawczej. Studenci czy doktoranci mogą więc skorzystać z puli gotowych problemów badawczych, których rozwiązanie może szybko przełożyć się na praktykę. Miasto ze swojej strony wspiera badania organizacyjnie i merytorycznie. W ostatnich latach szczególny nacisk kładziony jest na zagadnienia związane z relacjami pomiędzy ruchem pieszym a rowerowym.

Podsumowanie

Wiedeń niewątpliwie ma swój unikalny sposób rozwoju infrastruktury rowerowej. W przeciwieństwie do wielu innych miast, bazuje on w znacznie większym stopniu na kapitale społecznym niż na przepisach prawa. Wiara w rzetelność i etykę projektantów oraz zaangażowanie organizacji rowerowych przy tworzeniu projektów wydają się przynosić podobne efekty, co w innych miastach prawnie wiążące standardy infrastruktury rowerowej.

Przykład stolicy Austrii pokazuje jeszcze jedną ważną rzecz, iż ruch rowerowy może odgrywać bardzo istotne znaczenie w miastach liczących blisko dwa miliony mieszkańców. Z wiedeńskiej lekcji płyną także inne bardzo ważne wnioski. Miasto traktuje ruch rowerowy jako element zintegrowanego systemu transportowego, który wpisuje się w konkretne cele ekologiczne i klimatyczne [2]. Władze miejskie – projektując jakąkolwiek infrastrukturę, nie tylko dedykowaną rowerzystom, ale również drogową, transportu publicznego czy dla ruchu pieszego – zwracają szczególną uwagę na innych użytkowników dróg, w szczególności na osoby niepełnosprawne, a także na estetykę proponowanych rozwiązań tak, aby nie zniszczyć unikalnego charakteru miasta.

Literatura

1. Beim M., *Doświadczenia krajów niemieckojęzycznych w zakresie strefowego uspokajania ruchu,* „Transport Miejski i Regionalny", 2011, nr 4.
2. Fohler-Norek Ch., Steiner M., *„Mobilität und Stadtstruktur" im neuen Klimaschutzprogramm der Stadt Wien*, SIR-Mitteilungen und Berichte 34/2009–2010 – Klimawandel und Raumentwicklung, 2009.
3. *Masterplan Verkehr Wien 2020*. MA 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung Magistrat der Stadt Wien, Wiedeń 2003.
4. Sully A., *Invisible Infrastructure, Advantage and Accessibility: What's good for everyone is good for cycling,* Referat wygłoszony podczas konferencji Velo-City 2005 – „Delivering the vision", 31.05–03.06.2005 w Dublinie.
5. *Sustainable Urban Infrastructure Vienna Edition – Role Model for Complete Mobility*, Siemens AG, Erlangen 2009.
6. *Verkehr in Österreich Verkehrsunfallstatistik 2009*, Reihe Verkehr in Österreich Heft 42. Kuratorium für Verkehrssicherheit, Wiedeń 2010.

Dokończenie tekstu ze strony 15

Wzrost przewozów osób i zwiększająca się nieustannie liczba samochodów powodująca narastanie (w poszczególnych krajach w różnym stopniu) zjawiska kongestii powoduje, że infrastruktura transportu drogowego jest rozwijana wszędzie (zarówno w krajach o niewielkiej, jak i bardzo rozległym obszarze, pomimo że w państwach o dużej powierzchni powinno się rozwijać inne – bardziej ekonomiczne w eksploatacji na dłuższych odległościach – gałęzie transportu). Do budowy sieci drogowej rządy przywiązują szczególną uwagę, osiągając w tym zakresie konsekwentnie pożądane efekty;

b) biorąc pod uwagę infrastrukturę kolejową – najdłuższą siecią kolejową dysponują Stany Zjednoczone, a niewiele mniejszą Unia Europejska. Pod względem długości różnica między nimi jest niewielka, uwzględniając jednak znacznie większy obszar Stanów Zjednoczonych trzeba stwierdzić, że w Europie jest większa dostępność do sieci kolejowej (różnice w długości nie uwzględniają jednak tego, że w wielu przypadkach infrastruktura liniowa europejskich kolei jest niespójna, przez co faktyczne możliwości jej użytkowania są dużo mniejsze). W Unii Europejskiej zauważalne są dwie tendencje. Z jednej strony można mówić o procesie „specjalizacji" infrastruktury, np. we Francji dostosowanie jej do kolei wysokich prędkości; a z drugiej – charakterystyczny dla krajów wspólnoty (w tym Polski) jest proces kurczenia się długości linii kolejowych. Druga z powyższych tendencji zauważalna jest także w Stanach Zjednoczonych.

Literatura

1. Bahke E., *Systemy transportowe dziś i jutro*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1977.
2. *Energy & Transport in Figures*, Statistics Pocket Book 2010, European – General for Energy and Transport.
3. Hawlena J., *Determinanty kształtowania cen usług transportowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2004.
4. Kasza W., *Samolot transportowy – 26* w: „Typy broni i uzbrojenia", 1983, nr 89, Wydawnictwo MON.
5. Liwiński J., *Długoterminowe prognozy światowego rynku transportu lotniczego*, „Przegląd Komunikacyjny", 2005, nr 3.
6. Mindur M., *Transport w erze globalizacji gospodarki*, ITE–PIB Warszawa–Radom 2010.
7. North America Transportation Statistic Database 2010.
8. *Technologie transportowe XXI wieku*, red. L. Mindur, ITE, Warszawa–Radom 2008.
9. *World Factbook 2009*, CIA.
10. http://www.census.gov
11. http://www.stat-usa.gov

Sabina Osiczko-Gorgoń[1]
Waldemar Parkitny[2]

ANALIZA PRZEJAZDÓW BEZ BILETÓW PASAŻERÓW MPK SA W KRAKOWIE

W artykule przedstawiono wyniki badań przejazdów bez biletów przeprowadzonych wśród kontrolerów biletów komunikacji miejskiej i pasażerów MPK SA w Krakowie. Omówiono również dane przedstawiające liczbę łapówek wręczanych kontrolerom, w zamian za odstąpienie od wypisania mandatu za przejazd bez biletu oraz relacje kontroler biletów – pasażer.

Wprowadzenie

Zagadnienie przejazdów bez ważnych biletów w pojazdach komunikacji miejskiej, w sytuacji, gdy z jednej strony miejską komunikację zbiorową ze względów społecznych należy dotować, a z drugiej – samorządy miast mają problemy finansowe, zwłaszcza w warunkach trwającego od kilku lat kryzysu, nabiera coraz większego znaczenia. Instytucje odpowiedzialne za transport zbiorowy starają się takim praktykom zapobiegać. W warunkach polskich dwa najpopularniejsze sposoby to:

- kontrola biletów przez osoby kierujące pojazdami, najczęściej przy wejściu do pojazdu,
- kontrola w czasie przejazdu pojazdami komunikacji zbiorowej, wykonywana przez kontrolerów biletów.

Pierwszy sposób, stosowany m.in. przez niektórych przewoźników na Śląsku, który prawdopodobnie zwiększa liczbę przejazdów na podstawie ważnych biletów, w praktyce – zwłaszcza w dużych miastach – wprowadza chaos. O ile rozwiązanie takie jest sensowne na liniach obsługiwanych przez busy, kursujących na obszarach wiejskich lub podmiejskich, gdzie jest mała liczba podróżnych, odległości duże, przystanki położone są rzadko, a kierowca sprzedaje lub sprawdza bilety osób wsiadających, o tyle metoda ta ma wątpliwe walory w przypadku dużych miast. Na podstawie obserwacji można stwierdzić, że sprawdzanie biletów przez kierowców w czasie wsiadania podróżnych do pojazdu powoduje:

- dłuższy czas oczekiwania na przystankach, spowodowany nie tylko kontrolą biletów wszystkich wsiadających, ale również mniejszą przepustowością drzwi – często można zauważyć, że otwarte dla wsiadających są tylko drzwi przednie, a pozostałe bywają otwierane dla wysiadających, ale dopiero po wpuszczeniu nowych podróżnych;
- większy tłok w autobusie spowodowany koniecznością przemieszczania się do otwartych drzwi, nie zawsze najbliższych;
- zwiększenie czasu przejazdu – może to skutkować niechęcią do przejazdów środkami komunikacji zbiorowej, a co za tym idzie, jeszcze większym zainteresowaniem przejazdami samochodami osobowymi;
- opóźnienia;
- zamieszanie wśród pasażerów – nie wszyscy przewoźnicy realizujący przejazdy na określonych liniach w ramach danego miasta, taką metodę stosują, a z kolei niektórzy kierowcy przewoźników, którzy przyjęli to rozwiązanie, nie stosują się do zaleceń;
- większe zatłoczenie na drogach, zwłaszcza w miejscach, gdzie nie ma zatok dla autobusów komunikacji miejskiej i gdzie pozostali użytkownicy dróg, jadący za autobusami, zmuszeni są do oczekiwania na odjazd autobusu;
- rozwiązanie to często jest nieskuteczne – kierowcy niejednokrotnie z dużej odległości i przy słabym oświetleniu nie są w stanie sprawdzić daty ważności biletu okresowego albo wyegzekwować skasowania biletów jednorazowych od osób, które z takich biletów korzystają i przeszły w głąb pojazdu.

Można przypuszczać, że m.in. z tych powodów bardziej popularniejszym sposobem jest kontrola biletów w czasie jazdy.

Opisane poniżej badania zostały wykonane w 2010 roku. Do analizy wybrano zachowania pasażerów i kontrolerów biletów komunikacji miejskiej w Krakowie, związane z jazdą bez biletów. Ze względu na to, że zdecydowaną większość przewozów wykonuje MPK SA, w badaniach oparto się o opinie kontrolerów i pasażerów korzystających z usług tego przewoźnika.

[1] Mgr inż., Pekaes SA, Oddział Kraków, sabina.osiczko@gmail.com

[2] Dr inż., Politechnika Krakowska, Zakład Organizacji i Ekonomiki Transportu, wpark@usk.pk.edu.pl

Przedstawione w artykule wyniki uzyskano, przeprowadzając badania metodą kwestionariuszy ankietowych [3].

Pierwszą z przebadanych grup stanowili pasażerowie miejskiej komunikacji zbiorowej. Badaniom poddano pasażerów na przystankach i podróżujących środkami komunikacji miejskiej. Po zebraniu rozdanych ankiet, w których część odpowiedzi nie była kompletna, a inne zawierały błędy lub sprzeczności, powodujące konieczność ich odrzucenia, przy wykonywaniu analizy wzięto pod uwagę 200 ankiet.

