**Transport Miejski i Regionalny (skrót TMiR)**
Czasopismo wydawane od 2004 roku jako kontynuacja tytułu „Transport Miejski", wydawanego od 1982 r.

**Redaktor naczelny**
Prof. PK dr hab. inż. Wiesław Starowicz (Politechnika Krakowska)
starowicz@sitk.org.pl

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

**Rada naukowo-programowa**
Prof. dr hab.Wojciech Bąkowski (Uniwersytet Szczeciński), mgr inż. Alina Giedryś (niezależny konsultant), prof. dr hab. inż. Andrzej Rudnicki (Politechnika Krakowska), prof. dr inż. Wojciech Suchorzewski (Politechnika Warszawska), prof. dr hab. inż. Antoni Szydło (Politechnika Wrocławska), prof. dr hab., inż. Marian Tracz (Politechnika Krakowska), prof. dr hab. Olgierd Wyszomirski (Uniwersytet Gdański), mgr inż. Barbara Żmidzińska (niezależny konsultant)

**Redaktorzy tematyczni**
Prof. PR dr hab. Tadeusz Dyr (Politechnika Radomska – zarządzanie transportem), prof. PK dr hab. inż. Stanisław Gaca (Politechnika Krakowska – inżynieria ruchu), dr inż. Ryszard Janecki (Politechnika Śląska – transport regionalny), mgr inż. Mariusz Szałkowski (Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA w Krakowie – transport miejski), prof. UE dr hab. Robert Tomanek (Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach – ekonomika transportu)

**Redaktor statystyczny**
Dr inż. Jolanta Żurowska (Politechnika Krakowska)

**Redaktor językowy i streszczenia w języku angielskim**
Mgr Agata Mierzyńska (Urząd Miasta Krakowa)

**Projekt graficzny okładki**
Mgr inż. arch. Lucyna Starowicz

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

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

**Nakład**
800 egzemplarzy

**Skład**
Tomasz Wojtanowicz

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

**Deklaracja o wersji pierwotnej czasopisma**
Główną wersją czasopisma jest wersja papierowa
Artykuły w wersji elektronicznej są dostępne na stronie czasopisma z rocznym opóźnieniem

**Bazy indeksujące artykuły TMiR**
Baza BAZTECH – http://baztech.icm.edu.pl/
Baza Index Copernicus – http://indexcopernicus.com/

**Wyszukiwarka autorów i artykułów TMiR**
http://www.transport.miejski.info

**Prawa autorskie**
Copyright © Transport Miejski i Regionalny, 2013

**Informacje dodatkowe**
Za wydrukowanie artykułu autorzy nie otrzymują honorarium.
Za treść i formę ogłoszeń oraz reklam redakcja nie odpowiada.

# *Spis treści*

**Maciej Szymczak** . . . . . **4**
*W oczekiwaniu na autonomiczne samochody. Czy spełnią oczekiwania kierowców i jak wpłyną na miasta?*
*In anticipation of autonomous cars. Will they meet drivers' expectations and how will they affect cities?*

**Kazimierz Jamroz, Lech Michalski, Jacek Oskarbski** . . . . . **10**
*Zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach*
*Road safety management in cities*

**Andrzej Szarata** . . . . . **17**
*Budowa modelu symulacyjnego województwa małopolskiego – model popytu*
*Development of simulation model of the Małopolska region – the demand model*

**Tomasz Kulpa** . . . . . **22**
*Metody uzupełniania brakujących danych na przykładzie liczby zarejestrowanych pojazdów*
*Missing data imputation on example of number of registered trucks*

**Anna Romanowicz** . . . . . **26**
*Ocena poziomu jakości usług komunikacji autobusowej na terenie województwa małopolskiego*
*Assessment of the quality of the bus public transport services in the Małopolska voivodeship,*

**Aleksandra Mendryk** . . . . . **30**
*Modelowe ujęcie strategii marketingowej przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego w Polsce*
*The model approach to the marketing strategy of entities organizing transport services on the market of public transport in Poland*

**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

**Punktacja artykułów**
Każda publikacja w czasopiśmie „Transport Miejski i Regionalny" zgodnie z aktualnym wykazem czasopism punktowanych opublikowanym przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego w dniu 20 grudnia 2012 roku (część B) posiada **5 punktów**.

**Prenumerata TMiR w 2013 roku**
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
Zamówienia: Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej Oddział w Krakowie
Adres: 30-804 Kraków, ul. Siostrzana 11
tel./fax 12 658 93 74, e-mail: tmir@sitk.org
Płatność: konto: 43 1240 4722 1111 0000 4859 0666

# Streszczenia angielskie – Abstracts in English

**Maciej Szymczak**

*In anticipation of autonomous cars. Will they meet drivers' expectations and how will they affect cities?*

**Abstract:** For several years now we have been seing a clear step-up efforts to develop an autonomous car – the vehicle which is able to drive itself and without the driver. Such cars are under road tests nowadays. Recently every motor show presents some premiere models of this category. Not only carmakers themselves have been involved in the development work. Foretaste of future developments is the current range of vehicle equipment available on the market that carmakers offer for particular models. Many components can be regarded as an intelligent solution leading to the autonomy of the vehicle. Facing those trends it seems worthwhile to consider benefits of popularization of totally autonomous cars for cities, it is also important to examine drivers' attitude to the progressive autonomy of driving: to driver' assistance systems, and to future driverless cars as well. This is a purpose of the paper. It turns out that cities can benefited significantly when autonomous cars are in use but only under the condition that they dominate the traffic. The survey showed that progress of development of an autonomous car is generally positively accepted by car users, but majority of drivers want to have possibility to drive the car on their own. The results of research were supplemented by a brief description of progress in the field of car assistance systems and achievements towards the development of a driverless car.

**Keywords:** autonomous cars, driverless cars, self-driving cars, urban transport

**Kazimierz Jamroz, Lech Michalski, Jacek Oskarbski**

*Road safety management in cities*

**Abstract:** Safety management plays a very important role in the modern approach to the development of safety based on the concept of the three eras, which represents activities aimed at the development and improvement of road infrastructure, safety management and promotion of a safety culture, where safety management plays a very important role. The paper presents the characteristics of road safety with the identification of the main problems and risk groups in urban areas. Systems of road safety management were characterized, which includes organizational structure, planning activities, responsibilities, policies and procedures, as well as resources (personal and financial) necessary to develop, implement, and monitor the implementation of the adopted vision and strategic objectives in the field of road safety. Against this background, the concept of road safety management system in cities was proposed by focusing mainly on standardized management tools. The paper also addressed the automation of security management in the cities, which may be developed with the use of the existing traffic management systems or those which are being implemented. Quoted in the article, the analytical results confirm the high effectiveness and efficiency of the proposed Directive 2008/96/EC on the safety management system of road infrastructure on rural roads, and indicate the need of preparation of an organizational system and appropriate procedures to implement the integrated system of road safety management in the urban road network. Improvement with regard to the requirements of standardization, research results and examples of good practice also require tools for safety management with particular emphasis on automation with the use of Intelligent Transport Systems.

**Key words**: urban areas, cities, road safety, management, management tools.

**Andrzej Szarata**

*Development of simulation model of the Małopolska region – the demand model*

**Abstract:** The Cracow University of Technology is a leader of scientific consortium, working on development of public transport master plan for the Małopolska region. Important part of the project was comprehensive travel study conducted in the households of the Małopolska. In total, the interviews were conducted in 4 000 households and obtained results have been used for the modeling purposes. The paper presents selected aspects of demand modeling issues for the purpose of simulation model development. The model will be used as a tool for estimation of the effectiveness of planned scenarios of transportation systems development and plays important role in the public transport master plan. The modeling procedure is embedded in classical four stage approach, however within the paper, only three of them: demand, gravity and modal split have been described. At the end, results of modeling procedure in form of equations and respective parameters as well as results of model calibration and validation have been presented.

**Key words:** transport model, demand modeling, public transport master plan

**Tomasz Kulpa**

*Missing data imputation on example of number of registered trucks*

**Abstract:** In this paper missing data methods application was presented. Reasons of missing data might be various: caused by refusal to answer the question in inquiry, carelessness of person conducting the measurement or data are not collected or collected only for certain groups. Three types of missingness were listed: random, partially random and non-random, and two groups of imputation methods were characterised: simple and complex. However listwise deletion is widely used but it results in sample size reduction. Thus other methods should be explored. In paper different methods of missing data imputation were described using fictional examples. Next, chosen procedures were used to deal with missing data in number of trucks registered in districts. Each method was evaluated and conclusions were formulated. The worst results were achieved for mean imputation, while the best for single regression imputation.

**Key words:** trip modelling, traffic research, data bases

**Anna Romanowicz**

*Assessment of the quality of the bus public transport services in the Małopolska voivodeship*

**Abstract:** The most important goal of the passenger transport in the situation of rapid technological development is to offer passenger transport services the highest possible level. An effective solution to the problems effected from the rapid economic development and the development of the automotive industry can be a concept of sustainable development. In the sustainable transport system functionality is intergenerational and based on a balance with the natural environment. The general level of inhabitants' satisfaction on quality of bus public transport, based on surveys conducted in 2010 and 2012, as well as 11 quality characteristics of bus public transport in the Małopolska voivodeship are presented in the article. In the analyzed years respondents considered general level of satisfaction of quality of bus public transport as

good. The same evaluation applies to the public transport. The best mark is for direct connections, reliability of travel and personal security, and the lowest appraisal was given to the information in vehicles and at bus stops as well as to the possibility of choice different connections. It should be noted that in regular services to work or to school, passengers need to have opportunity to choose among various options of the trip, so barriers in public space and public transport should be eliminated and availability of daily services should be improved. Thanks those activities quality level of communication services might be verified.
**Key words:** quality, regional transport, sustainable transport

**Aleksandra Mendryk**
***The model approach to the marketing strategy of entities organizing transport services on the market of public transport in Poland***
**Abstract:** The entities organising transport services on the market of public transport, operating in the conditions both of declining demand for public transport services and increasing competition of individual transport, need to take effective actions to attract new customers and retain existing ones. Deliberately planned actions formalised in a marketing strategy, are not only sufficient but also necessary condition for the proper development of the entities organising transport services on the market of public transport. The marketing strategy stimulates the development and growth of the company, when it includes active and coherent marketing efforts, enabling in the optimal way to use the strengths of the company and the opportunities occurring in the environment. In the article, on the basis of the results of own research, on the use of marketing strategies in urban transport, the model approach to the marketing strategy of entities organising transport services on the market of public transport has been presented. The model approach includes the potential objectives of the action, as the base of marketing strategy, and its content defining target market, proceedings and marketing instruments. The suggested model approach indicates the potential actions that can be undertaken by organisators of public transport implementing marketing strategy. The model approach does not indicate the only proper solutions, however it may be useful in the formulation of marketing strategy for the entities organising transport services on the market of public transport.
**Key words:** public transport, marketing strategy, target market, segmentation, marketing management

VII Konferencja naukowo-techniczna

# POLITYKA PARKINGOWA W MIASTACH

ORGANIZATORZY KONFERENCJI
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Oddział w Krakowie
Politechnika Krakowska, Katedra Systemów Komunikacyjnych, Zakład Organizacji i Ekonomiki Transportu

PROTEKTORAT HONOROWY KONFERENCJI
JM Rektor Politechniki Krakowskiej, prof. dr hab. inż. Kazimierz FURTAK
Prezydent Miasta Krakowa, prof. dr hab. Jacek MAJCHROWSKI

MIEJSCE I TERMIN KONFERENCJI
ZAKOPANE, Ośrodek Konferencyjno-Wypoczynkowy „HYRNY"
16–18 października 2013 r.

CELE KONFERENCJI

Celem konferencji jest wymiana poglądów i doświadczeń w zakresie uwarunkowań funkcjonalnych, prawnych, ekonomicznych i organizacyjnych systemów parkingowych, w szczególności:

• Nowoczesne systemy zarządzania parkingami • Systemy sterowania informacją o dojazdach do miejsc parkingowych • Aspekty techniczne parkingów • Parkingi kubaturowe (w tym podziemne) – uwarunkowania lokalizacyjne, techniczne i organizacyjne • Projektowanie i organizacja ruchu na parkingach • Wpływ parkingów wielkopowierzchniowych na funkcjonowanie obsługującego układu komunikacyjnego • Metody wyznaczania potencjałów ruchotwórczych obiektów parkingowych • Standardy parkowania • Uwarunkowania prawne związane z funkcjonowaniem systemu parkingowego • Ocena działania stref płatnego parkowania. • Efektywność, organizacja poboru opłat • Park & Ride w świetle krajowych i zagranicznych doświadczeń

DANE TELEADRESOWE ORGANIZATORÓW
SITK RP Oddział w Krakowie, ul. Siostrzana 11, 30-804 Kraków
tel. 12 658-93-72, fax: 12 659-00-76, e-mail: annabujak@sitk.org.pl

# W OCZEKIWANIU NA AUTONOMICZNE SAMOCHODY. CZY SPEŁNIĄ OCZEKIWANIA KIEROWCÓW I JAK WPŁYNĄ NA MIASTA?[1]

**MACIEJ SZYMCZAK**
dr hab., prof. nadzw. UEP, Katedra Logistyki Międzynarodowej, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, tel. +48 61 854 35 36, e-mail: maciej.szymczak@ue.poznan.pl

**Streszczenie.** Od kilku lat obserwujemy wyraźne wzmożenie wysiłków prowadzących do opracowania samochodu autonomicznego, a więc takiego, który będzie sam się poruszał bez udziału kierowcy. Samochody takie przechodzą testy drogowe. Ostatnio prawie każde targi motoryzacyjne mają swoją premierę w tym zakresie. W prace te angażują się już nie tylko koncerny motoryzacyjne. Przedsmak tego, co będzie, stanowi aktualna oferta wyposażenia dostępnych na rynku pojazdów, jaką przygotowują producenci samochodów dla poszczególnych swoich modeli. Wiele z jej elementów można uznać za rozwiązania inteligentne prowadzące do autonomizacji samochodu. Wydaje się, że w obliczu tych tendencji warto już dziś zastanowić się, jakie korzyści dla miast może przynieść popularyzacja całkowicie autonomicznych samochodów, a także zbadać nastawienie kierowców do postępującej autonomizacji prowadzenia: do systemów asystujących oraz przyszłych autonomicznych samochodów. Stanowi to cel artykułu. Okazuje się, że można wskazać wiele korzyści dla miast, gdy autonomiczne pojazdy zaczną w nich funkcjonować, jednak będą one odczuwalne, dopiero wtedy, kiedy te samochody zdominują ruch. Przeprowadzone badanie ankietowe wykazało, że użytkownicy samochodów generalnie odbierają pozytywnie postęp w kierunku opracowania autonomicznego samochodu, ale zdecydowana większość kierowców chce mieć możliwość samodzielnego prowadzenia pojazdu. Wyniki analiz uzupełnione zostały krótką charakterystyką postępów w zakresie asystentów jazdy oraz zwięzłym opisem dotychczasowych dokonań w zakresie konstrukcji autonomicznego samochodu.