Druga z analizowanych grup to kontrolerzy biletów. Kontrolami biletów w pojazdach miejskiej komunikacji zbiorowej zajmują się trzy, wybrane w przetargu, firmy kontrolerskie. Przedsiębiorstwa te wykonują usługę kontroli biletów na zlecenie MPK SA Każda z firm mogła zatrudnić do 50 kontrolerów. W praktyce łączna liczba kontrolerów w ostatnich latach, zatrudnionych w tych trzech firmach zmieniała się, od 138 osób w 2003, poprzez 111 w 2008, do 140 osób w 2009. Ze względu na trudności z dotarciem do poszczególnych kontrolerów (kontrolerzy w wymienionych firmach zatrudnieni byli na umowę zlecenie, pracowali w terenie, rzadko bywali w siedzibach swoich firm, część z nich odmówiła odpowiedzi na pytania zawarte w kwestionariuszu ankietowym, występowała duża rotacja zatrudnionych osób), przeprowadzono badania na grupie 35 osób.

Rozpatrując kwestie dotyczące wiarygodności uzyskanych danych, należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

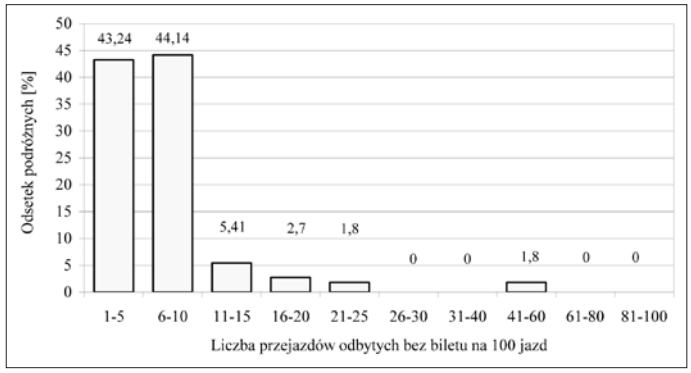
1. Analizowane zjawiska oparte były na deklaracjach, zarówno pasażerów, jak i kontrolerów komunikacji miejskiej, dotyczących m.in. tak delikatnych kwestii, jak uczciwość i rzetelność wykonywania zawodu. Wiarygodna odpowiedź na postawione pytania, zwłaszcza w przypadku kontrolerów, których mimo anonimowości ankiet można jednak próbować zidentyfikować, związana była z pewnym ryzykiem;
2. Zwiększając wielkość próby, można teoretycznie uzyskać większą dokładność przedstawionych wyników, jednakże prezentowane wyniki badań, przy próbach o podanej liczności, mogą już wskazywać na pewne tendencje, dotyczące opisywanych zjawisk.

Analiza przejazdów bez ważnego biletu

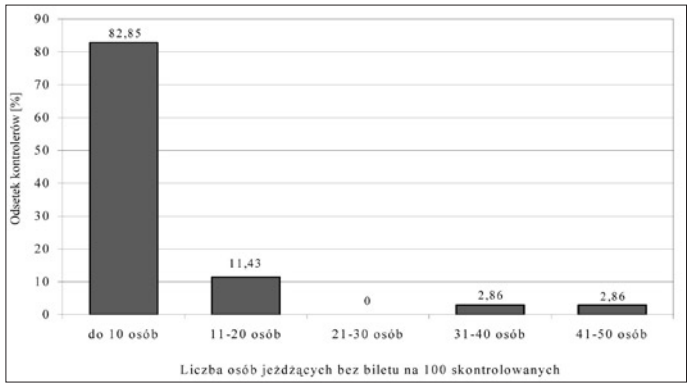
Przeprowadzone wśród podróżnych badania wskazały, że 44,14% osób przyznaje się, że na 100 przejazdów od 6 do 10 to takie, za które nie zapłacili. Podobna grupa osób, czyli 43,24%, deklaruje od 1 do 5 przejazdów bez biletu, na 100 przejazdów wykonanych (rys. 1).

Pytani o to samo kontrolerzy w 82,86% stwierdzili, że średnio na 100 skontrolowanych pasażerów do 10 osób jeździło bez biletów. Mniejsza grupa, 11,43% kontrolerów, podała, że takich osób jest od 11 do 20 spośród 100 podróżnych (rys. 2).

Na pytanie dotyczące częstotliwości przejazdów bez ważnego biletu 4,5% ankietowanych odpowiedziało, że zwykle jeździ bez ważnego biletu, ponieważ kontrole zdarzają się tak rzadko, że nie opłaca się kupować biletu. Prawie połowa badanych, czyli 48,5% stwierdziło, że jeździło bez biletów, ale przez przypadek, nie zrobiło tego celowo, 26% nie pamiętało takiej sytuacji, ale jej nie wykluczyło, a 21% zawsze jeździło z biletem jednorazowym lub okresowym.



Rys. 1. Odsetek przejazdów bez biletów na 100 jazd



Rys. 2. Średnia liczba osób jeżdżących bez biletu na 100 skontrolowanych (według kontrolerów)

Badania wykazały, że 56,6% z tych osób, które wskazały, że jeździły bez biletów, jednocześnie przyznało, że zostało ujętych przez kontrolera, ale spośród tych osób aż 58% stwierdziło, że przynajmniej raz udało się im uniknąć kary.

Dla porównania poniżej przedstawiono wyniki innych badań, które dotyczyły wielkości przejazdów bez biletów w wybranych miastach. Dane otrzymano na podstawie badań pasażerów.

Liczba przejazdów bez biletów w Krakowie, według badań z maja 2003, wyniosła 4,1%. Badania w Łodzi, w listopadzie i grudniu 2003 roku, dały wynik 8%. W obu przypadkach przeprowadzono je metodą ankietową na próbie 30 tys. pasażerów (w dniu roboczym). Błąd obliczeń nie przekraczał 2%. [6]

Inne wyniki uzyskano w 2005 roku. W przypadku przejazdów bez biletów w Lublinie otrzymano wynik 2,9%, w Łodzi 7,3%, a w Szczecinie 6,6%. Próba, na której wykonano badania w tych miastach, wynosiła około 20 tys. osób w dniu roboczym, a błąd obliczeń nie przekraczał 2%. Badania były przeprowadzone metodą wywiadów wśród pasażerów podróżujących w Lublinie autobusami miejskimi i trolejbusami, a w Łodzi i Szczecinie autobusami miejskimi i tramwajami. [2]

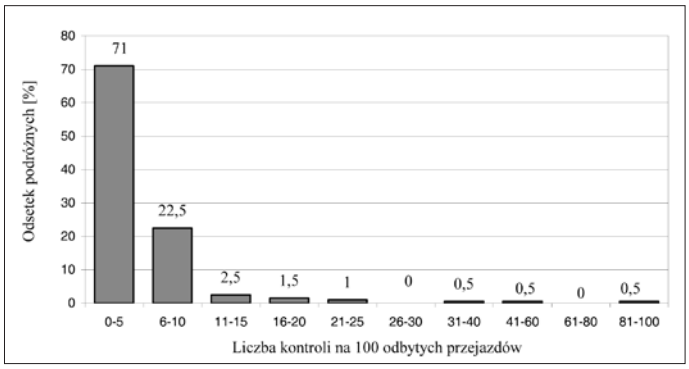
Przejazdy bez biletów w Gorzowie Wielkopolskim to około 1%–1,5% wszystkich przejazdów pasażerów, którzy korzystali z komunikacji miejskiej (pomiary z 1998), a w Lubinie 1,6% (badania z 2004). Metoda badań: wywiady przeprowadzone wśród pasażerów MZK Gorzów Wielkopolski oraz PKS Lubin. [6]

Z kolei badania wykonane w Tarnowie (2006 rok) dowiodły, że największy udział przejazdów bez ważnych biletów występował w niedziele (6,95%), nieco mniej w soboty (5,76%), a najmniej w dni robocze (3,83%). [1]

Najwyższy wskaźnik uzyskano w Nowym Targu – badania wykonane w 2008 roku wykazały, że duży, bo wynoszący aż 10,3% odsetek podróżnych Miejskiego Zakładu Komunikacji w Nowym Targu jeździ bez biletów. [5]

Na podstawie powyższych danych można zadać pytanie: Czy istotnie liczba kontroli jest na tyle mała, że podróżnym opłaca się jeździć bez biletów? Doświadczenia pasażerów są różne. Przytaczane w artykule badania ankietowe wykonane w Krakowie w 2010 roku wskazują, że 71% podróżnych na 100 odbytych przejazdów było kontrolowanych od 0 do 5 razy, 22,5% od 6 do 10 razy, ale 0,5% pasażerów przyznaje, że było kontrolowanych 81–100 razy, czyli prawie zawsze (rys. 3).

Pewnym wyjaśnieniem takiego stanu rzeczy może być sposób wykonywania kontroli. Zarówno podróżni, jak i sami kontrolerzy przyznają, że istnieją takie trasy, na których opłaca się dokonywać kontroli, ponieważ istnieje duża szansa „złapania" pasażerów bez biletów. Do takich tras należą m.in. krótkie odcinki w okolicach Dworca Głównego, okolice uczelni, akademików i centrów handlowych.



Rys. 3. Liczba kontroli w pojazdach komunikacji miejskiej na 100 odbytych przez pasażerów przejazdów

O wielkości zjawiska polegającego na przejazdach bez ważnych biletów może również świadczyć liczba wypisanych mandatów. W tabeli 1 przedstawiono liczbę wypisanych mandatów dla osób bez biletu, podróżujących pojazdami MPK SA w Krakowie.

Tabela 1

Liczba wezwań i wypisanych mandatów dla podróżnych MPK SA w Krakowie w poszczególnych latach

Rok	Liczba mandatów gotówkowych	Liczba wezwań	Liczba mandatów ogółem	Liczba kontrolerów
2003	4 710	72 550	77 260	138
2004	3 443	74 244	77 687	134
2005	3 251	70 005	73 256	122
2006	4 138	65 502	69 640	133
2007	2 769	53 882	56 651	123
2008	4 547	58 585	63 132	111
2009	7 952	77 252	85 204	140

Źródło: Osiczko S., *Określenie profili zawodowych kontrolerów biletów komunikacji miejskiej*

Analiza propozycji wręczenia łapówki kontrolerom biletów

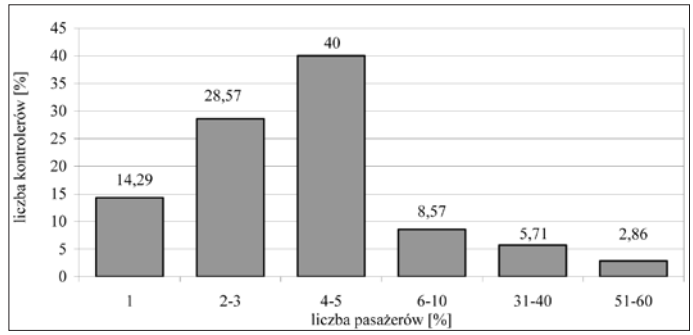
Oprócz problemu jazdy bez biletów oraz sposobu dokonywania kontroli osobnym zagadnieniem jest problem łapówkarstwa występującego wśród kontrolerów biletów. Mimo iż z założenia praca kontrolerów ma polegać na karaniu osób nieuczciwych, okradających nie tylko przewoźników, ale i współobywateli, niejednokrotnie zdarza się, że trafiają do tego zawodu osoby, które nie tylko przyjmują łapówki od osób nie uiszczających opłaty za przejazd, ale czasami wręcz same proponują takie rozwiązanie podróżnym. Zachowanie to wywołuje frustrację wśród osób posiadających bilety oraz demoralizację gapowiczów, zwiększa się też brak zaufania i szacunku dla tego zawodu.

Z przeprowadzonych badań wynika, że 40% kontrolerów twierdzi, iż średnio 4–5% podróżnych w zamian za zaniechanie wypisania mandatów proponuje łapówkę, prawie 29% twierdzi, że takich osób jest 2–3%, a prawie 3%, że jest ich aż 51–60% (rys. 4).

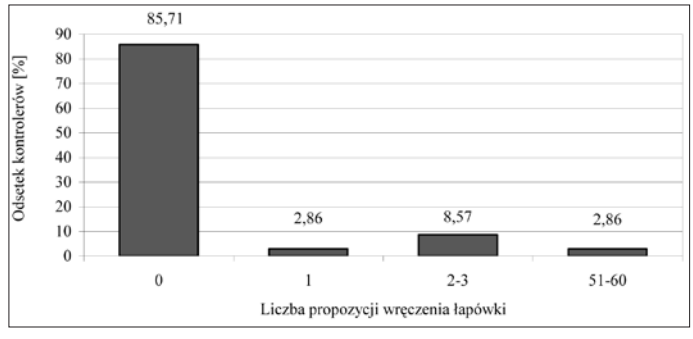
Jeżeli chodzi o propozycję przyjęcia łapówki składane przez kontrolerów, to prawie 86% z nich oświadczyło, że nigdy takiej propozycji nie składali podróżnym, prawie 9% kontrolerów podaje, że przyjęcie łapówki proponuje 2–3% „gapowiczów", a około 3%, że zdarza się im to w stosunku do około 51–60% pasażerów nie posiadających biletów (rys. 5).

Inaczej wygląda sytuacja rozpatrywana od strony osób jadących bez ważnych biletów i przyłapanych na tym wykroczeniu.

Osoby, które podróżowały pojazdami komunikacji zbiorowej bez ważnego biletu i zostały nakryte przez kontrolerów, aż w 35% przyznały, że kontroler zaproponował im przyjęcie łapówki w zamian za odstąpienie od wypisania mandatu.



Rys. 4. Liczba pasażerów, którzy proponują łapówkę kontrolerom w zamian za zaniechanie wypisania mandatu



Rys. 5. Deklaracje kontrolerów dotyczące zaproponowania pasażerom przyjęcia od nich łapówki w zamian za odstąpienie od wypisania mandatu za jazdę bez biletu

Do omawianego zagadnienia można również podejść z punktu widzenia obserwatora.

Na rysunku 6 przedstawiono wyniki badań dotyczące liczby osób, które były świadkami sytuacji, gdy kontroler lub pasażer proponował przyjęcie lub wręczenie łapówki w zamian za odstąpienie od wypisania mandatu za przejazd bez biletu. Wynika z niego, że sytuacja taka zdarza się niemal tak samo często kontrolerom (29%), jak pasażerom (33,65%).

Sami podróżni w 6% przyznają, że łapówka dla kontrolera jest ich zwykłą reakcją na groźbę mandatu, a w 7,5%, że sytuacja taka co prawda wystąpiła, ale była jednorazowa (rys. 7).

Wysokość wręczanych kontrolerom łapówek była różna. Najczęściej, bo aż w 37,93%, wynosiła ona 21–30 zł, 27,59% badanych twierdziło, że była ona w przedziale 31–40 zł, 20,69% ankietowanych podało kwotę 11–20 zł, 6,9% dało kontrolerom 41–50 zł, a po 3,45% do 10 zł lub powyżej 50 zł.

Jedną z przyczyn powyższego stanu rzeczy może być prowizyjny system wynagrodzeń kontrolerów. Biorąc pod uwagę, że ściągalność podwyższonych opłat za przejazd bez biletu ponad pięć lat temu była na poziomie około 1/5, jak wynika z przeprowadzonych rozmów, dla niektórych z kontrolerów pewniejszym sposobem uzyskania wynagrodzenia było przyjęcie łapówki. Dopiero po utworzeniu w ramach MPK SA działu odpowiedzialnego za ściąganie należności i uruchomieniu procedur związanych z kierowaniem spraw do sądów oraz windykacją, wskaźnik mandatów ściągniętych ogółem zaczął się poprawiać, od 57,56% w 2006 roku do 61,79% w 2009. Pomocne w wykrywaniu oraz zwalczaniu łapówkarstwa wśród kontrolerów są też informacje przekazywane przez pasażerów i innych pracowników, a przede wszystkim nagrania z monitoringu zainstalowanego w pojazdach komunikacji zbiorowej.

Relacje kontroler–pasażer

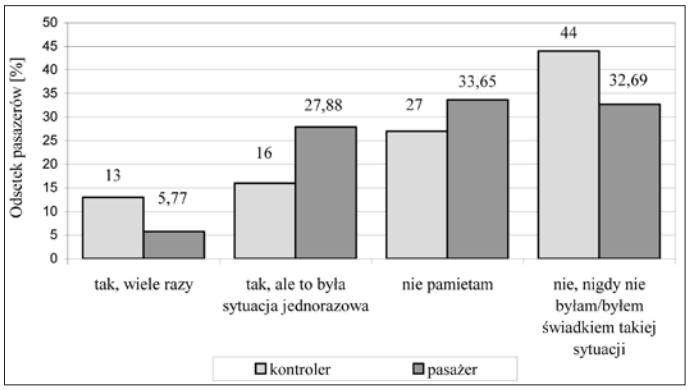
Niejednokrotnie zdarza się, że niektórzy kontrolerzy nadużywają swoich uprawnień, a czasami, uniemożliwiając skasowanie biletów, wymuszają wręcz zapłacenie mandatu przez podróżnych.

Takie działanie, oprócz utraty zaufania podróżnych oraz mogącej pojawić się podwyższonej niechęci do korzystania z usług komunikacji miejskiej, niejednokrotnie wywołuje jeszcze większe niezadowolenie, a nawet agresję ze strony podróżnych. Ankietowani kontrolerzy w ponad 88% deklarują, że spotkali się z nią ze strony pasażerów (rys. 8).

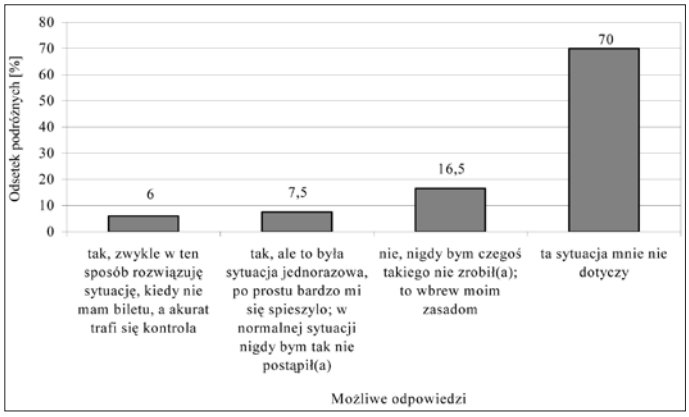
Sami pasażerowie nie są tak rygorystyczni w tej ocenie. Tylko 8,5% twierdzi, że spotkało się z agresją pasażerów skierowaną do kontrolerów, ale aż 20% pamięta, gdy to kontrolerzy zachowywali się w sposób agresywny (rys. 9).

Sposobem na powyższe problemy może być większa wrażliwość firm zatrudniających kontrolerów na wymieniane przez nich i zgłaszane w ramach omawianych badań postulaty, przeprowadzanie szkoleń oraz odejście od wynagrodzeń prowizyjnych, związanych z liczbą wypisanych mandatów, na rzecz pracy na etacie.

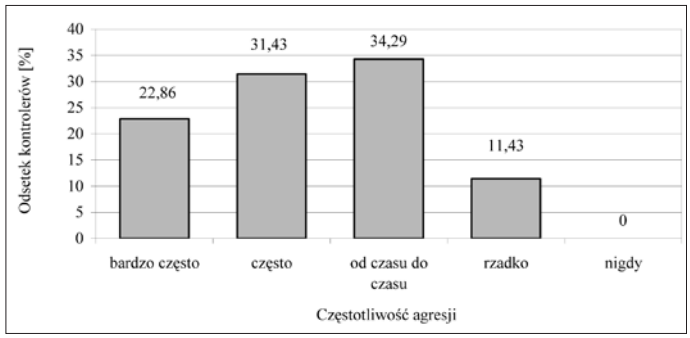
Dokończenie tekstu na stronie 63



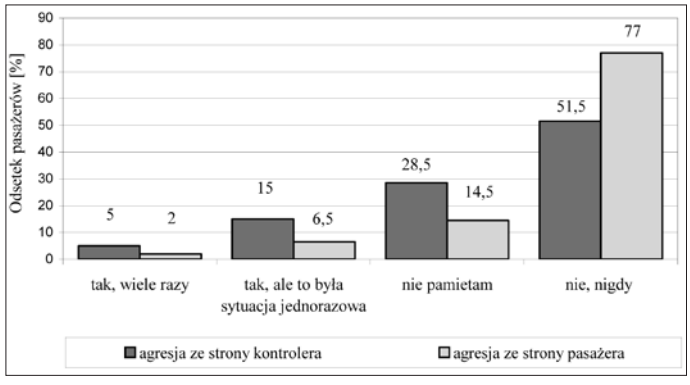
Rys. 6. Liczba osób, które były świadkami sytuacji, gdy kontroler/pasażer proponował przyjęcie/wręczenie łapówki w zamian za odstąpienie od wypisania mandatu za przejazd bez biletu



Rys. 7. Częstotliwość występowania propozycji wręczenia łapówki w zamian za zrezygnowanie przez kontrolera z wypisania mandatu



Rys. 8. Deklaracje kontrolerów dotyczące częstotliwości występowania agresji wśród pasażerów



Rys. 9. Liczba pasażerów, którzy zetknęli się z agresją ze strony kontrolerów, oraz pasażerów, którzy przyznają się do agresji wobec kontrolerów

Rafał Kucharski[1]

PARAMETRYZACJA REJONÓW KOMUNIKACYJNYCH W REGIONALNYCH MODELACH RUCHU

W kontekście modelowania ruchu w dużej skali (np. regionalny czy wojewódzki model ruchu) pojawiają się problemy związane z prawidłowym opisem przestrzennym dużych rejonów komunikacyjnych (np. powiatów). Artykuł pokazuje, że posiłkując się podstawową bazą danych o rozmieszczeniu ludności i sieci transportowej, można uzyskać znacznie bardziej wartościowy opis rejonów komunikacyjnych. Zaproponowano opisanie ich za pomocą położenia definiowanych w artykule punktów charakterystycznych oraz związanych z nimi wartości charakterystycznych. Otrzymane dzięki nim informacje pozwalają zwiększyć jakość regionalnego modelu ruchu, przy zachowaniu małej liczby dużych rejonów komunikacyjnych.