**Słowa kluczowe:** samochody autonomiczne, samobieżne pojazdy, inteligentne pojazdy, transport miejski

## Wprowadzenie

Współczesne pojazdy stają się coraz bardziej inteligentne. Obecnie kupujący samochód osobowy mają do wyboru wiele rozwiązań ułatwiających jazdę. Coraz większa część z nich staje się standardowym wyposażeniem pojazdu. Wiele kolejnych można dokupić w ramach wyposażenia dodatkowego. Oferta jest coraz bogatsza w tym zakresie i nie dotyczy już tylko najwyżej pozycjonowanych marek i najdroższych modeli. Prace ośrodków rozwojowych idą znacznie dalej. Postawiły one sobie za cel skonstruowanie pojazdu autonomicznego, całkowicie zautomatyzowanego, nie wymagającego prowadzenia przez człowieka. Czy takie pojazdy mają szansę szybko przyjąć się na rynku, a następnie zmienić oblicze transportu w miastach? Jakie korzyści dla miasta może przynieść funkcjonowanie tego typu pojazdów? Odpowiedź na te pytania stanowi zasadniczy cel artykułu. Jego realizacja wymaga także krótkiego scharakteryzowania postępu w zakresie inteligentnych rozwiązań w samochodach oraz najważniejszych osiągnięć na drodze do komercjalizacji w pełni autonomicznego samochodu.

## Wyposażenie inteligentnego samochodu

Współcześnie oferowane samochody są już częściowo inteligentne. Jeśli spojrzeć na dodawane do ich wyposażenia coraz liczniejsze różnego typu tzw. asystenty, nierzadko bardzo zaawansowane technicznie, to nie sposób o inną ocenę. Wielu producentów oferuje do swoich pojazdów takie zaawansowane urządzenia, jak np. asystent parkowania, asystent pasa ruchu, asystent świateł drogowych, asystent martwego pola, asystent jazdy ekonomicznej, aktywny tempomat, system wykrywania zmęczenia, system przygotowania samochodu do wypadku, systemy unikania kolizji w jeździe miejskiej czy automatycznej jazdy w kolumnie pojazdów [1]. Nikogo nie dziwią już dzisiaj automatyczne wycieraczki, inteligentnie wybierające przełożenie dwusprzęgłowe skrzynie biegów czy nawigacja satelitarna. Urządzenia te – choć rzadko jeszcze oferowane w standardzie – stały się bardzo popularne jako atrybuty wyższych wersji wyposażeniowych czy dodatkowe wyposażenie w nowych pojazdach. Od lat montowane są w samochodach urządzenia, które w sposób całkowicie bezobsługowy wspomagają pracę kierowcy. Mam tu na myśli systemy niezwykle istotne dla bezpieczeństwa, takie jak: ABS, ASR czy ESP. Stały się one już podstawowym wyposażeniem współczesnego samochodu[2]. Niezwykle bogata jest oferta urządzeń podwyższających komfort podróży, jak np. sterowanie głosem czy wielokonturowe fotele, także przewietrzane i z funkcją masażu. Mają one pośrednio także wpływ na bezpieczeństwo, a równocześnie wzmagają poczucie obcowania z inteligentnym pojazdem.

Kolejne generacje pojazdów klasy wyższej i luksusowej torują drogę nowym i ulepszonym systemom automatyki. Dla przykładu najnowszy Mercedes klasy S z 2013 roku (W222) potrafi samoczynnie zaparkować zarówno równolegle, jak i prostopadle, a także opuścić miejsce parkingowe. Samochód sam utrzymuje się na pasie ruchu, zachowując pozycję środkową względem namalowanych na jezdni pasów. Jest także oferowany system chroniący przed kolizją przy zmianie pasa ruchu, jeśli miałoby dojść do zderzenia czołowego lub zajechania drogi.

[1] © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

[2] Listę obowiązkowego wyposażenia samochodów sprzedawanych w Unii Europejskiej w zakresie systemów podnoszących bezpieczeństwo określają dyrektywy. Lista sukcesywnie staje się coraz dłuższa. Parlament Europejski zdecydował, że od 2011 r. każdy sprzedany w zjednoczonej Europie samochód osobowy i dostawczy, a od 2014 r. wszystkie samochody, muszą mieć ESP.

System samoczynnego hamowania chroni nie tylko przed najechaniem na poprzedzający pojazd, ale także „zauważa" samochody wyjeżdżające z poprzecznej ulicy na skrzyżowaniu. Regulowana – dzięki systemowi przysłon – plama świetlna świateł drogowych pozwala włączyć je na stałe podczas jazdy nocnej, nie powodując oślepiania jadących z przeciwka. Także tylne światła (w tym kierunkowskazy) mają regulowane natężenie w zależności od prędkości i pory dnia, aby nie oślepiać jadących z tyłu. Dodatkowo noktowizyjny system dalekiego zasięgu wykrywa zarówno przechodniów, jak i zwierzęta z odległości 160 metrów, a reflektory automatycznie punktowo doświetlają ich sylwetki [2]. Podobne rozwiązania testuje Volvo. Nowości, które przygotowała ta firma to np. system ochrony przed uderzeniem w barierę, w którym szerokokątne kamery oraz czujniki ultradźwiękowe monitorują przestrzeń z boku pojazdu, aby utrzymać jego właściwy dystans od barier bezpieczeństwa czy krawędzi drogi, oraz system ochrony przed kolizją z dużym zwierzęciem czy system samodzielnego parkowania (obsługiwany za pomocą smartfona) obejmujący wjazd samochodu na parking, wyszukanie wolnego miejsca i zaparkowanie. Część z tych systemów ma się znaleźć na wyposażeniu nowego Volvo XC90 w 2014 roku [3]. Oczywiście zautomatyzowane systemy w samochodzie muszą ze sobą współpracować. Możliwości tej współpracy nierzadko wydają się przekraczać oczekiwania odbiorców. Można tu podać przykład współpracy skrzyni biegów z systemem nawigacji, dzięki czemu wybiera ona najlepszy moment na redukcję biegu przed zakrętem, jak ma to miejsce w BMW serii 7 (po liftingu w 2012 r.) oraz w nowym Rolls-Royce Wraith [4].

## Rozwój pojazdów autonomicznych

Wyposażanie pojazdów samochodowych w coraz liczniejsze urządzenia automatyzujące różnego typu manewry i zachowania doprowadziło do pojawienia się oczekiwania na pojazdy zdolne samodzielnie się prowadzić. Skoro współczesne samochody są w stanie wyręczyć kierowcę w coraz większym zakresie, od jakiegoś czasu było jasne, że nie ma przeszkód technicznych, aby powstały całkiem samodzielne samochody, tym bardziej że podobne systemy są od lat stosowane w transporcie lotniczym. Opracowywane w różnych ośrodkach autonomiczne samochody zawierają wiele urządzeń, w które można już dziś wyposażyć oferowane na rynku pojazdy, a które określa się jako urządzenia wspomagające jazdę.

Dla orientacji w otoczeniu samochody wyposaża się w systemy czujników, kamer (teraz także 3D, które tworzą stereoskopowy obraz sytuacji przed pojazdem) i radarów. Komputer centralny o dużej mocy obliczeniowej zbiera na bieżąco wszystkie dane spływające z czujników, kamer i radarów (nawet do 1 GB na sekundę), a na ich podstawie generuje spójny obraz otoczenia pojazdu. Do tego na wyposażeniu samochodu musi się znaleźć olbrzymia pamięć o krótkim czasie dostępu, w której zapisane jest jak najwięcej sytuacji drogowych (nie tylko typowych), z którymi samochód miałby sobie samodzielnie (automatycznie) poradzić. Należy przewidzieć wszystkie możliwe sytuacje na drodze i zaprogramować odpowiednią reakcję samochodu. Niezbędne są także aktualne i regularnie (najlepiej automatycznie) uaktualniane cyfrowe mapy drogowe dla systemu nawigacji. To właśnie software stanowi obecnie największe wyzwanie dla konstruktorów samobieżnych pojazdów.

Jeszcze więcej możliwości daje uzupełnienie infrastruktury drogowej o różnego typu czujniki, znaczniki, odbiorniki i nadajniki. Samochód komunikuje się wówczas z infrastrukturą, a infrastruktura z samochodem. Systemy V2I (Vehicle-to-Infrastructure) umożliwią bardziej skuteczne zarządzanie ruchem i lepsze wykorzystanie infrastruktury, gdyż będzie można odpowiednio wcześnie zorientować się co do pożądanego kierunku i sposobu jazdy każdego z pojazdów. W systemie V2I możliwe jest funkcjonowanie tzw. asystentów zmiany świateł na sygnalizatorach. Zbliżające się pojazdy będą mogły zgłosić w ten sposób żądanie przejazdu przez skrzyżowanie w określonym kierunku. Nie ma potrzeby wyposażać sygnalizacji świetlnych w pętle indukcyjne czy kamery wideo w celu detekcji pojazdów. Za pośrednictwem systemów I2V (Infrastructure-to-Vehicle) możliwe jest przekazanie do samochodu informacji o znakach drogowych (pionowych i poziomych), regulowanie ruchu czy pobieranie opłat drogowych.W systemie I2Vna przykład wspomniany wyżej sygnalizator świetlny przekazuje do pojazdu informację o przewidywanym/planowanym kolejnym zapaleniu się sygnału zielonego, a samochód dostosowuje prędkość jazdy (lub sugeruje odpowiednią prędkość kierowcy), aby przejechać przez skrzyżowanie bez zatrzymywania się. Jeśli samochód zatrzymał się i oczekuje na zapalenie się zielonego światła, sygnalizator przekazuje do pojazdu informację o czasie oczekiwania.Technologia ta zdradza podobieństwo do systemu radiolatarni i radionamierników stosowanych w żegludze. Rozwijane są również systemy komunikacji pomiędzy pojazdami V2V (Vehicle-to-Vehicle). To one pozwolą kierowcy odpowiednio wcześniej pozyskać informacje o sytuacji na drodze, zorientować się co do kierunku jazdy innych znajdujących się w pobliżu pojazdów, a tym samym ich planowanych manewrów i to bez powodowania zbędnej dekoncentracji kierującego. Komunikacja V2V będzie wyjątkowo przydatna w warunkach słabej widoczności – dotyczy to zarówno sytuacji ograniczonej przejrzystości powietrza, jak i tych fragmentów drogi czy tych skrzyżowań, na których istnieje duże ryzyko nie zauważenia innego pojazdu. Odpowiednie informacje wysyłać może także pojazd zaparkowany (np. w kiepsko widocznym miejscu), co chroni przed najechaniem na niego przez inny pojazd. Technologia V2V przyczyni się także do zwiększenia bezpieczeństwa przejazdu pojazdów uprzywilejowanych, np. karetek pogotowia. Wreszcie w ramach komunikacji pomiędzy pojazdami możliwe jest przesyłanie alertów o niebezpieczeństwie (np. wypadki, zatory, przeszkody na jezdni, gołoledź) do pojazdów jadących tą samą trasą będących w zasięgu komunikacji, przez co ich kierowcy mogą zawczasu dostosować parametry jazdy i zachować szczególną ostrożność. Rozwiązanie V2V wykorzystuje powszechnie dziś stosowaną bezprzewodową łączność WLAN, a przesyłane informacje stanowią przetworzone dane pochodzące z rozmaitych czujników i systemów zamontowanych w aucie. Niezbędne są prędkość, przyspieszenie (opóźnienie), kierunek jazdy i oczywiście dokładna pozycja pojazdu. Łączność może być nawiązana między pojazdami znajdującymi się w odległo-

ści kilkaset metrów od siebie. Technologię V2V bardzo mocno rozwijają General Motors, Daimler oraz Volkswagen. Jej wdrożenie nie wiąże się dzisiaj z dużymi kosztami.

Trzy systemy: V2I, I2V oraz V2V, zwane ogólnie Car-2-X, mają niebagatelny wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Wszystkie są rozwijane przez różnego typu jednostki badawcze i konsorcja, silnie wspierane przez przemysł motoryzacyjny. Wskazać można liczne prowadzone projekty w tym zakresie. Jednym z wielu był WILLWARN (Wireless Local Danger Warning) realizowany w latach 2004–2007 i poświęcony rozwijaniu systemów zdalnego ostrzegania o niebezpieczeństwie na drodze za pośrednictwem komunikacji V2V [5]. Na bardzo dużą skalę zakrojony był projekt simTD (Sichere Intelligente Mobilität Testfeld Deutschland) realizowany przez 17 partnerów, w tym jednostki naukowo-badawcze, firmy telekomunikacyjne, zarządy dróg, a także sześciu producentów samochodów. W projekcie uczestniczyło 400 pojazdów, a poligon badawczy stanowiło miasto Frankfurt nad Menem oraz jego aglomeracja. Badania prowadzone były na drogach różnego typu: od autostrad po drogi najniższej kategorii [6]. Dla V2V opracowywane są jednolite standardy komunikacyjne, jak na przykład w Europie przez Car2Car Communication Consortium.

Zainteresowanie badaczy i konstruktorów autonomicznymi pojazdami[3] znacznie wzmogło się po tym, jak w 2004 roku Agencja Zaawansowanych Obronnych Projektów Badawczych USA – DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) – zorganizowała wyścigi samobieżnych pojazdów poruszających się bez kierowców. DARPA już wcześniej realizowała projekty bezzałogowych aparatów latających UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) oraz autonomicznych pojazdów lądowych UGCV (*Unmanned Ground Combat Vehicle*) o militarnym przeznaczeniu, jednak uwagę większej części społeczeństwa zwróciła dopiero konkursem z 2004 roku, który miał charakter cywilny i był otwarty dla wszystkich chętnych, a nagrodą był milion dolarów.