Wprowadzenie

W toku analiz nad projektem systemu transportu publicznego w województwie lubelskim pojawiły się następujące pytania dotyczące projektowania wojewódzkiego systemu transportowego:

- Czy każdy powiat będzie miał jedno centrum komunikacyjne, z którego realizowane będą połączenia o zasięgu wojewódzkim?
- Jeśli tak, to czy zawsze będzie to miasto powiatowe?
- Jakie są szacunkowe koszty dowozu każdego mieszkańca do jednego centrum komunikacyjnego?
- Gdzie znajduje się punkt, do którego najmniejszym kosztem możemy dowieźć wszystkich mieszkańców powiatu (optymalne teoretyczne położenie centrum komunikacyjnego)?
- Jaki jest dodatkowy zysk wynikający z umiejscowienia centrum komunikacyjnego poza centrum administracyjnym?
- Jaką korzyść uzyskamy, jeśli stworzymy dwa centra komunikacyjne i gdzie jest odpowiednie miejsce na lokalizacje drugiego centrum komunikacyjnego?

Zauważono, że pojawiające się problemy są pośrednio związane z odpowiedzią na obecne w modelowaniu ruchu pytanie o lokalizacje centroid (czyli wirtualnych punktów, w których zaczynają się i kończą podróże w modelu ruchu) oraz koszt związany z podpięciem ruchu z dużego rejonu komunikacyjnego do sieci (opór konektora). Analizy pokazane w tym artykule prowadzone są na poziomie modelowania ruchu, ale ich wyniki prowadzą do uzyskania odpowiedzi na praktyczne problemy transportowe wymienione wcześniej.

Tło analizy

Potrzebę odpowiedzi na wymienione pytania stwierdzono w trakcie analizy zapisów Ustawy o publicznym transporcie zbiorowym[2], w świetle której konieczne będzie opracowanie planów transportowych (w ustawie: „plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego") przez każde województwo. W planie transportowym powinien się znaleźć m.in. schemat sieci komunikacyjnej województwa, której określenie należy poprzedzić analizą systemu komunikacyjnego. Odpowiednim narzędziem do realizacji takiej analizy jest regionalny model ruchu.

Opracowywany plan transportowy będzie ograniczony „z góry" – gdyż ustawowo musi być spójny z planem przygotowywanym przez ministra i „z dołu", bowiem powinien starać się wspierać pozytywne inicjatywy starostów powiatów. Hierarchizacja ta daje marszałkowi możliwość tworzenia sieci połączeń międzypowiatowych i uzgadniania połączeń międzywojewódzkich. Wobec tych ograniczeń, w planie transportowym województwa powinno się agregować dane do poziomów powiatów, nie ingerując niepotrzebnie w ich systemy transportowe, ale tak, by zapewnić warunki do ich dobrego rozwoju.

W kontekście modelowania ruchu w skali regionalnej ograniczenia te oznaczają, że w tworzonym regionalnym modelu ruchu dane powinny być agregowane do powiatów. W artykule pokazano, jak przeprowadzić agregacje, by nie powodowała zbytniego uproszczenia modelu.

[1] Mgr inż., doktorant Politechniki Krakowskiej, rafalkucharski@gazeta.pl

[2] Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. z 2011 r. Nr 5, poz. 13).

Dane wejściowe

Użyto cyfrowej mapy Lubelszczyzny, która zawierała informacje o rozmieszczeniu ludności, sieci transportowej (drogowej i kolejowej), oraz o granicach administracyjnych. Sieć była zapisana tak, by możliwe były na niej obliczenia najkrótszej ścieżki, drzewa rozpinającego i innych podstawowych obliczeń programowania sieciowego (rys.1). Ludność obszaru zakodowano w formie punktów umieszczonych w centrum każdej miejscowości (każde miasto i wieś na Lubelszczyźnie; rys. 2).

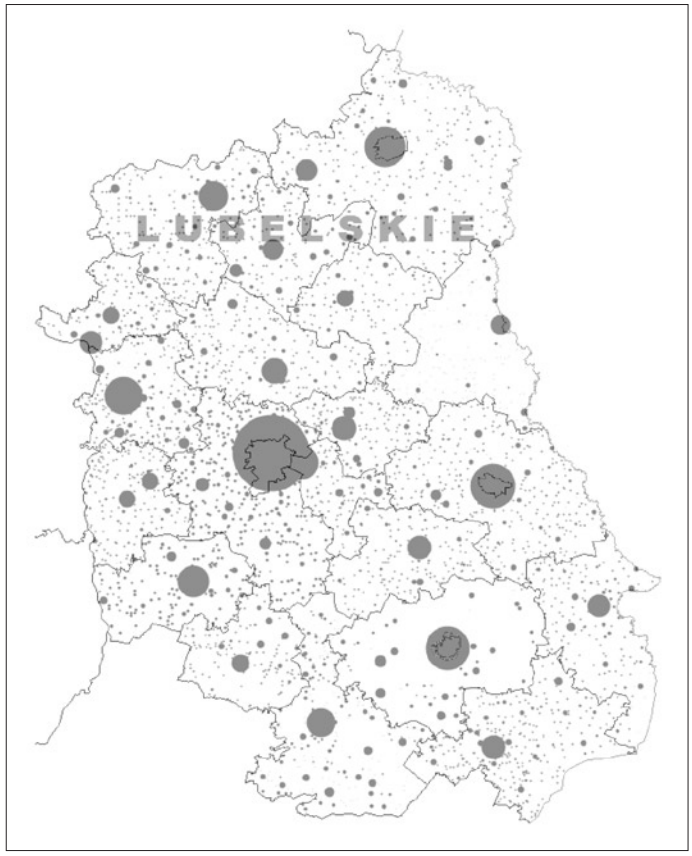
Agregacja danych w modelach ruchu

Model ruchu operuje na skończonej, niewielkiej liczbie punktów wirtualnych reprezentujących obszary, do których agregowany jest model (w wypadku województwa będą to powiaty). Każdy rejon analizowany w modelu ma obliczony wektor kosztów podróży do innych obszarów oraz przypisaną atrakcję. W sytuacji idealnej każdy punkt przestrzeni musiałby mieć właśnie tak określone charakterystyki, co jest oczywiście niewykonalne. Konieczne jest więc agregowanie danych, w tym wypadku tworzenie rejonów komunikacyjnych.

Wielkość rejonu komunikacyjnego (stopień agregacji) zależy od stopnia szczegółowości analizy. Dla skomplikowanych dynamicznych modeli miejskich będą to małe wycinki, a dla ogólnych analiz makroekonomicznych nawet całe kraje. Przy agregacji danych do rejonów powszechne jest agregowanie ich charakterystyk (liczby ludności, miejsc pracy, powierzchni handlowej etc.). Na podstawie danych szczegółowych, w zależności od typu charakterystyki sumuje się, uśrednia, wyciąga maksimum lub przyjmuje inną wartość ogólną na podstawie wartości elementów.

Agregacja ma wymiar ilościowy i przestrzenny. Ilościowo agregujemy wartości charakterystyczne, a przestrzennie zakładamy, że skumulowane zostały one w określonym punkcie. Punkt ten (centroida) jest wirtualnym początkiem i końcem wszystkich podróży rozpoczynanych i kończonych w danym rejonie komunikacyjnym. Podejście to ma niewątpliwą zaletę: dyskretyzacja bogatego zbioru poprzez agregacje zmiennych do rejonów komunikacyjnych znacznie zmniejsza czas obliczeń. Dodatkowo, dzięki odpowiedniemu stopniowi agregacji, otrzymujemy pożądany stopień dokładności przy zachowaniu czytelności (np. do trasowania sieci autostrad nie są potrzebne dane o rozmieszczeniu ludności wewnątrz gminy). Projektant powinien jednak zdawać sobie sprawę, że uogólnienia te mogą prowadzić do zubożenia opisu. Zubożenie to nie musi być efektem negatywnym, jednak w momencie zmiany opisu dokładnego na opis zagregowany otrzymujemy zupełnie inną charakterystykę. Co więcej – dla dwu skrajnie różnych z punktu widzenia projektowania systemu transportowego układów możemy uzyskać identyczne charakterystyki, np. dwa miasta o takiej samej liczbie mieszkańców i powierzchni, z czego pierwsze jest miastem o gęstej, wysokiej zabudowie otoczonej terenami zielonymi, a drugie o luźnej jednorodzinnej zabudowie. W opisie zagregowanym dla tych dwu miast otrzymamy taki sam opis.

Rys. 1. Sieć transportowa i granice powiatów Lubelszczyzny



Rys. 2. Rozmieszczenie i gęstość ludności powiatów Lubelszczyzny

Naturalnym wyjściem jest zwiększenie dokładności, czyli zmniejszenie rejonów komunikacyjnych. Jednak wówczas tracimy przejrzystość i prostotę, zwiększając obliczeniochłonność. W artykule proponowane jest inne wyjście – opis obszaru za pomocą charakterystyk przestrzennych.

Charakterystyka przestrzenna jest funkcją wartości danej charakterystyki od położenia. Przykładem mogą być mapy wysokościowe, zagęszczenia ludności, rozmieszczenia miejsc pracy czy punktów sprzedaży biletów. To opisy nie za pomocą jednej zmiennej, ale wielu zmiennych. W prostszych przypadkach może być to zbiór punktów na płaszczyźnie wraz z wartościami charakterystycznymi (np. powierzchnia handlowa). W bardziej złożonych będzie to mapa rastrowa, gdzie każdemu punktowi obszaru przypisana jest wartość (np. wysokość nad poziom morza, czas dojścia na przystanek, gęstość ludności).

Wartości takie są znacznie dokładniejsze. Zazwyczaj jednak wraz ze wzrostem dokładności danych wejściowych rosną wymagania co do narzędzi potrzebnych do ich wykorzystania. Zamiast pojedynczej wartości mamy do czynienia z przestrzenią opisaną za pomocą funkcji dwu zmiennych (X i Y). Najczęściej używane narzędzia do modelowania ruchu nie potrafią używać takich danych w surowej postaci. By je wykorzystać należy je przetłumaczyć na postać odczytywalną przez program. Wobec tego, aby użyć w modelowaniu charakterystyk przestrzennych, oczekiwać należy postaci zagregowanej, czyli takiej transformacji opisu przestrzennego, która, przy zachowaniu maksimum z jego istoty, będzie mogła przedstawić go w formie jednej zmiennej.

W artykule przyjęto, że charakterystyką przestrzenną rejonu komunikacyjnego (w tym wypadku powiatu) jest rozmieszczenie ludności wewnątrz niego. Agregacją tej danej jest np. średnia odległość od siedziby.

Pożądana charakterystyka

W modelowaniu ruchu początkiem i końcem każdej podróży jest umowny punkt – centroida rejonu komunikacyjnego. Centroida połączona jest z siecią transportową za pomocą podpięcia (konektora). W rzeczywistości każda podróż kończy i zaczyna się nie w miejscu podpięcia ruchu do sieci, ale w konkretnym, rzeczywistym punkcie w przestrzeni. W wyniku takiego uproszczenia obliczone w modelu koszty związane z podróżowaniem są zaniżane w stosunku do rzeczywistych, przy czym zaniżenie to jest tym większe, im większe są rejony komunikacyjne przyjęte w modelowaniu.

Dla poprawnego odwzorowania kosztów związanych z podróżami w modelu regionalnym należy obliczyć m.in. średni koszt dojazdu użytkownika do umownego miejsca podpięcia ruchu do sieci. Koszt ten powinien być użyty w modelu jako koszt związany z podpięciem ruchu do sieci. Wówczas sumaryczne dane dotyczące czasu, długości i kosztu podróży będą bliższe rzeczywistym. W artykule niniejszym wartością tego kosztu jest obliczana transportochłonność wyrażona w przeliczeniu na mieszkańca.

Z kolei przy projektowaniu sieci transportu zbiorowego można rozważać problem optymalnej lokalizacji miejsca podpięcia ruchu do sieci. W artykule pokazano, jak określić taką optymalną lokalizację. Rozważane są dwa przypadki lokalizacji. Pierwszym jest przypadek dla jednego punktu podpięcia, w którym osiągnięta jest minimalna wartość transportochłonności związanej z dojazdem do niego. Drugim jest przypadek, gdzie lokalizuje się dwa punkty dostępu: jeden w siedzibie powiatu, a drugi w punkcie, w którym osiągnięte jest minimum transportochłonności określonej wzorem opisanym w dalszej części artykułu. Dla tych punktów również określany jest koszt podpięcia się do sieci, wyrażony w transportochłonności na mieszkańca.

Istotą proponowanej agregacji charakterystyki przestrzennej (rozmieszczenia ludności) jest określenie położenia trzech punktów charakterystycznych.

1. Pierwszym punktem jest położenie **siedziby** powiatu.
2. Drugim punktem jest „**środek ciężkości**”, określony tutaj jako punkt, dla którego transportochłonność jest najmniejsza, tzn. punkt, do którego najmniejszym sumarycznym kosztem może dostać się cała ludność powiatu. Im bliżej siedziby znajduje się środek ciężkości, tym większe jest naturalne ciążenie do siedziby powiatu.
3. Trzecim punktem charakterystycznym jest „**drugi środek ciężkości**”, określony jako taki punkt, dla którego transportochłonność wynikająca z dojazdu do niego, lub do siedziby powiatu, jest najmniejsza i uzyskamy w nim największe korzyści wynikające z lokalizacji drugiego po siedzibie powiatu węzła komunikacyjnego. Skala tych korzyści powinna być wskazówką przy podejmowaniu decyzji o budowie dwucentrycznego systemu transportowego. Im większe zyski, tym bardziej racjonalna będzie decyzja o stworzeniu dwóch centrów przesiadkowych.

Dla dwu kolejnych punktów charakterystycznych obliczono zyski dla powiatu wynikające ze zmniejszenia transportochłonności przy lokalizacji centrów w punktach charakterystycznych, a nie w siedzibie powiatu.

Zbiór trzech punktów charakterystycznych można analizować pod kątem odległości między nimi. Im mniejsze odległości, tym bardziej uzasadniony będzie monocentryczny układ systemu transportowego. Im większa odległość pomiędzy siedzibą a drugim środkiem ciężkości, tym bardziej uzasadnione będzie stworzenie dwu punktów podpięcia do sieci (dwu węzłów transportowych).

Proponowana charakterystyka powiatów jako rejonów komunikacyjnych

Dla rejonów komunikacyjnych (powiatów) zaproponowano obliczenie kilkunastu wartości charakterystycznych (tabela 1).

Daną wejściową dla opisu powiatu są informacje o rozmieszczeniu przestrzennym ludności, czyli zbiór miejscowości, jakie się w nim znajdują opisany ludnością i położeniem. Położenia są wyrażone w postaci współrzędnych geograficznych.

Tabela 1

Objaśnienie obliczanych charakterystyk powiatów					
Lp.	**Charakterystyka**			**Wzór**	**Jednostka**
1	Nazwa			P	-
2	Ludność powiatu, miejscowości			L_p, L_i	[mieszk.]
3	Miejscowości w powiecie			$J_p = [i \ldots . n]$	-
4	Odległość kartezjańska z punktu a do punktu b			$d_a(b)$	[km]
5	Położenie	siedziby powiatu		$C_p = (X,Y)$	[X, Y]
6	Położenie	środka ciężkości powiatu		$SC_p = \left(\frac{\sum_i L_i \times X_i}{L_p}, \frac{\sum_i L_i \times Y_i}{L_p}\right) \approx \min_{X,Y} TC_p$	[X, Y]
7	Położenie	drugiego środka ciężkości		$DSC_p = \min_{X,Y}(\sum_i (L_i \times \min(d_i(X,Y),\ d_i(C_p))))$	[X, Y]
8	Transportochłonność związana z dojazdem do:	siedziby powiatu	całkowita	$TC_p = \sum_i L_i \times d_i(C_p)$	[pas/km]
9	Transportochłonność związana z dojazdem do:	siedziby powiatu	na mieszkańca	$tC_p = \frac{TC_p}{L_p}$	[km/os.]
10	Transportochłonność związana z dojazdem do:	środka ciężkości powiatu	całkowita	$TSC_p = \sum_i L_i \times d_i(SC_p)$	[pas/km]
11	Transportochłonność związana z dojazdem do:	środka ciężkości powiatu	na mieszkańca	$tSC_p = \frac{TSC_p}{L_p}$	[km/os/]
12	Transportochłonność związana z dojazdem do:	drugiego środka ciężkości	całkowita	$TDSC_p = \sum_i L_i \times \min(d_i(C_p);\ d_i(DSC_p))$	[pas/km]
13	Transportochłonność związana z dojazdem do:	drugiego środka ciężkości	na mieszkańca	$tDSC_p = \frac{TDSC_p}{L_p}$	[km/os.]
14	Odległość między siedzibą powiatu a:		środkiem ciężkości	$\delta_{SC_p} = d_{C_p}(SC_p)$	[km]
15	Odległość między siedzibą powiatu a:		drugim środkiem ciężkości	$\delta_{DSC_p} = d_{C_p}(DSC_p)$	[km]

Odległość używana w obliczeniach jest odległością kartezjańską. Przy takim stopniu ogólności reprezentacji sieci transportowej odległość mierzona po sieci transportowej była niemożliwa do obliczenia.

Transportochłonność punktu X jest rozumiana tu jako suma iloczynów odległości (kartezjańskiej) z miejscowości do punktu X i liczby mieszkańców kolejnych miejscowości analizowanego powiatu. Zgodnie ze wzorem:

$$TA = \sum_i L_i \times d_i(X)$$

Dla powiatu transportochłonność siedziby będzie sumą iloczynów liczby ludności miejscowości i jej odległości od siedziby powiatu. Transportochłonność obliczana jest zarówno w wymiarze całkowitym, czyli w odniesieniu do całkowitej liczby ludności, jak i w odniesieniu do statystycznego podróżnego, gdy jest interpretowana jako średnia odległość wynikająca z przemieszczenia. Transportochłonność obliczona dla punktu może być interpretowana jako odzwierciedlenie kosztów związanych z lokalizacją w tym punkcie centrum komunikacyjnego (punktu, do którego cała ludność powiatu miałaby się dostać) – im jest ona mniejsza, tym bardziej uzasadniona staje się lokalizacja w danym punkcie.

Obliczenia transportochłonności wykonywano iteracyjnie, natomiast położenia punktów charakterystycznych określano za pomocą metod optymalizacyjnych. Jak pokazują wykresy w końcowej części artykułu, funkcja związana z położeniem środka ciężkości jest funkcją monotoniczną o jednym minimum, mogły być więc zastosowane metody analityczne. Dla drugiego środka ciężkości funkcja transportochłonności była niemonotoniczna i posiadała minima lokalne i globalne. Zastosowano więc metody heurystyczne – algorytmy genetyczne i symulowane wyżarzanie (GA, SA). Wszystkie metody sprawdzono enumeracyjnie, wybierając minimum z wartości na węzłach na siatki o skoku 400 m.

Wyniki analizy

Przeanalizowano 19 powiatów Lubelszczyzny, określając dla nich wielkości opisanych w tabeli 1 charakterystyk. Pominięto powiat zamojski, gdyż baza danych o nim okazała się niepełna i wyniki były niedokładne.

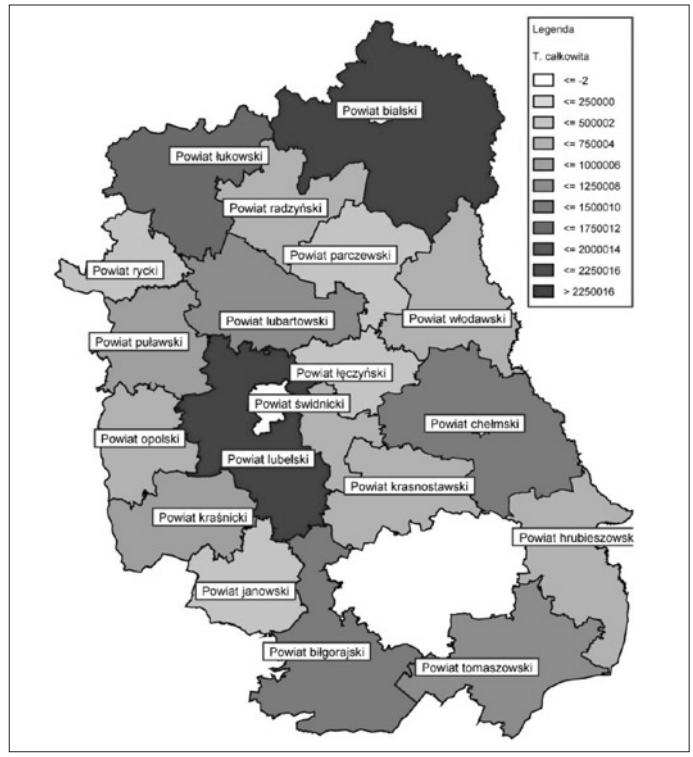
Dane podstawowe o badanych powiatach zawarto w tabeli 2, a w tabeli 3 dane o transportochłonności wewnętrznej powiatów. Wyniki transportochłonności wewnętrznej zilustrowano na rysunkach 3, 4, 5 i 6.