Od 2010 roku pojazdy autonomiczne testuje Google. Internetowy gigant dysponuje już flotą dziesięciu takich pojazdów przygotowanych na bazie Toyoty Prius (6 sztuk), Lexusa RX450h (3) i Audi TT (1) [8]. W sierpniu 2012 roku ogłoszono, że pojazdy Google przejechały ponad 300 tysięcy mil jako pojazdy autonomiczne. Jazdy odbywały się w różnych warunkach drogowych, pogodowych i terenowych, a podczas tych jazd nie zdarzył się żaden wypadek[4] [9]. Jak podaje Google koszt dodatkowego wyposażenia pojazdu, które decyduje o jego autonomiczności, to około 150 tysięcy USD [10]. Niemal połowa z tego to koszt urządzenia o nazwie LIDAR (*Light Detection and Ranging*), które jest połączeniem lasera z teleskopem i działa podobnie do radaru.

Nad autonomicznymi pojazdami pracują intensywnie Audi, BMW, Ford, General Motors, Mercedes, Nissan, Toyota i Volkswagen. Swoją aktywność ostatnio zaznaczają przede wszystkim Audi i Toyota. W styczniu 2013 roku na targach elektroniki konsumenckiej CES (*Consumer Electronics Show*) w Las Vegas autonomiczne samochody zaprezentowały Audi (model A7 Piloted Driving) i Toyota (model Lexus LS Integrated Safety). Dwa miesiące później na salonie samochodowym w Genewie zaprezentowano autonomiczne Audi TT. Niemal wszyscy najważniejsi gracze na rynku motoryzacyjnym ogłaszają, że w najbliższej przyszłości zaoferują samochody, które – najczęściej w określonych warunkach[5] – będą mogły poruszać się samodzielnie.

Również Polska ma na tym polu ciekawe dokonania. Studenci z Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej, członkowie Koła Naukowego Pojazdów i Robotów Mobilnych, skonstruowali pierwszy polski pojazd autonomiczny, który został pokazany w grudniu 2012 roku podczas I Mistrzostw Polski Robotów [11]. „Jurek" – bo tak się nazywa – jest zaawansowanym systemem-automatem, który może być wbudowany w każdym pojeździe samochodowym. Ten, pokazany w 2012 roku, został umieszczony w Toyocie Yaris, która porusza się samodzielnie, bez kierowcy. Auto można zdalnie uruchomić przez Internet, korzystając np. ze smartfona. W ten sposób także programuje się trasy i harmonogram jazd.

Formułuje się przypuszczenia, że kolejnym opracowanym i pokazanym autonomicznym pojazdem będzie ciężarówka. Autorzy spekulują na temat potencjalnych korzyści i skutków ekonomicznych ich upowszechnienia się [12]. Wyraźny symptom obranego kierunku rozwoju stanowi niedawny fakt testowania samobieżnych busów w Singapurze, które docelowo mają dowozić pasażerów do najbliższego przystanku transportu zbiorowego czy węzła przesiadkowego, rozwiązując problem tzw. pierwszej i ostatniej mili. Autobusy o nazwie Navia zbudowała francuska firma Induct Technology. Osiągają one maksymalną prędkość 20,1 km/h. Na razie kursują na dwukilometrowej trasie między Uniwersytetem Technicznym Nanyang a parkiem technologicznym JTC, zabierając 8 pasażerów. Wszystkie trzy wymienione podmioty są partnerami w projekcie, który wspiera Rada Rozwoju Ekonomicznego Singapuru EDB (*Economic Development Board*) [13].

Za rozwojem pojazdów autonomicznych podążają regulacje prawne. W czerwcu 2011 roku w amerykańskim stanie Nevada, a w kwietniu 2012 w stanie Floryda dopuszczono do ruchu na drogach publicznych autonomiczne samochody. W tym samym roku we wrześniu takie prawo podpisał gubernator Kalifornii. Prawo wymaga jednak, aby za kierownicą takiego pojazdu siedział kierowca z odpowiednim prawem jazdy [14]. Ma on kontrolować działanie maszyny, a w razie konieczności przejąć sterowanie nad nią. Do podobnego kroku szykują się już kolejne stany Ameryki. W Europie brak jest na razie jakichkolwiek regulacji w tej sprawie. Jedynie w Wielkiej Brytanii przygotowano projekt ustawy, która umożliwi przeprowadzanie testów autonomicznych samochodów.

[3] Niezależnym wątkiem badawczym jest konstruowanie pojazdów, którymi można sterować za pomocą sygnałów płynących z mózgu poprzez interfejs mózg-komputer BCI (Brain-Computer Interface) bez konieczności fizycznej interakcji z pojazdem [7]. Takie semi-autonomiczne samochody są rozwijane przede wszystkim z myślą o mobilności osób niepełnosprawnych i stanowią forpocztę w pełni autonomicznych pojazdów.

[4] Odnotowano jedną kolizję, która jednak nie obciąża systemów automatycznych – na samochód Google'a najechał inny pojazd, kiedy ten oczekiwał na zmianę świateł na skrzyżowaniu.

[5] Np. podczas jazdy autostradowej czy podczas poruszania się w zatorze drogowym.

Dynamizm badaczy i konstruktorów w zakresie autonomicznych pojazdów jest nie do powstrzymania i z pewnością tego typu doniesień będzie coraz więcej. W tym kontekście warto zastanowić się nad odbiorem tendencji do autonomizowania zachowań samochodów wśród kierowców, a także, czy takie samochody mogą przyjąć się w miastach i jaki może być ich wpływ na transport w mieście. Kwestie te podjęte są w dwóch kolejnych częściach artykułu. Rozważania te są tym bardziej uzasadnione, że spora część oferowanych dziś systemów automatycznych funkcjonuje przy niskich prędkościach, a takie są rozwijane na obszarach zabudowanych.

## Czy kierowcy chcą pojazdów autonomicznych?

Nikt nie kwestionuje korzyści, jakie mogą przynieść współczesne systemy wspomagające jazdę. Oprócz wygody prowadzenia przyczyniają się one do zmniejszenia liczby wypadków i kolizji, zmniejszenia liczby ofiar i poszkodowanych, ograniczenia skali obrażeń i szkód, mniejszego zużycia paliwa, mniejszej emisji szkodliwych substancji. Trudno to przecenić. Kierowcy są przekonani, że automat zadziała lepiej, niż zrobiłby to kierowca. Stąd dzisiejsza popularność wielu takich urządzeń montowanych w pojazdach. Według J.D. Power and Associates średnio co piąty kierowca raczej lub z pewnością zakupiłby kolejny swój samochód z funkcjami autonomicznej jazdy przy założeniu, że będzie musiał zapłacić za to dodatkowo 3 tysiące dolarów, przy czym częściej są do tego skłonne osoby młode i zainteresowane droższymi modelami. Skłonność ta jest wyraźnie większa pośród mężczyzn. Jeśli nie uwzględniać dodatkowego kosztu, skłonność do zakupu deklarowało już 37% respondentów [15]. W badaniach przeprowadzonych przez Accenture pośród klientów w USA i Wielkiej Brytanii aż 49% deklarowało, że odczuwałoby komfort, poruszając się autonomicznym samochodem, mimo iż jednocześnie ponad połowa z nich narzeka na niepoprawną pracę i „zawieszanie się" różnych urządzeń elektronicznych codziennego użytku [16]. Nie wykazali zatem oni bariery psychologicznej, którą Basulto [17] wskazuje jako istotną przeszkodę szybkiego upowszechnienia się pojazdów autonomicznych.

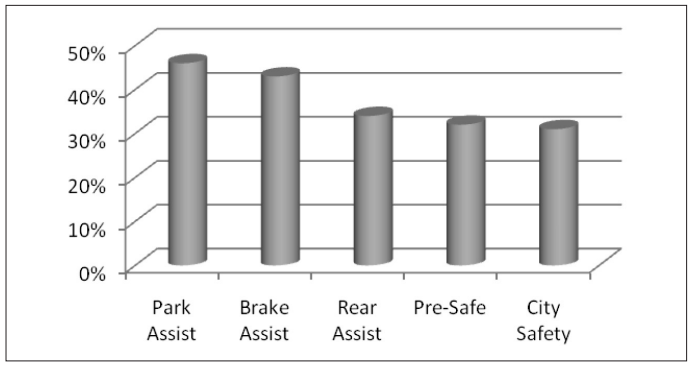
W czerwcu 2013 roku autor przeprowadził w Poznaniu badanie ankietowe na zróżnicowanej wiekowo grupie 134 losowo wybranych osób, które miało na celu wykazać ich zainteresowanie inteligentnymi rozwiązaniami we współczesnych samochodach oraz ich stosunek do autonomicznych pojazdów. Okazało się, że dla 91% respondentów wyposażenie samochodu w urządzenia wspomagające kierowcę jest ważne, a dla 31% bardzo ważne i przesądza o jego zakupie. Tylko 9% badanych nie zwraca uwagi na tego typu udogodnienia. Jako najbardziej przydatne rozwiązania respondenci wskazali[6]: asystenta parkowania (46% wskazań), asystenta nagłego hamowania (43%), asystenta cofania (34%), systemy aktywnego bezpieczeństwa, przygotowujące pojazd do (nieuniknionego już) wypadku (32%) oraz systemy unikania kolizji w ruchu miejskim (31%) – rysunek 1. Największym zainteresowaniem cieszą się więc w dużej części systemy znane i stosowane już od lat, także w samochodach klasy popularnej – pierwsze trzy pozycje, a także systemy znane z pojazdów luksusowych – przedostatnia, jak i dynamicznie rozwijane i zdobywające dopiero popularność – ostatnia. Na nieco dalszych pozycjach znalazły się m.in. asystent martwego pola, systemy kontroli czujności/zmęczenia kierowcy oraz aktywny tempomat – każde z nich uzyskało 26% wskazań[7]. Nieco inaczej sprawa wygląda z autonomicznymi samochodami. Okazuje się, że 88% respondentów jest zainteresowanych w pełni autonomicznymi pojazdami. To bardzo dobry, a nawet zaskakujący wynik. Jednak należy zauważyć, iż nie wszyscy zainteresowani autonomicznymi samochodami mają do nich jednolity stosunek. Jedynie niespełna 13% z nich marzy o takim samochodzie. 6% uważa to za dobre rozwiązanie jedynie w podróżach miejskich, a prawie 7% – tylko w podróżach na większe odległości. Ponadto prawie 63% badanych jest za autonomicznymi samochodami, ale tylko wówczas, kiedy sami będą mogli decydować o pracy systemów automatycznych i także samemu prowadzić samochód. Niemal 12% nie chciałoby mieć w ogóle takiego samochodu i nie wykazuje zainteresowania pojazdami autonomicznymi. Istnieje tu zróżnicowanie ze względu na płeć oraz wiek obecnie użytkowanego pojazdu – rysunek 2. Autonomiczne samochody mają lepszą recepcję u kobiet. Odnotowano stosunkowo niewielkie zróżnicowanie wyników ze względu na wiek respondenta. Autonomiczne samochody najbardziej niechętnie były przyjmowane przez najstarszych uczestników badania. Największą grupę zwolenników autonomicznych pojazdów stanowią użytkownicy (nie koniecznie właściciele) pojazdów mających od 5–10 lat. Najmniejszym zainteresowaniem cieszą się samochody autonomiczne pośród użytkowników najnowszych i najstarszych samochodów. Aż 23% użytkowników pojazdów starszych niż 10-letnie i 16% użytkowników samochodów mających nie więcej niż 3 lata deklaruje, że nie chciałoby mieć samochodu autonomicznego. Zrozumieć można użytkowników najstarszych pojazdów, przyzwyczajonych do dawnych rozwiązań i pełnej kontroli nad pojazdem. Takie podejście jest jednak zastanawiające w grupie użytkowników pojazdów najnowszych – to przecież oni mają podczas jazdy do dyspozycji najwięcej inteligentnych rozwiązań wspomagających jazdę i są beneficjentami korzyści, jakie oferują.

## Pojazdy autonomiczne w mieście

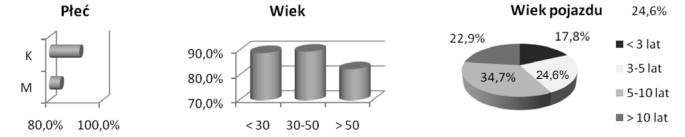
Eksploatacja pojazdów autonomicznych wiąże się z wieloma korzyściami dla użytkownika. Ogniskują się one przede

[6] Ankieta zawierała pytanie o następujące systemy: asystent cofania (Rear Assist), asystent parkowania (Park Assist), asystent pasa ruchu/zmiany pasa ruchu (Lane Assist/Side Assist), asystent świateł drogowych (Light Assist), asystent martwego pola (BLIS), asystent zjazdu/podjazdu (Climb Assist/Downhill Assist), aktywny tempomat (ACC+Front Assist), asystent jazdy nocnej (Night Vision), asystent stylu jazdy (Eco-Driving Assist), asystent nagłego hamowania (Brake Assist), system unikania kolizji w ruchu miejskim (City Safety), system aktywnego bezpieczeństwa – przygotowywanie do wypadku (Pre-Safe), system kontroli czujności/zmęczenia kierowcy (Driver Activity Assist).

[7] Zaskakiwać może stosunkowo słaba pozycja asystentów jazdy ekonomicznej (16% wskazań) oferowanych dzisiaj przez producentów w bardzo wielu modelach samochodów. Wynik taki dziwi zwłaszcza w obliczu rosnących kosztów paliw. Respondenci również nie docenili asystentów pasa ruchu (19%), które to systemy są dzisiaj bardzo eksponowane przez koncerny motoryzacyjne, jako wspomagające bezpieczeństwo czynne.




Rys. 1. Najbardziej pożądane inteligentne rozwiązania w samochodach wg wskazań respondentów
Źródło: opracowanie własne.