Komentarz do wyników

Największe całkowite koszty związane z dojazdami mieszkańców do siedziby występują w powiecie lubelskim. Największa transportochłonność dojazdów do siedziby powiatu w przeliczeniu na mieszkańca występuje w największym i prawie najsłabiej zaludnionym powiecie bialskim. Aby każdy mieszkaniec tego powiatu dojechał do siedziby, trzeba ponad 2,5 miliona pasażerokilometrów, statystyczny

Tabela 2

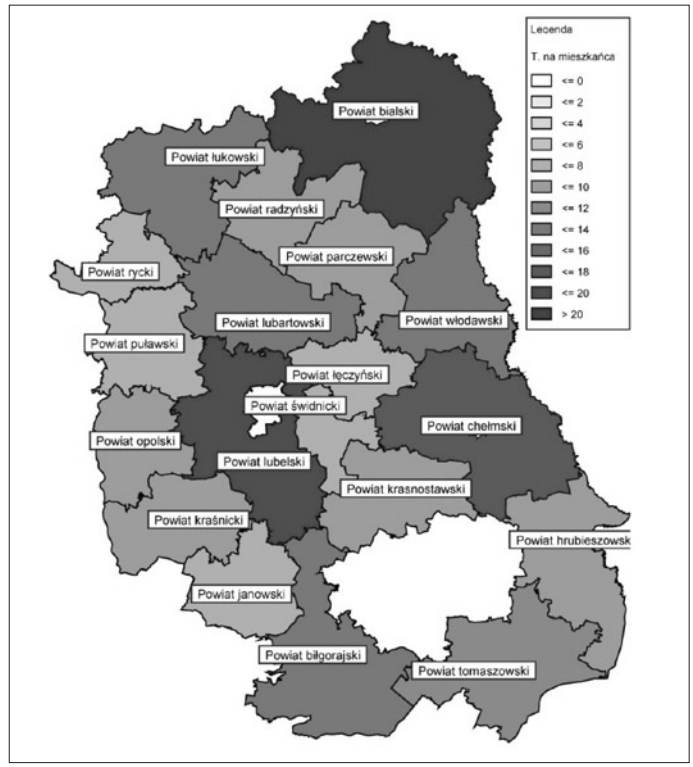
Dane podstawowe o powiatach Lubelszczyzny						
Lp.	Nazwa	Ludność	Położenie siedziby		Powierzchnia (przybliżona) km²	Gęstość zaludnienia [osób/km²]
			X	Y		
1	Powiat bialski	112 846	78,26	47,14	2800	40,9
2	Powiat biłgorajski	103 226	76,30	30,21	1700	61,3
3	Powiat chełmski	78 765	81,25	37,34	1900	41,7
4	Powiat hrubieszowski	67 059	84,47	33,79	1300	52,8
5	Powiat janowski	47 242	74,07	32,11	900	54,0
6	Powiat krasnostawski	67 824	79,20	35,38	1000	65,7
7	Powiat kraśnicki	98 574	72,73	34,41	1000	98,1
8	Powiat lubartowski	89 876	75,05	40,56	1300	69,7
9	Powiat lubelski	144 383	74,86	38,02	1700	85,9
10	Powiat łęczyński	57 164	77,06	38,93	600	89,9
11	Powiat łukowski	107 953	73,24	45,71	1400	77,4
12	Powiat opolski	62 048	70,76	36,87	800	76,7
13	Powiat parczewski	35 921	77,03	42,61	1000	37,7
14	Powiat puławski	115 860	70,72	39,90	900	124,0
15	Powiat radzyński	60 866	75,01	44,09	1000	63,1
16	Powiat rycki	58 342	70,29	42,13	600	94,9
17	Powiat świdnicki	72 366	75,75	37,97	500	154,3
18	Powiat tomaszowski	86 657	81,32	29,72	1500	58,1
19	Powiat włodawski	39 526	81,57	41,90	1300	31,4



Rys. 3. Całkowita transportochłonność dojazdu do siedziby powiatu [pas/km]

Tabela 3

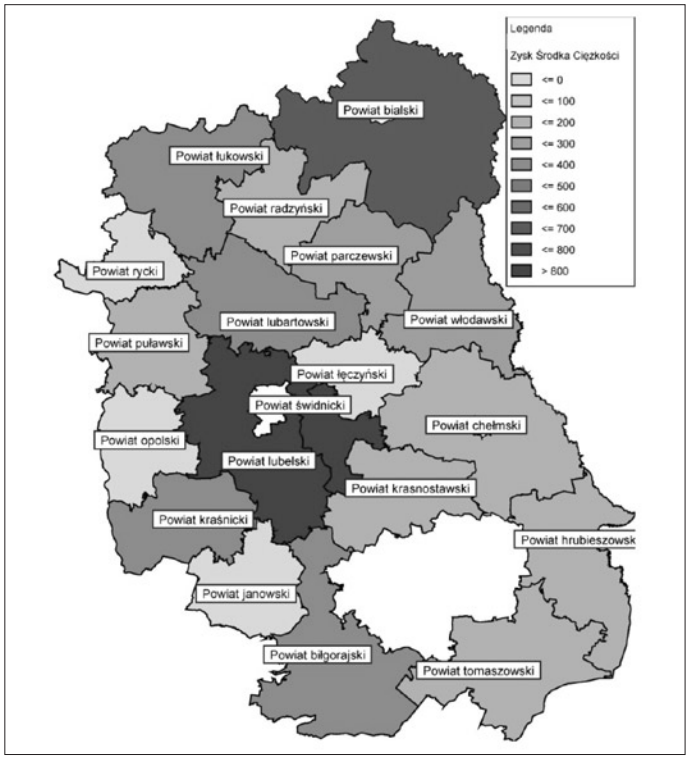
Transportochłonność powiatów Lubelszczyzny									
Transportochłonność		Transportochłonność związana z podróżami mieszkańców powiatu:							
		do siedziby powiatu		do środka ciężkości			do siedziby lub do drugiego środka ciężkości		
Lp.	Powiat	całkowita [pas/km]	na mieszkańca [km/mieszk.]	całkowita [pas/km]	na mieszkańca [km/mieszk.]	zysk/mieszk. [km/mieszk.]	całkowita [pas/km]	na mieszkańca [km/mieszk.]	zysk/mieszk. [km/mieszk.]
1	bialski	2 580 000	22,86	2 510 000	22,24	0,62	1 930 000	17,1	5,76
2	biłgorajski	1 360 000	13,17	1 320 000	12,79	0,39	1 060 000	10,27	2,91
3	chełmski	1 390 000	17,65	1 380 000	17,52	0,13	1 050 000	13,33	4,32
4	hrubieszowski	700 000	10,44	690 000	10,29	0,15	520 000	7,75	2,68
5	janowski	390 000	8,26	390 000	8,26	0	290 000	6,14	2,12
6	krasnostawski	660 000	9,73	650 000	9,58	0,15	490 000	7,22	2,51
7	kraśnicki	910 000	9,23	880 000	8,93	0,3	600 000	6,09	3,14
8	lubartowski	1 130 000	12,57	1 100 000	12,24	0,33	700 000	7,79	4,78
9	lubelski	2 720 000	18,84	2 350 000	16,28	2,56	1 890 000	13,09	5,75
10	łęczyński	380 000	6,65	380 000	6,65	0	260 000	4,55	2,1
11	łukowski	1 520 000	14,08	1 480 000	13,71	0,37	900 000	8,34	5,74
12	opolski	570 000	9,19	570 000	9,19	0	410 000	6,61	2,58
13	parczewski	340 000	9,47	330 000	9,19	0,28	250 000	6,96	2,51
14	puławski	910 000	7,85	890 000	7,68	0,17	610 000	5,26	2,59
15	radzyński	580 000	9,53	570 000	9,36	0,16	450 000	7,39	2,14
16	rycki	490 000	8,4	490 000	8,4	0	300 000	5,14	3,26
17	świdnicki	560 000	7,74	500 000	6,91	0,83	270 000	3,73	4,01
18	tomaszowski	1 010 000	11,66	1 000 000	11,54	0,12	700 000	8,08	3,58
19	włodawski	520 000	13,16	510 000	12,9	0,25	330 000	8,35	4,81



Rys. 4. Transportochłonność dojazdu do siedziby powiatu przeliczona na mieszkańca [km/mieszk]

mieszkaniec musi pokonać 23 kilometry, by dostać się do siedziby. Najbardziej „zwarty" jest powiat łęczyński, w którym wystarczy przeciętnie 6,7 kilometra, by dostać się do siedziby. Najmniejsze koszty całkowite transportu występują w powiecie parczewskim – 340 tys. kilometrów, ponad siedmiokrotnie mniej niż w powiecie bialskim.

Lokalizacja środków ciężkości powiatów jest bliska lokalizacji ich siedzib. Świadczy to o naturalnym ciążeniu powiatów do ich centrów administracyjnych i jest dowodem, że granice powiatów odpowiadają naturalnym kierunkom ciążeń. Największy zysk związany z wprowadzeniem centrum komunikacyjnego w środku ciężkości uzyskaliby mieszkańcy powiatu lubelskiego (wynika to z wyłączenia dużego obszaru na powiat ziemski) – ponad 2,5 kilometra na mieszkańca. Następne w kolejności zyski uzyskaliby mieszkańcy powiatu świdnickiego, którego siedziba jest przy granicy powiatu,

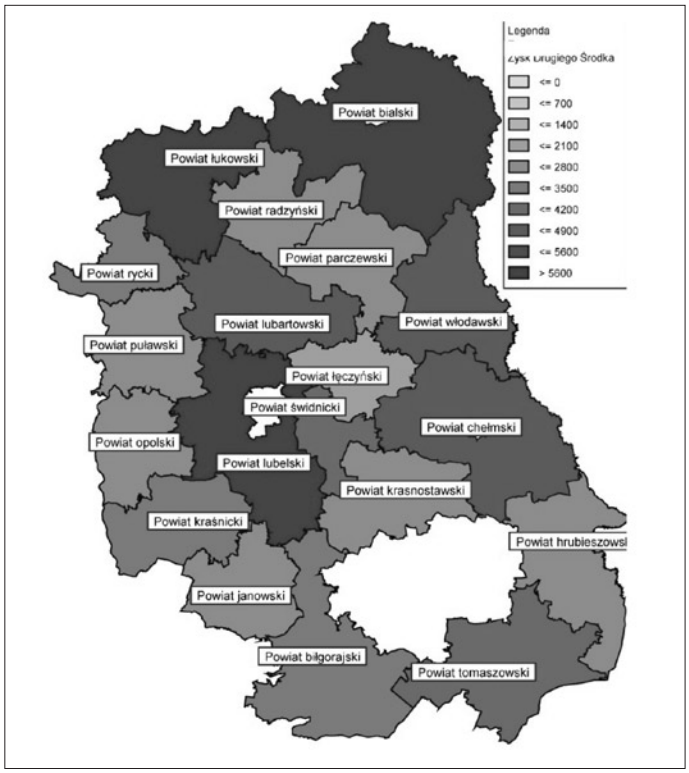


Rys. 5. Zysk na mieszkańca związany ze środkiem ciężkości [m/mieszk.]