Rys. 2. Poziom zainteresowania autonomicznymi samochodami oraz struktura wiekowa pojazdów pośród osób wykazujących takie zainteresowanie
Źródło: opracowanie własne.

wszystkim wokół bezpieczeństwa i wygody. Dla miasta upowszechnienie się pojazdów autonomicznych oznacza przede wszystkim następujące korzyści:

- lepsze wykorzystanie pojemności poszczególnych elementów infrastruktury drogowej i osiąganie większych wartości przepływu (wyrażonego liczbą pojazdów umownych przekraczających przekrój drogi w jednostce czasu), co wynika z możliwości utrzymywania znacznie mniejszych odstępów pomiędzy autonomicznymi pojazdami będącymi w ruchu;
- lepsze wykorzystanie pojemności placów parkingowych; autonomiczny pojazd wymaga mniejszej przestrzeni podczas postoju, na co największy wpływ ma nie tyle jego zdolność do samodzielnego parkowania, ale przede wszystkim to, że może parkować bez pasażerów, a więc nie ma konieczności zostawiania przestrzeni potrzebnej do wsiadania i wysiadania;
- możliwość unikania wysokiego poziomu kongestii transportowej na sieci i na poszczególnych elementach infrastruktury niezależnie od warunków ruchu i innych okoliczności (np. roboty drogowe)[8]; wynika to z włączenia do systemu zarządzania ruchem w mieście wszystkich pojazdów autonomicznych jako w pełni sterowalnych urządzeń zintegrowanych teleinformatycznie z infrastrukturą i innymi pojazdami; ograniczenie poziomu kongestii oznacza jednocześnie redukcję powodowanych przez to zjawisko kosztów, np. kosztów utrzymania infrastruktury czy kosztów zewnętrznych;
- samochody poruszają się możliwie najkrótszymi trasami, nie błądzą i odpowiednio wcześnie wybierają właściwy dla osiągnięcia celu podróży pas ruchu; umożliwia to system nawigacji wraz z aktualną mapą cyfrową miasta, a bezpośrednim efektem są płynność ruchu i mniejszy poziom kongestii transportowej;
- ograniczona emisja szkodliwych substancji (przy tradycyjnym napędzie spalinowym) ze względu na bardziej płynną jazdę i mniejsze zużycie paliwa w zaprogramowanym trybie ekonomicznym, na które także wpływa ograniczony poziom kongestii transportowej;
- zwiększenie ładu w przestrzeni publicznej i poprawienie estetyki ulic poprzez eliminację znaków drogowych, które autonomicznym pojazdom nie są już potrzebne, gdyż mogą odbierać odpowiednie sygnały z infrastruktury drogą radiową;
- w niektórych przypadkach można mówić jeszcze o pozornie zwiększonej pojemności pojazdów, w których nie musi już być kierowcy – np. autonomiczne taksówki, co skutkuje mniejszą liczbą pojazdów niezbędnych do przewiezienia określonej grupy osób (redukcja zatłoczenia);
- zdecydowanie mniejsza liczba wypadków i kolizji, które zdarzają się tylko w sytuacji awarii urządzeń pokładowych lub nagłej sytuacji drogowej, której nie można przewidzieć (np. wtargnięcie pieszego tuż przed jadący samochód);
- brak ograniczeń w korzystaniu z samochodu; autonomicznym samochodem może podróżować osoba nie mająca uprawnień w świetle obowiązujących obecnie przepisów, np.: zbyt młoda, zbyt stara, ociemniała, będąca pod wpływem alkoholu etc.; zwiększa to wygodę mieszkańców miasta, ale przyczynia się do zwiększenia zatłoczenia motoryzacyjnego.

Warto zauważyć, że warunkiem uzyskania niektórych korzyści jest dopuszczenie do ruchu wyłącznie pojazdów autonomicznych. W pozostałych przypadkach skala korzyści zależy od liczby pojazdów autonomicznych w ruchu ogółem. Dlatego, jak zaznaczono wyżej, o korzyściach tych można mówić jedynie w warunkach upowszechnienia się pojazdów autonomicznych. Trudno powiedzieć dzisiaj, kiedy może to nastąpić. Zdaniem R. Rojasa obecność autonomicznych samochodów w ruchu miejskim – ze względu na dużą liczbę słabo przewidywalnych czynników – możliwa jest dopiero za 30 czy 40 lat. Jednak na autostradach i drogach szybkiego ruchu, gdzie jazda opiera się na prostych regułach działania, autonomicznych samochodów można się spodziewać za 10 do 15 lat. Na terenach zamkniętych (np. na lotniskach) już dziś można wprowadzać autonomiczne samochody [19]. Do tego czasu należy rozwiązać wiele kwestii prawnych, jak chociażby to, kto jest odpowiedzialny za wypadek spowodowany przez pojazd autonomiczny. W najwyższym możliwym stopniu należy zminimalizować zagrożenia wynikające z tego, że samochód może być zainfekowany złośliwym oprogramowaniem (*malware*), a w wyniku tego może wykonywać niepożądane działania, ktoś może przejąć nad nim kontrolę albo szpiegować użytkownika[9]. Takie zagrożenie jest realne, gdyż samochód staje się urządzeniem komputerowym włączonym do rozległej sieci.

[8] W praktyce oznacza to nie dopuszczenie do powstania kongestii II typu, przy której wraz z rosnącą gęstością ruchu spada wartość przepływu [18; 22].

[9] Samochód może wówczas w sposób zaprogramowany brać udział w przestępstwie, albo samodzielnie przyjechać do złodzieja.

## Podsumowanie

Człowiek zawsze będzie chciał realizować swoją potrzebę mobilności samodzielnie lub we własnym gronie i przy zachowaniu swobody wyboru trasy. To oferuje samochód. W przyszłości samochody z całą pewnością będą wyglądały nieco inaczej, nie będą napędzane silnikami spalinowymi, być może będą w pełni autonomiczne, ale nie znikną, bo tej potrzeby nie da się zrealizować za pomocą środków transportu zbiorowego. Po niespełna 130 latach od skonstruowania pierwszego samochodu przez Karla Benza, jako pojazdu – jak wówczas to określano – samodzielnie poruszającego się, teraz dopiero w pełni adekwatna staje się jego nazwa. Trudno powiedzieć kiedy samochody autonomiczne się upowszechnią. Trend jest jednak już bardzo wyraźny. Przeprowadzone badanie wykazało, że użytkownicy samochodów są na to przygotowani i przyjmują ten trend pozytywnie, jednak zdecydowana większość chce mieć jednocześnie możliwość samodzielnego prowadzenia pojazdu.

Z perspektywy ruchu w mieście, funkcjonowania i życia miasta można wskazać wiele obszarów, w których ujawnią się korzyści z użytkowania autonomicznych samochodów. Trzeba pamiętać, że można się ich spodziewać dopiero po wyeliminowaniu wielu potencjalnych zagrożeń i przy znacznym upowszechnieniu się tych pojazdów, a więc nieprędko. Może nie rozwiążą one wielu problemów współczesnych miast, może nie będą znaczącym czynnikiem ich przeobrażeń, ale z pewnością przyniosą ulgę w zakresie większej płynności ruchu (choćby tylko czasowo) czy mniejszych jego kosztów zewnętrznych. Trzeba też wspomnieć jeszcze o jednym, co nie zostało podjęte szczegółowo w artykule, a może stanowić inspirację do dalszych dociekań. Otóż zauważa się, że obecna kultura automobilizmu „dezorganizuje życie miasta, odbiera przestrzeń, izoluje, wywołuje napięcia" [20]. Upatruje się w tym istotny problem, którego rozwiązanie wpłynie na poprawę jakości życia w mieście. Jak wspomniano, autonomiczne samochody nie spowodują uwolnienia przestrzeni w mieście[10], ale z pewnością wpłyną na miasto w wymiarze socjologicznym. Zmieni się bowiem relacja człowiek-samochód, a dalej człowiek-człowiek. Użytkownicy samochodów zamknięci w swoich pojazdach są wyalienowani, a kontakty, jakie nawiązują z innymi użytkownikami drogi są często nacechowane agresją wynikającą z rywalizacji [21; 177]. Styl jazdy samochodem autonomicznym nie zależy bezpośrednio od użytkownika. Samochód jedzie sam, a więc niemożliwe staną się agresywne i brawurowe zachowania zagrażające bezpieczeństwu. Może taki będzie najważniejszy wymiar użytkowania autonomicznych samochodów w miastach przyszłości…

[10] Mniejsza przestrzeń, jakiej wymagają autonomiczne samochody do poruszania się oraz do parkowania wpłynie na zwiększenie pojemności obecnych elementów infrastruktury i być może nieco opóźni potrzebę tworzenia nowych, nie spowoduje jednak, że drogi samochodowe i miejsca postojowe będą likwidowane.

## Literatura


1. H. Ippen, *Multimedia Highlights*, „Auto Zeitung" 2013, nr 4, s.100–101.
2. B. Zienkiewicz, *Klasa S wyznacza kierunek*, „Motor" 2012, nr 50, s. 44–45.
3. *Volvo czuwa nad kierowcą*, „Auto Świat" 2013, nr 33, s. 7.
4. B. Buliński, *Z zacnej rodziny duchów*, „Auto Świat" 2013, nr 11, s. 8–9.
5. A. Hiller, A. Hinsberger, M. Strassberger, D. Verburg, *Results from the WILLWARN Project*, Sixth European Congress and Exhibition on Intelligent Transportation Systems and Services, Aalborg 2007.
6. A. Jaeger, S.A. Huss, *The Weather Hazard Warning in simTD: A Design for Road Weather Related Warnings in a Large Scale Car-to-X Field Operational Test,* 11th International Conference on ITS Telecommunications (ITST), St. Petersburg 2011, s. 375–380.
7. D. Göhring, D. Latotzky, M. Wang, R. Rojas, *Semi-Autonomous Car Control Using Brain Computer Interfaces*, w: S. Lee, H. Cho, K.-J. Yoon, J. Lee (eds.), *Intelligent Autonomous Systems* 12, Volume 2 Proceedings of the 12th International Conference IAS-12, 26-29 June 2012, Jeju Island, Korea, vol. 194, Springer Verlag, Berlin 2013, s. 393–408.
8. D. Lavrinc, *Google Expands Its Autonomous Fleet With Hybrid Lexus RX450h*, „Wired", http://www.wired.com/autopia/2012/04/google-autonomous-lexus-rx450h/ (dostęp: 7.04.2013).
9. *The Self-Driving Car Logs More Miles on New Wheels*,„Google Blog",http://googleblog.blogspot.hu/2012/08/the-self-driving-car-logs-more-miles-on.html (dostęp: 12.01.2013).
10. A. Priddle, Ch. Woodyard, *Google Discloses Costs of Its Driverless Car Tests,* „USA TODAY", http://content.usatoday.com/communities/driveon/post/2012/06/google-discloses-costs-of-its-driverless-car-tests/1#.UhILZTnwHIW (dostęp: 5.12.2012).
11. *Powstał pierwszy polski samochód autonomiczny*, „Wikinews",http://pl.wikinews.org/wiki/Powsta%C5%82_pierwszy_polski_samoch%C3%B3d_autonomiczny#cite_note-1 (dostęp: 17.04.2013).
12. P. Conway, *The Next Autonomous Car Is a Truck*, „Strategy And Business" 2013, iss. 71, s. 8–10.
13. NAVIA: *Singapore's First Electric Autonomous Vehicle*, „AsianScientist", http://www.asianscientist.com/tech-pharma/ntu-jtc-navia-first-electric-autonomous-vehicle-2013/ (dostęp: 20.08.2013).
14. *Automatyczne auta legalne w Kalifornii*, „Dziennik Związkowy", http://dziennikzwiazkowy.com/nauka/automatyczne-auta-legalne-w-kalifornii/ (dostęp: 20.01.2013).
15. U.S. *Automotive Emerging Technologies Study*, J.D. Power and Associates,Westlake Village (CA) 2012.
16. *Consumers in US and UK Frustrated with Intelligent Devices That Frequently Crash or Freeze*, New Accenture Survey Finds, Accenture, http://newsroom.accenture.com/article_display.cfm?article_id=5146 (dostęp: 14.07.2013).
17. D. Basulto, *Has the time finally come for the driverless car?*, „The Washington Post", http://www.washingtonpost.com/blogs/innovations/post/has-the-time-finally-come-for-the-driverless-car/2013/04/09/1fe1272c-a10d-11e2-bd52-614156372695_blog.html (dostęp 6.05.2013).
18. M. Ciesielski, *Koszty kongestii transportowej w miastach*, „Zeszyty Naukowe – Seria II", nr 87, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1986.
19. *Auto 2020, czyli przyszłość motoryzacji,* „CHIP",http://www.chip.pl/artykuly/trendy/2013/08/auto-2020-czyli-przyszlosc-motoryzacji (dostęp: 20.01.2013).
20. T. Ferenc, *Kilka uwag na temat mobilności w niewidzialnym mieście,* w: M. Krajewski (red.), *Niewidzialne miasto*, Fundacja Nowej Kultury Bęc Zmiana, Warszawa 2012, s. 99–116.
21. E.T. Hall, *The Hidden Dimension*, Doubleday, Garden City (NY) 1982.

**KAZIMIERZ JAMROZ**
dr hab. inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, tel. 58 347 11 47
email: kjamroz@pg.gda.pl
**LECH MICHALSKI**
dr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, tel. 58 347 27 31,
email: michal@pg.gda.pl
**JACEK OSKARBSKI**
dr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej, tel. 58 347 17 97,
email: joskar@pg.gda.pl

# ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM RUCHU DROGOWEGO W MIASTACH[1,2]

**Streszczenie.** W nowoczesnym podejściu do kształtowania bezpieczeństwa bazującym na koncepcji trzech er, w której ery reprezentują grupy działań ukierunkowane na rozwój i usprawnienie infrastruktury drogowej, zarządzanie bezpieczeństwem oraz promocję kultury bezpieczeństwa, zarządzanie bezpieczeństwem pełni bardzo istotną rolę. W artykule przedstawiono charakterystykę stanu brd wraz z identyfikacją głównych problemów i grup ryzyka w miastach. Następnie scharakteryzowano systemy zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego ruchu drogowego, które obejmują struktury organizacyjne, planowanie, odpowiedzialność, zasady i procedury postępowania oraz zasoby (osobowe i finansowe) niezbędne do opracowania, wdrażania, realizowania i monitorowania przyjętej wizji i celów strategicznych w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Na tym tle zaproponowano koncepcję systemu zarządzania brd w miastach, skupiając się głównie na ustandaryzowanych narzędziach zarządzania. W artykule poruszono również kwestię automatyzacji zarządzania bezpieczeństwem w miastach, której rozwój możliwy jest przy wykorzystaniu zainstalowanych lub wdrażanych systemów zarządzania ruchem ulicznym. Przytoczone w artykule wyniki analiz potwierdzają wysoką skuteczność i efektywność proponowanego przez Dyrektywę 2008/96/WE systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na drogach zamiejskich oraz wskazują na konieczność przygotowania systemu organizacyjnego i odpowiednich procedur do wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego na sieci dróg samorządowych. Doskonalenia z uwzględnieniem wymagań standaryzacji, wyników badań naukowych i przykładów dobrej praktyki wymagają ponadto narzędzia służące do zarządzania bezpieczeństwem ze szczególnym uwzględnieniem automatyzacji z wykorzystaniem środków Inteligentnych Systemów Transportu.