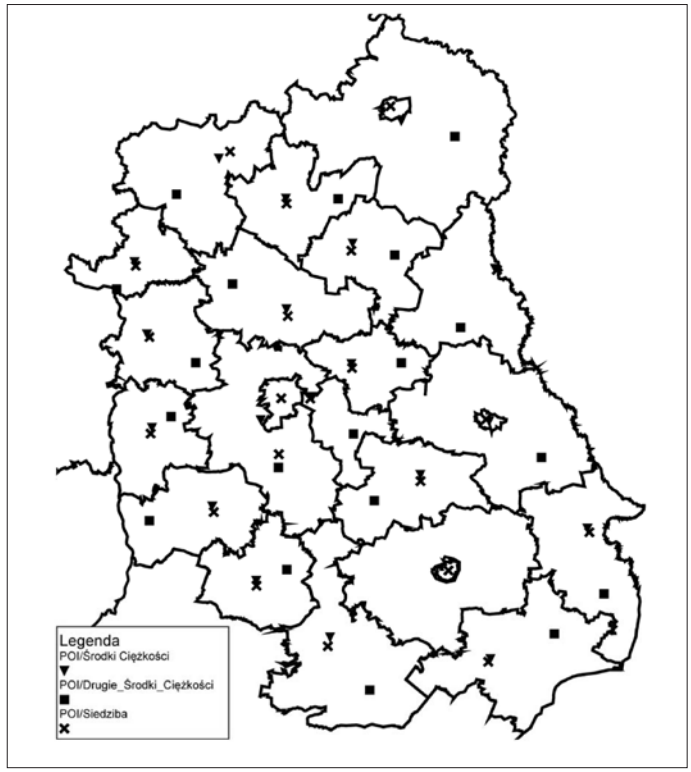
Tabela 4

Położenie punktów charakterystycznych w powiatach Lubelszczyzny

Lp.	Nazwa	Ludność	Odległość od siedziby do:	
			Środka ciężkości [km]	Drugiego środka ciężkości [km]
1	Powiat bialski	112 846	6,82	22,29
2	Powiat biłgorajski	103 226	1,66	18,96
3	Powiat chełmski	78 765	2,39	21,22
4	Powiat hrubieszowski	67 059	0,58	19,90
5	Powiat janowski	47 242	0,27	10,78
6	Powiat krasnostawski	67 824	0,68	15,70
7	Powiat kraśnicki	98 574	0,70	20,25
8	Powiat lubartowski	89 876	0,97	19,96
9	Powiat lubelski	144 383	10,75	22,11
10	Powiat łęczyński	57 164	0,24	15,45
11	Powiat łukowski	107 953	4,87	21,40
12	Powiat opolski	62 048	0,67	8,34
13	Powiat parczewski	35 921	1,08	13,67
14	Powiat puławski	115 860	0,89	16,53
15	Powiat radzyński	60 866	0,32	16,27
16	Powiat rycki	58 342	0,36	9,40
17	Powiat świdnicki	72 366	1,03	17,52
18	Powiat tomaszowski	86 657	0,78	22,46
19	Powiat włodawski	39 526	0,48	20,35



Rys. 6. Zysk związany z wprowadzeniem drugiego środka ciężkości [m/mieszk.]



Rys. 7. Położenie punktów charakterystycznych powiatów

oraz bialskiego, który jest wyjątkowo rozległy. Zazwyczaj jednak zysk w przeliczeniu na mieszkańca nie przekracza 500 m.

Po wprowadzeniu centrum komunikacyjnego w drugim środku ciężkości transportochłonność znacznie spada (tabela 4). Przeciętne długości podróży są o 2–6 kilometrów mniejsze, a transportochłonność całkowita spada nawet do 250–300 tys. kilometrów (powiat parczewski, świdnicki, janowski). Największe zyski uzyskaliby mieszkańcy powiatów bialskiego, lubelskiego i łukowskiego (rys. 7).

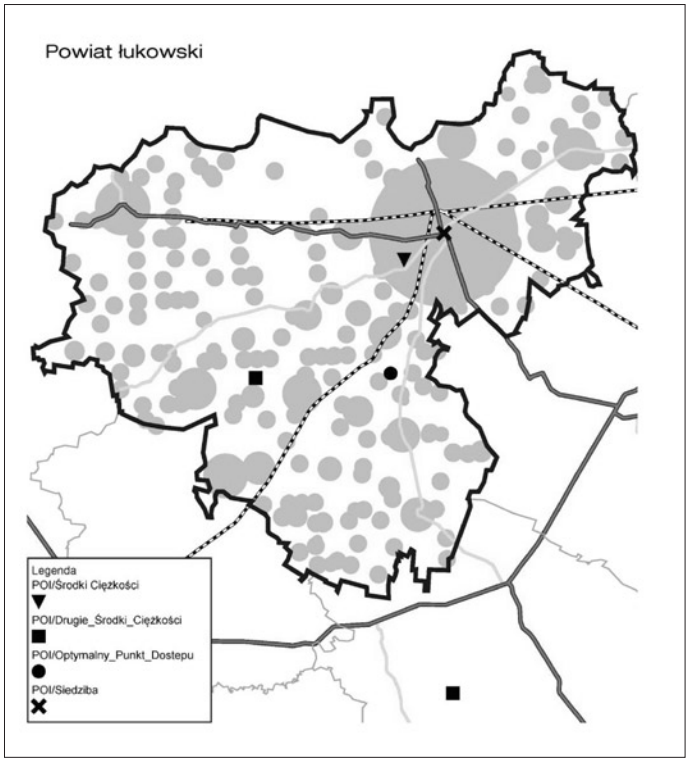
Tabela 4. zbiera informacje o odległościach między siedzibą powiatu a pozostałymi dwoma punktami charakterystycznymi. Odległość między środkiem ciężkości a siedzibą wacha się od 300 m w powiecie radzyńskim do ponad 10 km w powiecie lubelskim. Drugi środek ciężkości oddalony jest od siedziby nawet o ponad 22 km (powiaty bialski i tomaszowski).

Wybrane wyniki dla powiatów

Rysunki 8. do 11. pokazują wyniki analiz dla wybranych powiatów.

Rysunek 8. – rozmieszczenie w powiecie łukowskim ludności (ciemniejsze okręgi), sieć transportową, granice powiatu oraz lokalizacje punktów charakterystycznych:

- siedziby powiatu,
- środka ciężkości,
- drugiego środka ciężkości,
- optymalnego punktu dostępu (nieanalizowanego w niniejszym artykule).

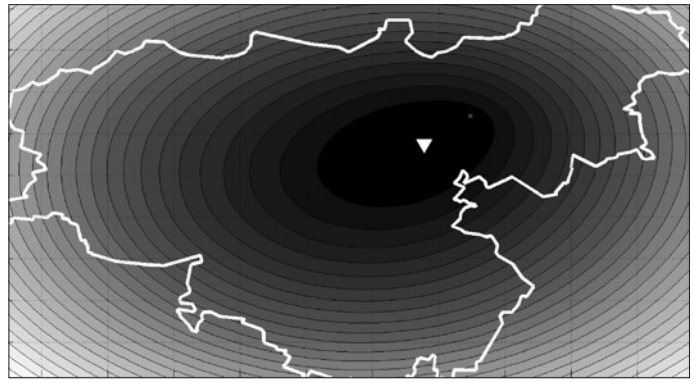


Rys. 8. Położenie punktów charakterystycznych powiatu łukowskiego

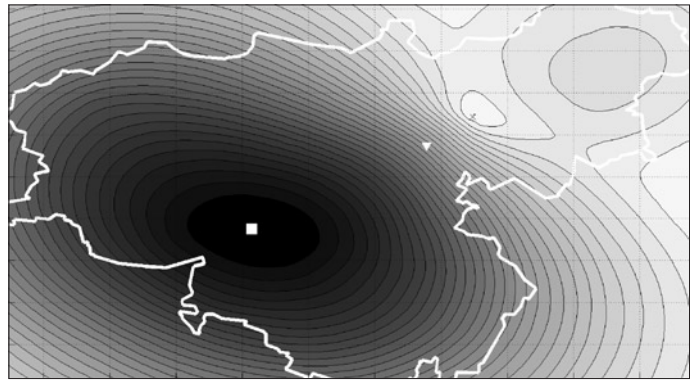
Na rysunku 9. – wykres obliczonych wartości transportochłonności w zależności od położenia. Rysunek pokazuje wyniki obliczeń dla powiatu łukowskiego; im jaśniejszy kolor tła, tym większa transportochłonność. Trójkątem zaznaczono środek ciężkości, krzyżem siedzibę powiatu. Funkcja, którą otrzymano w wyniku naniesienia wartości, jest monotoniczna i nie przyjmuje ekstremów poza minimum globalnym, wobec czego jest stosunkowo łatwa w optymalizacji. Widać również, że w siedzibie funkcja przyjmuje wartości bliskie optymalnym, co oznacza, że lokalizacja węzła transportowego w siedzibie jest korzystna również z punktu widzenia transportochłonności wewnętrznej powiatu.

Rysunek 10. – wykres funkcji efektywności lokalizacji drugiego środka ciężkości. Im jaśniejszy kolor, tym większa transportochłonność. Wykres pokazuje sytuacje w powiecie radzyńskim. Kwadratem zaznaczono optymalne położenie drugiego środka ciężkości, trójkątem środek ciężkości, a krzyżem siedzibę.

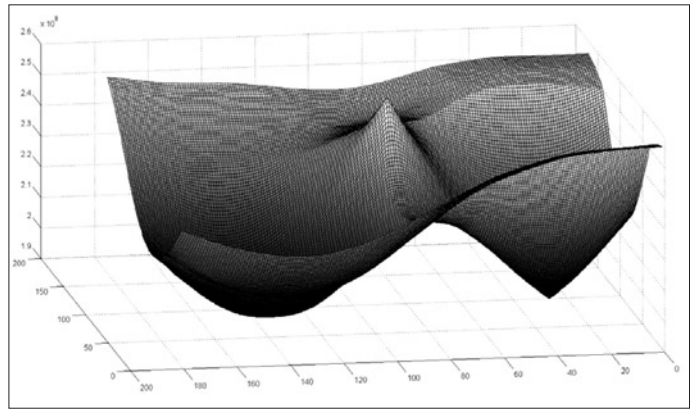
Funkcja posiada dwa maksima lokalne, wobec czego jest stosunkowo trudna w optymalizacji. Nieodpowiednio



Rys. 9. Transportochłonność powiatu łukowskiego



Rys. 10. Efektywność położenia drugiego środka ciężkości dla powiatu radzyńskiego



Rys. 11. Wykres efektywności lokalizacji drugiego środka ciężkości jako funkcja jego położenia; powiat bialski.

skalibrowana procedura może wskazać optymalne rozwiązanie w minimum lokalnym. Rysunek pokazuje znaczne różnice w efektywności poszczególnych punktów. Najmniej efektywne jest lokowanie drugiego środka ciężkości w pobliżu siedziby powiatu.