**Słowa kluczowe:** miasta, bezpieczeństwo ruchu drogowego, zarządzanie, narzędzia zarządzania

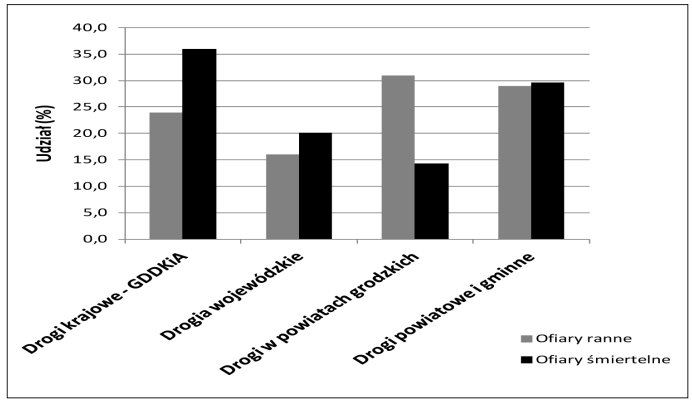
## Wprowadzenie

We współczesnym podejściu do kształtowania bezpieczeństwa wyróżnia się trzy zintegrowane elementy: działania infrastrukturalne, zarządzanie bezpieczeństwem i kulturę bezpieczeństwa [1], [2]. Proces zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego jest tak złożony, że wymaga zastosowania nowoczesnych narzędzi, które umożliwiłyby identyfikowanie zagrożeń uczestnika ruchu na drodze, oszacowanie poziomu i ocenę bezpieczeństwa infrastruktury drogowej oraz dobór działań umożliwiających podejmowanie skutecznych działań zorientowanych na poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego. Jednym z takich narzędzi może być metoda zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej bazująca na ryzyku.

Na obszarach zabudowanych w 2011 roku zarejestrowano 29,2 tysiąca wypadków drogowych (ok. 72% ogółu wypadków), w których obrażenia odniosło 34,8 tysiąca osób (68% ogółu ofiar rannych), natomiast śmierć poniosło 1,96 tysiąca osób (46,5% ogółu ofiar śmiertelnych). Ponad 30% ofiar śmiertelnych i 44% ofiar rannych na obszarach zabudowanych to ofiary wypadków, które miały miejsce na sieci ulic w miastach – powiatach grodzkich. Drogi w powiatach grodzkich, zarządzane przez prezydentów miast, stanowią około 2% długości wszystkich dróg twardych, ale przenoszą prawie 28% obciążenia ruchem drogowym, na których występuje 30% ogółu ofiar rannych i 14,5% wszystkich ofiar śmiertelnych wypadków drogowych (rys. 1).

Głównymi problemami bezpieczeństwa ruchu drogowego na sieci ulic w miastach – powiatach grodzkich są:

- rodzaje wypadków: najechanie na pieszego, zderzenia boczne, najechanie na tył pojazdu;
- niebezpieczne zachowania: nadmierna prędkość, wjazd na skrzyżowanie na czerwonym sygnale;
- grupy ryzyka: piesi, rowerzyści;
- miejsca wypadków: skrzyżowania, przejścia dla pieszych.




Rys. 1. Udział ofiar rannych i śmiertelnych z podziałem na kategorie dróg w roku 2011

[1] © Transport Miejski i Regionalny, 2013. Wkład autorów w publikację: K. Jamroz 60%, L. Michalski – 15%, J. Oskarbski 25%.

[2] Artykuł opracowano na podstawie referatu wygłoszonego na IX konferencji naukowo-technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia komunikacyjnego", Poznań – Rosnówek, 19-21. VI. 2013 r.

Dla ułatwienia podejmowania właściwych decyzji dotyczących wyboru i realizacji działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego w miastach konieczne jest zastosowanie skutecznych metod zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego.

Poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego jest także jednym z istotnych działań prowadzonych w ramach polityki transportowej Unii Europejskiej zakładającej znaczne zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych (o 50% w ciągu kolejnej dekady). Realizacja tego celu kontynuowana będzie między innymi poprzez wdrożenie i realizowanie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z listopada 2008 roku w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na europejskiej sieci drogowej [3].

W ostatnich latach w zarządzaniu bezpieczeństwem ruchu drogowego znalazło powszechne zastosowanie kilka narzędzi takich jak: audyt brd, ocena brd i kontrola brd. W Polsce procedowanie projektu ustawy wdrażającej dyrektywę 2008/96/WE wskazało na dużą nieznajomość istoty narzędzi zarządzania brd szczególnie wśród zarządów dróg w miastach. Fakt ten skłonił autorów niniejszej pracy do usystematyzowania tych narzędzi w kontekście ich miejsca i roli w cyklu życia obiektu drogowego w miastach. W referacie wykorzystano głównie materiały z opracowań [4], [5], [6].

## Podejście systemowe do zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego

### Przegląd systemów zarządzania brd

System bezpieczeństwa ruchu drogowego, wychodząc z ogólnej definicji bezpieczeństwa systemu, można zdefiniować jako zbiór elementów społecznych (człowiek jako uczestnik ruchu i jego organizator), materialnych (infrastruktura drogowa, pojazdy, otoczenie drogi, systemy wspomagające jak nadzór policji i ratownictwo na drogach) i niematerialnych (strategie, metody, normy, procedury itp.) oraz zbiór relacji między tymi elementami (tworzącymi strukturę systemu, czyli instytucje, organizacje itp.) umożliwiających osiągnięcie celu funkcjonowania tego systemu. Celem działania takiego systemu jest utrzymanie bezpieczeństwa ruchu drogowego na jak najwyższym i jednocześnie racjonalnym poziomie. W szczególności zaś jest to zmniejszenie liczby kolizji i wypadków drogowych oraz strat osobowych, materialnych, środowiskowych i ekonomicznych ponoszonych w tych zdarzeniach.

Podstawą do budowy systemów bezpieczeństwa ruchu drogowego jest procesowe podejście do wypadku drogowego, gdzie zdefiniowane są poszczególne fazy i funkcje w procesie wypadku drogowego. Praktycznym rozwinięciem tej koncepcji jest podejście systemowe zaprezentowane przez Haddona w postaci modelu fazowego wypadków drogowych znane pod nazwą „macierzy Haddona" [7]. Pierwszy wymiar macierzy stanowią fazy powstawania zdarzeń drogowych i szkód w tych zdarzeniach. Drugi wymiar – stanowią czynniki, które sprzyjają powstawaniu tych zdarzeń. Są to elementy systemu ruchu drogowego CPD tj.:

- C – człowiek jako użytkownik drogi i uczestnik ruchu drogowego;
- P – pojazd, jego gabaryty, waga i energia (mechaniczna, cieplna itp.) transmitowana przez poruszający się pojazd;
- D – droga reprezentująca czynniki fizyczne (infrastruktura drogowa wraz z jej bezpośrednim otoczeniem) i czynniki środowiskowe związane z otoczeniem społecznym i organizacyjnym.

Biorąc pod uwagę przedstawione podstawy teoretyczne oraz doświadczenia z budowy systemu bezpieczeństwa transportu uzyskane w ramach projektu ZSBT ZEUS [8], zaproponowano koncepcję systemu bezpieczeństwa ruchu drogowego SBRD [5]. System ten składa się z wielu warstw, do których należą:

- system instytucjonalny kraju, do SBRD zaliczono te instytucje i organizacje, w ramach których podejmowane są decyzje lub prowadzone działania istotne dla bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- systemy funkcjonalne, do SBRD zaliczono tylko te podsystemy funkcjonujące w kraju, których celem głównym lub jednym z celów szczegółowych jest poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego;
- systemy profilaktyki i reagowania na potencjalne lub powstałe szkody spowodowane zdarzeniami niebezpiecznymi w ruchu drogowym;
- system zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego SZBRD.

### Systemy zarządzania brd w miastach

Od wielu lat trwają próby usystematyzowania zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach. Jednym z pierwszych był Urban Safety Project prowadzony w roku 1980 przez angielski instytut badawczy TRL wspólnie z pięcioma miastami. Wyniki tych prac zakończyły się opracowaniem wytycznych stosowania USM [9]. W ramach tego projektu powstała definicja Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem w Miastach (Urban Safety Management – USM). USM przyczynia się do redukcji liczby ofiar wypadków w miastach poprzez stawianie problemów bezpieczeństwa jako jedno z kluczowych zadań. To nakłada na władze miejskie konieczność wspólnej pracy na rzecz bezpieczeństwa różnych służb (planistycznych, zarządczych, eksploatacyjnych itp.). Zastosowanie tego podejścia przyniosło redukcję liczby wypadków poprzez działania nakierowane na najbardziej niebezpieczne skrzyżowania i uspokajanie ruchu w obszarach mieszkaniowych.

Następnym istotnym był projekt DUMAS (Developing Urban Management and Safety), zrealizowany w roku 2001 przez kilkanaście krajów UE, w którym opracowano zarys systemu zarządzania bezpieczeństwem w miastach [10]. Kolejnym był projekt TRL-u z 2003 roku, w ramach którego opracowano wytyczne zarządzania bezpieczeństwem w miastach, skierowane do krajów rozwijających się. Według autorów tego projektu USM jest to systematyczne podejście do bezpieczeństwa ruchu drogowego polegające-

go na działaniach prewencyjnych wpływających na unikanie wypadków drogowych oraz działań ochronnych umożliwiających redukcję liczby ofiar wypadków drogowych. To jest możliwe do osiągnięcia jedynie poprzez zintegrowane, wielodyscyplinarne podejście obejmujące poszczególne służby i dziedziny: zarządzanie ruchem, zarządzanie transportem, edukację, nadzór nad ruchem, ratownictwo itp. Proces zarządzania bezpieczeństwem w tym podejściu składa się z sześciu faz i obejmuje: analizy, strategię, planowanie, projektowanie, wdrożenia i ocenę skuteczności [11].
Jak widać z tych przykładów zarządzanie bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach jest zagadnieniem szerokim i wymaga profesjonalnego opracowania. Biorąc pod uwagę ograniczenia tekstowe, autorzy skupili się w dalszej części tylko na jednym aspekcie tj. na systematyce narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej w miastach.

## Narzędzia do zarządzania brd w miastach

### Systematyka narzędzi zarządzania brd

W Dyrektywie 2008/96/WE zaproponowano wiele narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej, takich jak: ocena wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego, klasyfikacja odcinków o dużej koncentracji wypadków, klasyfikacja ze względu na bezpieczeństwo sieci, zarządzanie siecią drogową w użytkowaniu, zarządzanie bezpieczeństwem sieci drogowej, kontrola bezpieczeństwa, badanie wpływu robót drogowych na bezpieczeństwo ruchu drogowego, sprawozdania z wypadków śmiertelnych [4].

W Dyrektywie wykorzystano doświadczenia wielu krajów, w których elementy zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego stosowano już wcześniej. Niestety skrócone nazwy proponowanych narzędzi (bez szerszego wyjaśnienia) w zderzeniu z prostą interpretacją tłumacza, spowodowały, że w polskim tłumaczeniu dyrektywy pojawiły się nazwy i opisy narzędzi nie odpowiadające terminologii stosowanej w inżynierii ruchu i drogownictwie w Polsce.

Opracowanie i rozpowszechnienie prawidłowej systematyki nazw i opisów powinno pomóc w zrozumieniu zapisów dyrektywy i proponowanych tam narzędzi zarządzania bezpieczeństwem oraz przygotowania podstaw do budowy właściwego systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej.

Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury drogowej to stosowanie w cyklu życia obiektu drogowego procedur używanych w zarządzaniu ryzykiem. W niniejszej pracy systematykę tę, oparto na dwóch kryteriach: cyklu życia obiektu drogowego i procesu zarządzania ryzykiem, tworząc macierz działań z zakresu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej (tab. 1).

Fazy cyklu życia obiektu charakteryzują różne stany funkcjonowania obiektu inżynierskiego lub systemu – od planowania do jego likwidacji. Deming [12] podaje cztery fazy cyklu życia obiektu: planuj – rób – działaj – kontroluj (*Plan – Do – Act – Control)*, natomiast w praktyce, w przypadku złożonych obiektów inżynierskich (elektrownie jądrowe) i w inżynierii morskiej podaje się pięć etapów cyklu życia obiektu: planowanie (koncepcja wstępna) – opracowanie projektu – budowa obiektu – eksploatacja obiektu – likwidacja obiektu. Z przedstawionych faz cyklu życia obiektu drogowego najbardziej istotne dla zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej są cztery fazy: planowanie, projektowanie, budowa i eksploatacja.

Tabela 1

**Kryteria systematyki narzędzi zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej [6]**

| Cykl życia obiektu drogowego | Narzędzia zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej | Proces zarządzania ryzykiem | |
|---|---|---|---|
| | | Ocena ryzyka | Reagowanie na ryzyko |
| Planowanie | Ocena wpływu na BRD, audyt BRD, zarządzanie BISD, kontrola BID | Macierz działań z zakresu zarządzania ryzykiem | |
| Projektowanie | | | |
| Budowa | | | |
| Eksploatacja | | | |
| Likwidowanie | | | |

Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej jest to sformalizowany i powtarzalny sposób postępowania integrujący w sobie dwa etapy: ocenę ryzyka i reagowanie na ryzyko występujące na analizowanym obiekcie drogowym (sieci dróg, ciągu drogowym, odcinku dróg, skrzyżowaniu itp.). Celem zarządzania ryzykiem jest ograniczenie rozmiarów szkód, które może ono spowodować poprzez stosowanie działań w racjonalnym zakresie. Zadaniem tej metody jest ułatwienie osobom zarządzającym siecią dróg podejmowania racjonalnych decyzji dotyczących: bezpieczeństwa ruchu drogowego, bezpieczeństwa infrastruktury drogowej oraz pomniejszenie innych strat ponoszonych w poszczególnych fazach życia obiektu drogowego [5].

### Narzędzia zarządzania brd

W praktyce mamy do dyspozycji cztery rodzaje narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej. Należą do nich:

- ocena wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo sieci dróg w obszarze wpływu tej drogi – zwane dalej „Ocena wpływu na brd";
- audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego na planowanej, projektowanej, budowanej lub użytkowanej drodze – zwane dalej „Audyt brd";
- zarządzanie bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej – zwane dalej „Zarządzanie bisd";
- kontrola bezpieczeństwa istniejącej drogi – „Kontrola brd".

### Ocena wpływu na brd

Ocena wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego (ocena wpływu na brd) to strategiczna analiza wpływu wariantów planowanej drogi na poziom bezpieczeństwa ruchu drogowego w sieci dróg publicznych znajdujących się w obszarze oddziaływania planowanej drogi.

Planowaną drogę może stanowić droga klasy A, S, GP lub G będącą istniejącą drogą poddaną modernizacji lub przebudowie, w tym także polegającej na dobudowie dróg serwisowych lub nową drogą. Drogami współpracującymi są wszystkie istotne drogi znajdujące się w obszarze wpływu, krzyżujące się z planowaną drogą, lub drogi równoległe do niej, na których wystąpią zmiany natężeń ruchu wywołane pojawieniem się planowanej drogi.

Celem wykonywania oceny wpływu na brd jest ustalenie rankingu wariantów planowanej drogi uwzględniającego ich wpływ na bezpieczeństwo ruchu w sieci dróg na obszarze wpływu. Ocena wpływu na brd powinna stanowić podstawę do odrzucenia z dalszych stadiów projektowych wariantów planowanej drogi nie spełniających podstawowych standardów bezpieczeństwa ruchu drogowego. Ocenę wpływu na brd należy przeprowadzić przed wykonaniem raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko lub karty informacyjnej przedsięwzięcia i objąć tą oceną opracowania służące ustaleniu najkorzystniejszego wariantu przebiegu drogi (lokalizacji drogi). Wyniki tej oceny należy zamieścić w studium wykonalności. W procedurze wykonywania oceny wpływu na brd uczestniczyć powinni: zarządca drogi, projektant i audytor brd.

Ocenę wpływu planowanej drogi na bezpieczeństwo ruchu drogowego w sieci dróg na obszarze wpływu prowadzi się w okresie 5–15 lat przed rozpoczęciem budowy planowanej drogi. Raport z tej oceny powinien zwierać:

- końcowy ranking analizowanych wariantów planowanej inwestycji, a tym samym wariant najkorzystniejszy z punktu widzenia brd;
- zasadność odrzucenia wariantów planowanej drogi, które uzyskały niedopuszczalne klasy ryzyka;
- elementy dróg przyległych do planowanej, na których może nastąpić obniżenie poziomu bezpieczeństwa ze względu na wzrost natężenia ruchu (np. na drogach prowadzących do nowych węzłów lub skrzyżowań).

Na podstawie wykonanych dotąd ocen wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego planowanych odcinków dróg ekspresowych i obwodnic miast można stwierdzić, że zastosowanie tej procedury pozwala na zmniejszenie liczby ofiar śmiertelnych i rannych w wypadkach drogowych na planowanej drodze i w sieci dróg współpracujących z tą drogą w granicach 10–25%. Na przykład dla planowanej Obwodnicy Metropolii Trójmiejskiej zastosowanie procedury oceny wpływu na brd pozwoliło na wybór najbezpieczniejszego wariantu, a efektywność tej procedury wyniosła 2500:1, to znaczy, że każda złotówka wydana na wykonanie procedury oceny wpływu na brd zwróci się ponad dwa tysiące razy w postaci zmniejszenia kosztów wypadków.

Ważne jest, aby procedura prowadzenia oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego planowanej drogi była ustandaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych projektantów i audytorów brd. Dobrym wzorem może być tutaj procedura opracowana dla potrzeb GDDKiA [13].

## Audyt brd

Audyt bezpieczeństwa ruchu drogowego (audyt brd) oznacza niezależną, szczegółową, systematyczną i techniczną ocenę pod względem bezpieczeństwa cech konstrukcyjnych projektu infrastruktury drogowej, obejmującą wszystkie etapy od projektowania do początkowej fazy użytkowania. Państwa członkowskie powinny zapewnić, aby audyt projektu infrastruktury drogowej przeprowadzany był przez audytora brd. Audytor taki powinien mieć niezbędne doświadczenie zawodowe, ukończone odpowiednie szkolenia i legitymować się certyfikatem kompetencji zawodowych w zakresie wykonywania audytów brd.

Audyty brd stanowią integralną część procesu projektowania infrastruktury na etapie wykonywania koncepcji, projektu budowlanego, przygotowania budowanej drogi do otwarcia oraz w początkowej fazie jej użytkowania. W przypadku, gdy podczas audytu zidentyfikowano elementy zagrażające bezpieczeństwu, lecz projekt nie został poprawiony przed zakończeniem odpowiedniego etapu, zarządca drogi przedstawia odpowiednie uzasadnienie do raportu z audytu. Na podstawie tego raportu powinny zostać wydane zalecenia dotyczące bezpieczeństwa.

Celem audytu brd jest eliminowanie z dokumentacji projektowych, realizowanych i eksploatowanych w początkowej fazie użytkowania obiektów drogowych rozwiązań, które mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa wszystkich uczestników ruchu drogowego, a także zwiększenie uwagi na stosowanie bezpiecznych rozwiązań przez wszystkich uczestniczących w procesie planowania, projektowania, budowy i utrzymania dróg.

Audyt brd dotyczący budowy i przebudowy dróg można wykonywać w pięciu etapach:

- na etapie studium korytarzowego i planów zagospodarowania przestrzennego, tj. w okresie 5–15 lat przed przystąpieniem do budowy drogi;
- na etapie projektu wstępnego, tj. 3–10 lat przed przystąpieniem do budowy drogi;
- na etapie projektu szczegółowego (budowlanego), tj. 1–2 lat przed przystąpieniem do budowy drogi;
- na etapie przygotowania wybudowanej drogi do otwarcia, tj. kilka tygodni przed oddaniem drogi do użytku);
- na etapie początkowego użytkowania drogi (w okresie 2–12 miesięcy od oddania drogi do użytkowania).

W dyrektywie ujęto tylko cztery ostatnie etapy, pierwszy pominięto prawdopodobnie z powodu trudności w przygotowaniu standardów dla audytu infrastruktury drogowej w planach zagospodarowania przestrzennego.

Dokumentem finalnym z przeprowadzonego audytu brd jest sporządzony przez audytora raport z audytu brd. Raport powinien zawierać podstawowe dane o projekcie/istniejącej drodze, wykaz odstępstw od standardów projektowych oraz zestawienia błędów i usterek wraz z prognozą ich skutków. Podział spostrzeżeń na błędy i usterki należy do audytora brd. Elementem raportu są także zalecenia dla projektanta i zarządcy drogi.

Wyszczególnione w raporcie audytu brd błędy projektowe mają bardzo duży wpływ na brd i powinny być bezwzględnie usunięte poprzez wprowadzenie niezbędnych zmian w projekcie lub na ocenianym obiekcie drogowym, w fazie dla której był prowadzony audyt brd. Natomiast usunięcie usterek jest zalecane, gdyż mają one mniejszy wpływ na brd. W sytuacji braku możliwości usunięcia błędów, należy w projekcie wprowadzić środki łagodzące wpływ tych błędów na zagrożenie. O zakresie zmian w projekcie decyduje ostatecznie zarządca drogi, składając w tej sprawie pisemne oświadczenie wraz z uzasadnieniem. W przypadku nieuwzględnienia wyników audytu zarządca drogi obowiązany jest do przedstawienia uzasadnienia wraz z przedstawieniem działań zamiennych, które stanowi załącznik do dokumentacji projektowej.

Skuteczność i efektywność procedury prowadzenia audytu brd zależy od: etapu procesu inwestycyjnego, sposobu prowadzenia audytu (wewnętrzny, zewnętrzny), wyszkolenia audytora brd. Ważne jest zatem, aby procedura prowadzenia audytu brd była ustandaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych audytorów brd. Dobrym wzorem może być tutaj procedura opracowana dla potrzeb GDDKiA [13].

Skuteczność i efektywność prowadzenia audytu brd była przedmiotem wielu prac badawczych w USA, Nowej Zelandii, Danii, Niemczech itp. Skuteczność pojedynczych audytów jest na poziomie zmniejszenia o 1–7% liczby wypadków i ofiar wypadków. Koszt tych procedur wynosi 0,1–0,25% kosztów projektów, a koszt inwestycji po przeprowadzeniu audytu może się zmniejszyć lub wzrosnąć w granicy 1%. Natomiast efektywność tej procedury jest bardzo wysoka bo wynosi od 3:1 do 242:1, a wskaźniki *IRR* są na poziomie 40–146%, co oznacza, że każda złotówka wydana na procedurę przeprowadzenia audytu brd zwraca się wielokrotnie w postaci zmniejszenia kosztów wypadków drogowych.

Sumując wszystkie procedury audytu brd (na czterech etapach prowadzenia inwestycji drogowej), można stwierdzić, że ich skuteczność jest bardzo duża, bo pozwala na zmniejszenie liczby ofiar wypadków drogowych o 5–20%. Przy czym największy udział (ponad 50%) ma audyt przeprowadzony pierwszym etapie, tj. w fazie koncepcji. Oczywiście największą skuteczność uzyskuje się na drogach, dla których nie był wykonywany audyt brd na wcześniejszych etapach procesu inwestycyjnego [14], [15].

W literaturze poruszana jest także kwestia audytu wewnętrznego i zewnętrznego. Audyt wewnętrzny spełnia swoje zadanie tylko przy sprawdzaniu zgodności projektu z wytycznymi. Natomiast istotny wpływ na kształt projektu mają specyfikacje projektowe przygotowane przez zarządcę drogi, uwarunkowania lokalne, uwarunkowania finansowe i inne, a te powinien oceniać audytor zewnętrzny. Szacuje się, że audyt wewnętrzny ma 40–50% skuteczności audytu zewnętrznego, a jego efektywność najczęściej jest mniejsza niż 1.

## Zarządzanie brd na istniejącej sieci ulic

Zarządzanie bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej (zarządzanie bisd) to systematyczna i cyklicznie powtarzalna procedura polegająca na identyfikacji najbardziej niebezpiecznych odcinków istniejącej sieci drogowej, ocenie zagrożeń na tych odcinkach, wyborze najbardziej skutecznych i efektywnych działań, monitorowaniu wprowadzonych działań i komunikowaniu uczestników ruchu o występujących zagrożeniach. Identyfikację najbardziej niebezpiecznych odcinków dróg przeprowadza się nie rzadziej niż raz na trzy lata na podstawie dwóch rodzajów ocen:

- klasyfikacji odcinków dróg o dużej koncentracji poważnych wypadków drogowych (np. wypadków śmiertelnych lub wypadków z ofiarami śmiertelnymi i ciężko rannymi)
- klasyfikacji odcinków dróg o dużym potencjale redukcji kosztów wypadków drogowych.

Dokumentem finalnym identyfikacji najbardziej niebezpiecznych odcinków powinien być raport sporządzony przez właściwego zarządcę drogi.

Zidentyfikowane w ten sposób najbardziej niebezpieczne (krytyczne) odcinki dróg podlegają ocenie wykonywanej przez zespół ekspertów powoływany przez zarządcę drogi. Ocena ta polega na identyfikacji zagrożeń i źródeł zagrożeń wraz z prognozą ich wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego. W skład zespołu ekspertów powinien wchodzić w szczególności audytor brd oraz inspektor brd (przeszkolony w zakresie prowadzenia kontroli brd).

Zespół ekspertów, po przeprowadzeniu wizytacji w terenie, przedstawia zarządcy drogi propozycję działań, które należy podjąć w celu poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego na najbardziej niebezpiecznych odcinkach sieci drogowej, biorąc pod uwagę wszystkich uczestników ruchu drogowego. Z zaproponowanych działań zarządca drogi wybiera działania najbardziej skuteczne i ekonomicznie uzasadnione (na podstawie analizy kosztów i korzyści) oraz możliwe do wykonania. Obowiązkiem zarządcy drogi jest poinformowanie uczestników ruchu o poziomie bezpieczeństwa zarządzanej sieci dróg. Zastosowane działania będą podlegały monitorowaniu, a ich skuteczność i efektywność będzie oceniana za pomocą metody badań „przed i po".

Skuteczność zarządzania bezpieczeństwem istniejącej sieci drogowej można prześledzić na podstawie doświadczeń programu *EuroRAP* [16]. Publikowanie map ryzyka opracowanych według jednolitych zasad pozwala na porównanie bezpieczeństwa podstawowej sieci dróg poszczególnych krajów i wywoływanie impulsów rywalizacji między krajami w kierunku poprawy bezpieczeństwa na drogach. Te działania powodują, że każdego roku na sieci dróg w krajach objętych programem *EuroRAP* zmniejsza się liczba odcinków o dużym ryzyku, co skutkuje kilkuprocentowym zmniejszeniem liczby ofiar śmiertelnych i ciężko rannych na drogach. Szczegółowa inspekcja brd na odcinkach krytycznych pozwala na wybór skutecznych i efektywnych środków zaradczych popartych analizami ekonomicznymi. Ważne jest zatem, aby procedura zarządzania bezpieczeń-

stwem istniejącej sieci drogowej była standaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych inspektorów brd. Dobrym wzorem będą procedury prowadzenia klasyfikacji odcinków niebezpiecznych opracowywane aktualnie przy udziale autorów dla potrzeb GDDKiA oraz ZDM w Warszawie.

Efektywność zastosowanej procedury wynosi od 10:1 do 50:1, przy czym największą skuteczność uzyskuje się na odcinkach dróg, dla których nie był wykonywany audyt brd na wcześniejszych etapach.

## Kontrola brd

Kontrola bezpieczeństwa istniejącej drogi (kontrola brd) oznacza zwykłą, okresową identyfikację cech i usterek stanowiących zagrożenie dla uczestników ruchu drogowego na istniejącej drodze, które wymagają przeprowadzenia prac konserwacyjnych lub naprawczych. Kontrole te powinny być przeprowadzane przez zarządcę drogi na tyle często, żeby zagwarantować odpowiedni poziom bezpieczeństwa danej infrastruktury drogowej. Obejmują one prowadzanie systematycznych kontroli organizacji ruchu i zabezpieczenia miejsc prowadzenia robót drogowych.