Rys. 11. – w innym ujęciu charakterystyki widoczne na rysunku 10. Pokazano tu wykres tej samej funkcji, ale za pomocą wykresu trójwymiarowego. Na przykładzie powiatu bialskiego przedstawiono na nim efektywność położenia drugiego środka ciężkości. Dzięki trójwymiarowemu ujęciu można szacować przedział zmienności dla wartości funkcji – z obliczeń wiadomo, że wartość minimalna to 1 930 000, a maksymalna to 2 580 000 pas/km. Z wykresu można odczytać położenie ostrego maksimum lokalnego w centroidzie oraz dwa minima o podobnej

efektywności. Wartości uzyskiwane w minimach lokalnych są podobne, jednak ich otoczenie jest zgoła odmienne. Wokół lewego minimum funkcja przyrasta łagodnie, a wokół drugiego gwałtownie – informacja taka pozwala na przeprowadzenie zgrubnej analizy wrażliwości efektywności na zmiany lokalizacji i zmiany parametrów obliczeń.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza może być wykorzystana w tworzeniu regionalnego modelu ruchu. Na podstawie stosunkowo niedużej i łatwo dostępnej bazy danych udało się opisać przestrzennie powiaty województwa lubelskiego. Pozwala to na przybliżenie odpowiedzi na pytania: jak modelować duże rejony komunikacyjne (jak lokalizować podpięcie, jakie czasy doliczać do podróży, gdzie lokalizować kolejne podpięcia i jak je parametryzować). Po wyciągnięciu wniosków z przedstawionych analiz można ponowić pierwotne pytanie: jak powinien wyglądać wojewódzki i powiatowe systemy transportowe. Wydaje się, że obliczone charakterystyki ułatwiają odpowiedź na pytania wymienione we wstępie.

W artykule określono charakterystyki powiatów, które mogą być podstawą do dalszych analiz. Analizy takie mogą być wykonane dla dowolnego województwa lub w innej skali – np. dla powiatu. Analogiczna może być analiza przestrzenna gmin, a w skali kraju – województw.

Literatura

1. Banas W., Ceborski J., Peszel A., Polewska-Dorozik H., *Kierunki polityki transportowej województwa podlaskiego*. Warszawa OBET P.P, 2002.
2. Bell Michael G. H., Yasunori Iida, *Transportation Network Analysis*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.
3. Button, Kenneth J., Hehnser D.A., *Handbook of Transport Modelling*. Oxford: Elsevier, 2000.
4. Friedberg J., *Warunki rozwoju Polski Wschodniej w perspektywie 2020*, w: Boni M., *Dostępność terytorialna Polski Wschodniej i korytarze wiążące ten region z Europą oraz prowadzące do dostępności przestrzennej wszystkich ośrodków powiatowych*, Warszawa, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, marzec 2007.
5. Johnston, Robert A., Tomas de la Barra, *Comprehensive regional modeling for long-range planning: linking integrated urban models and geographic information systems*, Transportation Research Part A, 34 2000, 125–136.
6. Koźlak A., *Dostępność transportowa jako koncepcja integrująca planowanie przestrzenne z rozwojem transportu*, w: *Gospodarka Przestrzenna XII*, autor: Z. Korenik i Z. Przybyła, Tom I. Wrocław, Stowarzyszenie na Rzecz Promocji Dolnego Śląska, 2009.
7. *Regional Transport Strategy for Northern Ireland 2002–2012*. Belfast: Department for Regional Development, 2002.
8. „Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i rady dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego". Bruksela, z dnia 23 października 2007 r.
9. Sierpiński G., *Miary dostępności transportowej miast i regionów*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Transport, z. 66, 2010.
10. Komornicki T. z zespołem, *Opracowanie metodologii liczenia wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej terytorium Polski oraz jego szacowanie*. Warszawa: PAN Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego, 2008.
11. Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym (Dz. U. z 2011 r. Nr 5, poz. 13).
12. *Wojewódzki Program Rozwoju Infrastruktury Transportowej i Komunikacji dla województwa lubelskiego*. Obet P.P.

Dokończenie tekstu ze strony 55

Podsumowanie

Wśród syntetycznych kryteriów jakości branych pod uwagę w miejskim transporcie zbiorowym, wymienianych w literaturze, wyróżnia się: dostępność, czas podróży, niezawodność, ekologię i warunki podróży [6]. Składnikiem tych ostatnich są m.in. kompetencje i kultura obsługi. W artykule przedstawiono wyniki badań przejazdów bez biletów przeprowadzonych wśród kontrolerów biletów komunikacji miejskiej i pasażerów MPK SA w Krakowie. Omówiono również dane przedstawiające liczbę łapówek wręczanych kontrolerom w zamian za odstąpienie od wypisania mandatu za przejazd bez biletu oraz relacje kontroler biletów–pasażer.

Literatura

1. Błaszczyk J., *Badania struktury biletów wykorzystywanych przez pasażerów komunikacji zbiorowej w Tarnowie*, praca magisterska, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej, Zakład Organizacji i Ekonomiki Transportu, Kraków 2007.
2. Dera P., Sapoń G., *Porównanie struktury wykorzystania biletów przez pasażerów komunikacji miejskiej w Lublinie, Łodzi i Szczecinie*, IV Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy transportowe. Teoria i praktyka", Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Transport, Zeszyt 62, Gliwice 2006.
3. Osiczko S., *Określenie profili zawodowych kontrolerów biletów komunikacji miejskiej*, praca magisterska, promotor: dr inż. Waldemar Parkitny, Politechnika Krakowska, Zakład Organizacji i Ekonomiki Transportu, Kraków 2010.
4. Parkitny W., *Czynniki ryzyka w miejskiej komunikacji zbiorowej*, II Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy transportowe. Teoria i praktyka", Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Transport, Zeszyt 52, Gliwice 2004.
5. Sapoń G. z zespołem, *Analiza funkcjonowania Miejskiego Zakładu Komunikacji w Nowym Targu oraz wyniki badań struktury i potoków pasażerów komunikacji miejskiej w Nowym Targu*, niepublikowane materiały SITK Oddział w Krakowie, Kraków, listopad 2008.
6. Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007.

Dokończenie tekstu ze strony 20

Podsumowanie

Trolejbus pozostaje bez wątpienia jednym z bardziej ekologicznych pojazdów w komunikacji miejskiej. Jego ważną zaletą jest nieemisyjność w miejscu eksploatacji. Do niedawna jedną z głównych wad było połączenie trolejbusu z siecią trakcyjną poprzez odbieraki prądu. Co prawda, w odróżnieniu od tramwaju, trolejbus miał możliwość omijania przeszkody na jezdni, ale jego przywiązanie do sieci trakcyjnej było znamienne w sytuacji zaniku zasilania, zerwania przewodów trakcji, planowej przebudowy ulicy lub czasowego wyłączenia jezdni z eksploatacji w takich sytuacjach jak przemarsze, festyny itp. Obecny rozwój innowacyjnych technologii wzmacnia pozycję trolejbusu i daje szanse jego częściowego uniezależnienia od sieci trakcyjnej. Dzięki alternatywnym źródłom zasilania (agregaty spalinowe, baterie trakcyjne, superkondensatory) trolejbusy mogą omijać nawet kilkukilometrowe fragmenty sieci trakcyjnej. Organizatorzy eksploatujący komunikację trolejbusową ograniczają koszty poprzez rezygnację z utrzymywania rezerwy autobusowej na wypadek wyłączenia trolejbusów z ruchu. Komunikacja trolejbusowa staje się elastyczna w stopniu coraz bardziej porównywalnym do autobusów. Rosnące ceny paliw i rozwój wymagań technologicznych w stosunku do silników spalinowych (normy emisji spalin) generują większe koszty zakupu autobusów i ich eksploatacji, przez co dotychczas drogi w zakupie, a tańszy w eksploatacji trolejbus staje się realną alternatywą.

Literatura

1. Kacprzak J., Kozierkiewicz M., *Układy napędowe i układy sterowania trolejbusów*, Politechnika Radomska im. K. Pułaskiego, Seria Monografie, nr 28, Radom 1997.
2. Lelek B., Wolf V., 2001, *Trolejbus ŠKODA 21TrACI v pravidelném provozu v Hradci Králové, Městká Doprava*, 2001, nr 1.
3. Połom M., Bartłomiejczyk M., *Eksploatacja i rozwój infrastruktury oraz taboru przedsiębiorstwa komunikacji trolejbusowej w Gdyni*, „Technika Transportu Szynowego", 2010, nr 7–8.
4. Połom M., Palmowski T., *Rozwój i funkcjonowanie komunikacji trolejbusowej w Gdyni,* Wydawnictwo Bernardinum, Pelplin 2009.
5. Błaszczak G.A., *Nowoczesne trolejbusy w Rzymie*, „Biuletyn Komunikacji Miejskiej", 2008, nr 99.
6. Stiasny M., *Trolejbusy w Landskronie*, „Zajezdnia", 2005, nr 1(6).

Reklama w „Transporcie 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

Transport Miejski i Regionalny
Kontynuacja tytułu „Transport Miejski", wydawanego od 1982 r.

Wydawca:
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej
http://www.sitk-rp.org.pl

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

Rada programowa:
Wojciech Bąkowski, Jerzy Chudzicki, Alina Giedryś, Andrzej Grzegorczyk, Andrzej Rudnicki, Wojciech Suchorzewski, Antoni Szydło, Marian Tracz, Olgierd Wyszomirski, Barbara Żmidzińska

Redaktor naczelny:
Wiesław Starowicz – starowicz@sitk.org.pl

Sekretarz redakcji:
Janina Mrowińska – mrowinska@sitk.org.pl

Zespół redakcyjny:
Tadeusz Dyr, Stanisław Gaca, Ryszard Janecki, Mariusz Szałkowski, Robert Tomanek

Współpraca:
Katarzyna Hebel (Gdynia), Stefan Krychniak (Warszawa), Bartosz Mazur (Katowice), Bogusław Molecki (Wrocław), Stefan Sarna (Warszawa), Jacek Szołtysek (Katowice), Michał Wolański (Warszawa)

Streszczenia w języku angielskim:
Agata Mierzyńska

Recenzowanie tekstów:
Czasopismo jest umieszczone na liście Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego z 6 punktami za umieszczoną w nim publikację naukową. Wszystkie publikacje podlegają procedurze recenzowania.

Skład:
Tomasz Wojtanowicz

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

Projekt graficzny okładki:
Lucyna Starowicz

Prenumerata w 2011 roku:
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji
Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie
Adres: 30-804 Kraków, ul. Siostrzana 11
Konto: 43 1240 4722 1111 0000 4859 0666
Cena egzemplarza – 18 zł +Vat (zagraniczna – 8 euro +Vat)
Koszt prenumeraty półrocznej – 108 zł +Vat (zagraniczna – 48 euro +Vat)
Koszt prenumeraty rocznej – 216 zł +Vat (zagraniczna – 96 euro +Vat)
Studenci – 50% zniżki

Artykuły opublikowane w „Transporcie Miejskim i Regionalnym" są dostępne w bazach danych 20 bibliotek technicznych, indeksowane w bazie danych o zawartości polskich czasopism technicznych BAZTECH http://baztech.icm.edu.pl
Działa wyszukiwarka tekstów i autorów na stronie internetowej: *www.biblioteka.transport.pwr.wroc.pl/szukaj/tmir*.
Artykułów nie zamówionych redakcja nie zwraca. Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania skrótów nadesłanych materiałów.
Za treść i formę ogłoszeń oraz reklam redakcja nie odpowiada.
Za wydrukowanie artykułu Autorzy nie otrzymują honorarium.