Określone w art. 20 pkt. 10 ustawy o drogach publicznych zadanie dla zarządców dróg polegające na „przeprowadzaniu okresowych kontroli stanu dróg i drogowych obiektów inżynierskich oraz przepraw promowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na stan bezpieczeństwa ruchu drogowego" jest działaniem rutynowym, prowadzonym okresowo na istniejących drogach w celu eksploatacyjnego skontrolowania przede wszystkim stanu technicznego dróg i obiektów. Te działania nie są wystarczające dla spełnienia wymagań stawianych w dyrektywie i wymagają rozszerzenia o stosowanie właściwych dla brd procedur i zaangażowania ekspertów kompetentnych w zakresie brd (wyszkolonych inspektorów brd, pracowników zarządcy drogi).

W harmonogramie dokonywanych kontroli brd istniejącej drogi w zależności od celu wykonywania kontroli należy rozróżniać:

- kontrole wstępne prowadzone w celu ogólnej oceny warunków bezpieczeństwa;
- kontrole ogólne służące sprawdzeniu funkcjonowania elementów i obiektów rozmieszczonych wzdłuż drogi (w pasie drogowym i w strefie bezpieczeństwa) w różnych warunkach widoczności i oświetlenia;
- kontrole szczegółowe w miejscach specyficznych, zidentyfikowanych podczas identyfikacji odcinków niebezpiecznych, tj. o dużej koncentracji wypadków oraz wyników kontroli wstępnych lub ogólnych.

W trakcie prowadzenia kontroli dokonuje się oceny zagrożeń na drodze z punktu widzenia zgodności z odpowiednimi przepisami szczegółowymi oraz oceny zagrożeń na drodze zgodnie z wiedzą prowadzących przegląd inspektorów brd. W przypadku identyfikacji zagrożenia niezbędna jest natychmiastowa ocena tego zagrożenia w celu określenia bieżących lub długoterminowych działań naprawczych. Karty kontrolne wraz zaleceniami pokontrolnymi powinny stanowić dokumentację kontroli brd, podlegającą archiwizacji i monitorowaniu pod względem terminowej realizacji zaleceń kontrolnych. Ważne jest, aby procedura prowadzenia kontroli bezpieczeństwa istniejącej drogi była ustandaryzowana i wykonywana przez przeszkolonych inspektorów brd. Dobrym wzorem będzie procedura prowadzenia kontroli brd opracowywana aktualnie przy udziale Autorów dla potrzeb GDDKiA.

Skuteczność kontroli brd jest zależna od możliwości zastosowania potrzebnych środków zaradczych i może się przyczynić nawet do redukcji liczby wypadków o 5–50% (wg danych z USA, Norwegii), przy czym największą skuteczność uzyskuje się na drogach, dla których nie był wykonywany wcześniej audyt brd [14].

## Automatyzacja zarządzania brd w miastach

Skutkiem wypadków drogowych mogą być ciężkie obrażenia ofiary zdarzenia, prowadzące do jej śmierci w przypadku nieotrzymania niezwłocznej pomocy medycznej. Prawdopodobieństwo przeżycia jest tym większe, im szybciej zostanie udzielona pierwsza pomoc medyczna w miejscu zdarzenia. Na podstawie wyników badań europejskich szacuje się, że stosowanie środków telematyki transportu może zmniejszyć czas reakcji i interwencji służb ratowniczych nawet o 30%, a wykorzystanie wywołań alarmowych generowanych automatycznie przez systemy zastosowane w pojazdach zwiększa prawdopodobieństwo przeżycia ofiary wypadku o 15% [17], [18].

Zdarzenie drogowe jest przykładem incydentu losowego, skutkującego nieoczekiwanym ograniczeniem przepustowości. Ze względu na to, że taki rodzaj zatłoczenia jest nieprzewidywalny i niespodziewany dla kierowców, przyczynia się on do zwiększenia ryzyka wystąpienia wypadków wtórnych oraz nietypowych i niebezpiecznych zachowań uczestników ruchu. W celu redukcji lub likwidacji zatłoczeń jednokrotnych oraz ograniczenia ich niekorzystnego wpływu na funkcjonowanie systemu transportu konieczne jest wdrażanie dobrze funkcjonujących systemów detekcji, monitoringu i informacji oraz sprawnego systemu ratownictwa i pomocy drogowej, umożliwiających szybką likwidację skutków incydentów, w tym zdarzeń drogowych. Powyższe możliwe jest dzięki zastosowaniu środków i metod ITS (ang. Intelligent Transportation Systems – Inteligentne Systemy Transportu) [19].

Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi stanowi element systemu zarządzania incydentami losowymi. W proces zarządzania zdarzeniami drogowymi zaangażowane są służby ratownicze, policja i służby pomocy drogowej. Uczestnikiem procesu powinny być również służby zarządzające ruchem. Proces zarządzania zdarzeniami drogowymi można podzielić na cztery etapy, tj.: wykrycie i weryfikacja zdarzenia, rozpoczęcie akcji ratowniczej oraz zarządzania ruchem w odpowiedzi na zdarzenie, usunięcie skutków zdarzenia (przeprowadzenie akcji ratowniczej i odholowanie pojazdów) oraz przywrócenie normalnych warunków ruchu. Celem działań operacyjnych jest maksymalne skrócenie czasu trwania poszczególnych etapów procesu

w celu zmniejszenia ciężkości wypadku, zminimalizowania okresu ekspozycji na ryzyko wystąpienia zdarzeń wtórnych oraz zminimalizowania strat czasu podróżujących.

Realizację celu, jakim jest skrócenie czasu zakłóceń spowodowanych zdarzeniem drogowym umożliwia zastosowanie środków ITS takich, jak systemy wykrywania i weryfikacji zdarzeń drogowych (wykorzystujące infrastrukturę w pasie drogowym i systemy w pojazdach, systemy wysyłania pojazdów służb ratowniczych, zarządzanie taborem tych pojazdów i ich nawigacji, systemy kierowania na trasy alternatywne i systemy informacji).

Strategie i procedury automatycznego zarządzania ruchem koncentrują się na ostrzeganiu kierowców przed utrudnieniami w ruchu i niebezpiecznymi warunkami pogodowymi oraz informowaniu ich o rodzaju i lokalizacji zagrożeń, sugerowanych dróg alternatywnych, jak również przekazywaniu innych informacji mających na celu poprawę bezpieczeństwa ruchu. Poprawa warunków ruchu w rejonie miejsca zdarzenia przyczynia się również do skrócenia czasu dojazdu służb ratowniczych do miejsca zdarzenia. Zarządzanie ruchem i dostarczanie informacji kierowcom bezpośrednio po wystąpieniu zdarzenia (np. z Centrum Zarządzania Ruchem), realizowane w czasie rzeczywistym i oparte na dokładnych danych z systemu detekcji, może znacznie zmniejszyć niepożądane zatłoczenie [19]. Według doświadczeń wiodących projektów w tej dziedzinie, jedna minuta stracona na wykrycie i weryfikację zdarzenia wymaga czterech minut do osiągnięcia normalizacji przepływu ruchu [20].

## Podsumowanie

Przeprowadzone analizy potwierdziły wysoką skuteczność i efektywność proponowanego przez Dyrektywę 2008/96/WE systemu zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej na drogach zamiejskich. Biorąc pod uwagę wysoki udział wypadków i ofiar wypadków drogowych w miastach, należy:

1. Przygotować system organizacyjny i odpowiednie procedury do wdrożenia zintegrowanego systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego na sieci dróg samorządowych. Przygotowaną przez Ministerstwo Transportu BiGM i uchwaloną przez Parlament ustawę (o zmianie ustawy o drogach publicznych i innych ustaw) należy traktować jako początek budowy takiego systemu.
2. Istotnym elementem systemu zarządzania bezpieczeństwem ruchu drogowego w miastach są narzędzia służące do zarządzania bezpieczeństwem, które wymagają doskonalenia z uwzględnieniem wymagań standaryzacji, wyników badań naukowych i przykładów dobrej praktyki.
3. Automatyzacja zarządzania zdarzeniami drogowymi przyczynia się do skrócenia czasu akcji ratowniczej, jak również czasu normalizacji przepływu ruchu po jej zakończeniu. Jednym z podstawowych działań usprawniających zarządzanie zdarzeniami, z wykorzystaniem środków telematyki transportu, powinno być wypracowanie standardów proceduralnych i sprzętowych na poziomie kraju z uwzględnieniem specyfiki lokalnej i poszczególnych interesariuszy biorących udział w zarządzaniu zdarzeniami. Dzięki zastosowaniu procedur i standardów wszystkie elementy ITS powinny być ze sobą w pełni kompatybilne.

## Literatura


1. Jamroz K., *Kierunki kształtowania bezpieczeństwa ruchu drogowego na drogach krajowych,* Konferencja Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Józefów 2008.
2. Jamroz K., Gaca S., Gacparski J., *Program bezpieczeństwa ruchu na drogach krajowych do roku 2013*. Drogownictwo 4–5, 2009, s. 126–133.
3. *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej*
4. Michalski L., Jamroz K., Gaca S., Tracz M. i inni, *Zalecenia dotyczące stosowania założeń Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej* (Dz.u. UE l.319/59) w ramach POIiŚ 2007-2013. Praca niepublikowana. FRIL, Gdańsk 2011.
5. Jamroz K., *Metoda Zarządzania Ryzykiem w Inżynierii Drogowej*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2011.
6. Jamroz K., Michalski L., *Systematyka narzędzi do zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej,* „Drogownictwo", 2012, nr 4.
7. Haddon W., *A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity*, „Journal of Trauma", 1972;12:193–207.
8. Jamroz K., Kadziński A. i inni, *Rozwój i integracja systemu bezpieczeństwa transportu drogowego. Koncepcja metody zarządzania ryzykiem w transporcie*. Rozdz. 4.3 w pracy zbiorowej pod red. R. Krystka pt.: Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu, t. 3: *Koncepcja zintegrowanego systemu bezpieczeństwa transportu w Polsce*, WKŁ Warszawa 2010.
9. IHT: *Urban Safety Management Guidelines*. The Institution of Highways & Transportation, UK 1990.
10. DUMAS: *Developing Urban Management and Safety*, EU Project, 2001.
11. Quimby A., Hills B. et. Al: *Urban Safety Management Guidelines for Developing Countries.* TRL, Report PR/INT/254/02, UK 2003.
12. Deming W.E., *Out of the Crisis*. MIT, Cambridge, MA, 1982.
13. *Instrukcja dla audytorów bezpieczeństwa ruchu drogowego*. Załącznik nr 1 do Zarządzenia nr 42 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3/09/2009 roku w sprawie oceny wpływu na bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz Audytu bezpieczeństwa ruchu drogowego projektów infrastruktury drogowej, GDDKiA Warszawa 2009.
14. *The Road Safety Audit and Road Safety Inspection*. SWOV, Leidschendam, the Netherlands, May 2009.
15. 15. Wilson E., Lipinski M. E., *Road Safety Audits. A Synthesis of Highway Practice.* TRB, NCHRP Synthesis 336, Washington D.C. 2004.
16. *Bezpieczne drogi ratują życie. Atlas ryzyka na drogach krajowych w Polsce w latach 2007–2009*. Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Gdańsk 2010. www.eurorap.pl
17. Et4-024 – Traffic Guidance Systems – November 7, 2006; http://www.pn.ewi.tudelft.nl/education/et4-024/notes/h12.pdf
18. McDonald M., Keller H., Klijnhout J., Mauro V., Hall R., Spence A., Hecht C., Fakler O., *Intelligent Transport Systems in Europe. Opportunities for Future Research,* World Scientific, 2006.
19. Oskarbski J., *Automatyzacja zarządzania zdarzeniami drogowymi*, „Transport Miejski i Regionalny", 2012, nr 4.
20. Mandzuka S., Kljaić Z., Skorput P.,*The Use of Mobile Communication in Traffic Incident Management Process*, Journal of Green Engineering, 2011.

**ANDRZEJ SZARATA**
dr inż., Politechnika Krakowska,
Wydział Inżynierii Lądowej,
ul. Warszawska 24,
31-155 Kraków, tel. 12 628-25 33,
email: aszarata@pk.edu.pl

# BUDOWA MODELU SYMULACYJNEGO WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO – MODEL POPYTU[1,2]

**Streszczenie.** Politechnika Krakowska jest liderem konsorcjum naukowo-badawczego, którego celem jest opracowanie planu transportu zbiorowego dla województwa małopolskiego. Jednym z elementów projektu jest budowa transportowego modelu symulacyjnego województwa małopolskiego, który będzie wykorzystany do weryfikowania przyjętych scenariuszy rozwoju systemu transportu publicznego w województwie. Niniejszy referat przedstawia wybrane aspekty procesu modelowania warstwy popytu zastosowane w procesie budowy modelu transportowego województwa. W referacie uzasadniono rolę modelu transportowego w dokumencie planu oraz przedstawiono poszczególne etapy modelowania podróży. Sam proces modelowania oparty jest na wynikach kompleksowych badań ruchu, przeprowadzonych w województwie małopolskim w roku 2012. Przeprowadzone badania kompleksowe były jednymi z pierwszych tego typu badań w kraju i odnosiły się do zarejestrowania pełnych dzienniczków podróży respondentów w dniu poprzedzającym wywiad. Łącznie przeprowadzono wywiady w 4400 gospodarstw domowych, rozmieszczonych proporcjonalnie do liczby mieszkańców w gminach. Uzyskane wyniki wywiadów stanowiły podstawę do modelowania zachowań transportowych mieszkańców. Przedstawiony proces modelowania jest zgodny z ujęciem czterostadiowym, przy czym skupiono się na trzech etapach modelowania: modelowaniu potencjałów ruchotwórczych jako funkcji regresji liniowej, gdzie zmiennymi objaśniającymi były: liczba mieszkańców w poszczególnych przedziałach wiekowych, liczba miejsc pracy i miejsc w szkołach; funkcji oporu przestrzeni modelu grawitacyjnie badanego w funkcji odległości podróży; podziale zadań przewozowych, gdzie zmienną objaśniającą był czas podróży konkurencyjnymi środkami transportu. W referacie przedstawiono wynikowe formuły matematyczne wraz z uzyskanymi parametrami i oceniono zgodność modelu z dostępną bazą danych.

**Słowa kluczowe:** model transportowy, modelowanie popytu, plan transportowy

## Wprowadzenie

Plan zrównoważonego rozwoju transportu publicznego w województwie jest relatywnie nowym dokumentem w polskim systemie prawnym i jednocześnie próbą uporządkowania rynku przewozów w transporcie regionalnym. Podstawą prawną opracowania takiego dokumentu jest Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym [1] oraz Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego [2]. Te dwa dokumenty stanowią podstawowe wytyczne odnośnie zawartości planu transportowego województwa. Grzelec, Wyszomirski [3] rozwinęli zapisy uregulowań prawnych i wyjaśnili, w jaki sposób należy interpretować zapisy ustawowe. Jednakże, pomimo rozwinięcia kwestii poruszonych w Ustawie [1] i Rozporządzeniu [2] wciąż pojawia się szereg wątpliwości dotyczących procesu kształtowania ostatecznej formy dokumentu planu. Pomocne są doświadczenia zagraniczne (np. Krawczyk, Cupryjak [4]), niemniej autorzy opracowań stoją przed licznymi dylematami związanymi z silnym wpływem uwarunkowań lokalnych.

W przypadku województwa małopolskiego prace nad planem zrównoważonego rozwoju transportu publicznego składają się z 7 zasadniczych części:

1. Inwentaryzacja i charakterystyka zasad polityki transportowej województwa wraz z określeniem standardów obsługi transportem publicznym.
2. Badania ankietowe mieszkańców województwa w formie Kompleksowych Badań Ruchu (KBR).
3. Opracowanie modelu symulacyjnego systemu transportowego województwa małopolskiego dla stanu istniejącego z wykorzystaniem wyników Kompleksowych Badań Ruchu.
4. Sporządzenie prognostycznych modeli ruchu z uwzględnieniem wtórnego podziału zadań przewozowych dla rozpatrywanych horyzontów czasowych.
5. Zdefiniowanie scenariuszy rozwoju systemu transportowego w województwie i opracowanie wariantów systemu transportowego z wyróżnieniem podsystemów: drogowego (transport indywidualny), autobusowego, kolejowego oraz wariantów układu głównych linii oraz modelu taryfy i ewentualnych dopłat.
6. Ocena efektywności ekonomicznej, finansowej i środowiskowej przyjętych scenariuszy z wykorzystaniem prognostycznych modeli ruchu.
7. Opracowanie projektu dokumentu planu transportowego stanowiącego podstawę uchwały sejmiku województwa.

W ramach niniejszego artykułu przedstawiona zostanie wyłącznie część etapu dotyczącego budowy modelu symulacyjnego województwa, ze szczególnym uwzględnieniem badań przeprowadzonych w gospodarstwach domowych ukierunkowanych na budowę modelu czterostadiowego (np. wg Hensher, Button [5]).

[1] © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

[2] Artykuł opracowano na podstawie referatu wygłoszonego na IX konferencji naukowo-technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia komunikacyjnego", Poznań–Rosnówek, 19–21 VI 2013 r.

Ustawa o transporcie publicznym [1] określa, że analizami ruchowymi dla potrzeb planu transportowego nie powinno się obejmować m.in. przewozu osób w celach turystycznych (art. 2, pkt 4). Nieuwzględnienie tych kategorii ruchu może zafałszowywać obraz funkcjonowania transportu publicznego w Małopolsce. Województwo to ma charakter turystyczny, a co za tym idzie – znaczna część podróży jest i powinna być wykonywana transportem zbiorowym. Ponadto duże potoki ruchu obsługiwanego bardzo często transportem indywidualnym mogą w znacznym stopniu wpłynąć na pogorszenie funkcjonowania drogowego transportu publicznego, który korzysta z tej samej infrastruktury. Dlatego też, aby uwzględnić wszystkie aspekty realizowanych podróży (również ruch turystyczny), konstruując model ruchowy, w pierwszym etapie winien on obejmować wszystkie środki transportu. Dopiero w dalszych etapach należy wydzielić z niego transport publiczny, a następnie przewozy o charakterze użyteczności publicznej, których analiza stanowi zasadniczy przedmiot szczegółowych analiz planu transportowego.

## Transportowy model symulacyjny województwa małopolskiego

Opis rzeczywistego systemu transportowego jest bardzo trudny z powodu wysokiego stopnia złożoności i występujących współzależności między jego poszczególnymi komponentami, przy uwzględnieniu roli czasu w prowadzonych analizach. Stąd potrzeba budowy modeli matematycznych, stanowiących w stopniu wystarczającym odwzorowanie analizowanego systemu transportowego. Modele transportowe stanowią zbiór formuł matematycznych opisujący oba komponenty funkcjonującego systemu transportowego (podaż i popyt), uwzględniając jednocześnie występujące między nimi współzależności w czasie. Modele podróży charakteryzują się relatywnie wysokim poziomem agregacji i znacząco upraszczają rzeczywistość z racji swojej istoty podejścia do problemu – bazują na podróży jako podstawowej jednostce. Proces podejmowania decyzji o podróży wynika głównie z charakteru zagospodarowania przestrzennego i parametrów sieci transportowej. Jednakże pomimo swoich niedoskonałości i licznych uproszczeń modele czterostadiowe wciąż stanowią podstawowy sposób modelowania podróży w polskich miastach. Jest to związane z dostępem do danych wejściowych i ugruntowanym sposobem pozyskiwania wymaganych informacji (np. badania ruchliwości prowadzone w ramach KBR).

Proces modelowania ruchu i podróży stanowi podstawowy element wspomagający proces tworzenia planów transportowych. Celem budowy modelu jest wyznaczenie efektywności funkcjonalnej wybranych inwestycji w transport publiczny oraz organizacji tego systemu w skali województwa małopolskiego (Dudek z zespołem [6]). Budowa modelu powinna być poprzedzona analizą marketingową, wykonaną przy użyciu badań ankietowych oraz pomiarów kordonowych i ekranowych zaprojektowanych w taki sposób, aby możliwym była kalibracja parametrów funkcji zastosowanych w ujęciu symulacyjnym. Regionalny model ruchu, znacznie różni się od modeli stosowanych w podróżach miejskich, z powodu istotnie innego charakteru użytkowników systemu transportowego w mieście i regionie. W pierwszym przypadku system buduje się pod kątem obsługi okresów szczytowych, związanych z podróżami do / z pracy i szkół, natomiast w systemie regionalnym podróże są znacznie bardziej spłaszczone w dobie, o wymieszanych motywacjach, które tylko w pewnych obszarach wiążą się z dojazdami do pracy i szkół, większość zaś podróży wiąże się z innymi motywacjami (biznes, turystyka, bytowe, społeczne itp.).

### Model podaży

W przypadku modelu województwa małopolskiego, opracowano model składający się z układów drogowego i transportu zbiorowego. Model ten zawiera w szczególności:

- podział województwa na rejony komunikacyjne – przyjęto, że pojedynczy rejon będzie stanowiła gmina, przy czym w przypadku ważniejszych gmin (pod względem funkcjonalnym lub terytorialnym), dokonano podziału na mniejsze części (łącznie dla modelu symulacyjnego województwa małopolskiego uzyskano podział na 245 rejonów);
- odwzorowanie układu dróg krajowych, wojewódzkich oraz ważniejszych powiatowych, pełniących funkcje uzupełniającą w stosunku do układu podstawowego;
- model sieci transportu indywidualnego odnosi się do wartości godzinowych (przepustowość i prędkość w ruchu swobodnym);
- układ linii kolejowych wykorzystywanych w przewozach pasażerskich lub mających potencjalne zdolności przewozowe;
- odwzorowanie układu transportu publicznego, uwzględniające przebiegi wszystkich linii kolejowych, a także autobusowych oraz mikrobusowych o zasięgu powyżej 1 powiatu wraz z częstotliwościami kursowania i średnimi czasami przejazdu;
- powiązania zewnętrzne województwa uwzględniono jako zagregowane strefy podłączone do układu drogowego na granicy województwa.

### Model popytu

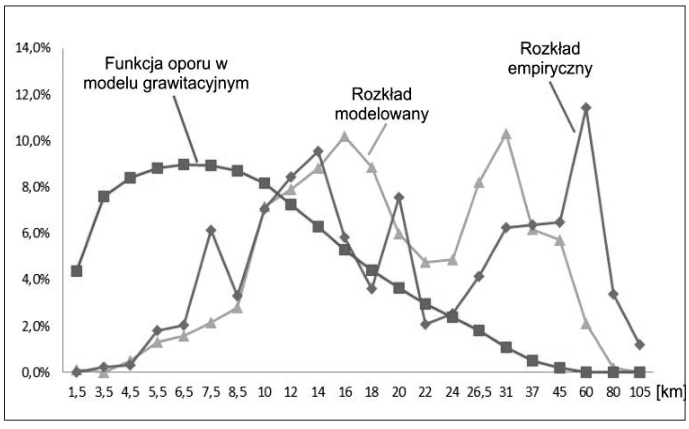
Kompleksowe Badania Ruchu są szeroko pojętą reprezentacyjną inwentaryzacją ruchu osób i pojazdów, tworzącą obraz ruchu w badanym obszarze dla celów lepszego zarządzania systemem transportowym oraz planowania jego rozwoju. Obszar ten w wyniku badań jest prezentowany w postaci wielu charakterystyk, wśród których za najistotniejsze należy uznać informacje o generacji i absorpcji podróży oraz o ich rozkładzie przestrzennym i czasowym. Ponadto, wyniki KBR pozwalają na wyznaczenie przyczyn (motywacji) podróży, ruchliwości mieszkańców, długości i czasie przemieszczeń, podziału zadań przewozowych oraz w efekcie natężenia ruchu na sieci transportowej. Przedmiotem KBR jest ruch osób i pojazdów na badanym obszarze w typowym dniu roboczym. Pod pojęciem ruch rozumie się wszelkie przemieszczanie osób dokonywane

pieszo i mechanicznymi środkami lokomocji oraz wszystkie przemieszczenia pojazdów. Ciągi przemieszczeń związanych z osiąganiem określonego celu nazywane są podróżami (osób) lub jazdami (pojazdów). Ruch jest efektem i obrazem realizacji podróży w sieci transportowej.

Przykładem ciągu przemieszczeń tworzącym podróż, odbywaną transportem zbiorowym między źródłem (np. dom) oraz celem (np. praca), jest sekwencja: dojście z domu do przystanku podmiejskiego (pierwsze przemieszczenie), przejazd autobusem (drugie przemieszczenie), przesiadka z dojściem na przystanek tramwajowy (trzecie przemieszczenie), przejazd tramwajem (czwarte przemieszczenie), dojście z przystanku do miejsca pracy (piąte przemieszczenie). Ta przykładowa podróż angażuje do jej realizacji trzy rodzaje środków lokomocji (pieszy, autobus podmiejski, tramwaj). Inny przykład ciągów przemieszczeń tworzącym podróż odbywaną samochodem z miejsca pracy (źródło) do usług (cel): dojście do parkingu (pierwsze przemieszczenie), przejazd samochodem z zaparkowaniem pojazdu (drugie przemieszczenie), dojście piesze od parkingu do domu handlowego (trzecie przemieszczenie). Przejście pieszo np. ze szkoły do domu jest przykładem podróży składającej się tylko z jednego przemieszczenia.

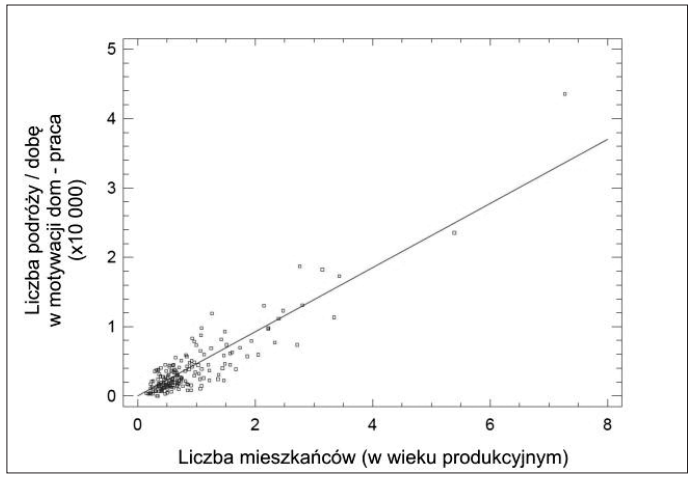
Analizowane w obszarze badania zbiory podróży, osób, pojazdów i gospodarstw domowych charakteryzują się dużą licznością, nie jest możliwe zbadanie wszystkich elementów tych zbiorów. Dlatego podstawą badania są tzw. próby reprezentatywne pozwalające uogólniać określone charakterystyki na całe populacje. W województwie małopolskim przeprowadzono badania w 4400 gospodarstw domowych.

Na podstawie tych badań ankietowych, opracowano model popytu, pozwalający na wyznaczenie macierzy podróży między poszczególnymi rejonami (gminami) w ujęciu dobowym. W procesie przeprowadzenia badań KBR zaproponowano podział na 7 motywacji podróży: dom – praca (D-P), dom – nauka (D-N), dom – inne cele (D-I), praca – dom (P-D), nauka – dom (N-D), inne cele – dom (I-D), niezwiązane z domem (NZD). Ponieważ opracowany model odnosił się do podróży dobowych, wyznaczono udziały poszczególnych motywacji w ruchu dobowym (rys. 1).




Rys. 1. Rozkład motywacji podróży w ciągu doby

W oparciu o wyniki badań ankietowych KBR wyznaczono liczbę podróży generowanych i absorbowanych przez rejon komunikacyjny (gminę) w ciągu doby. Analizie poddano podróże realizowane przez osoby powyżej 16 roku życia. Jako zmienne objaśniające przyjęto liczbę mieszkańców (z uwzględnieniem grup wiekowych), liczbę miejsc pracy oraz liczbę uczniów i liczbę miejsc w szkołach (podstawowych, gimnazjach, liceach i szkołach zawodowych).




Rys. 2. Zależność między liczbą mieszkańców w wieku produkcyjnym a liczbą podróży / dobę w motywacji dom–praca

Formuły określające związek pomiędzy liczbą podróży generowanych lub absorbowanych przez rejon komunikacyjny a przyjętymi zmiennymi objaśniającymi opracowano przy wykorzystaniu analizy regresji (Greń [7]), wyznaczając jednocześnie współczynnik determinacji, opisujący siłę uzyskanego związku. Do analiz wykorzystano program Statgraphics Centurion XV [8], w którym przeprowadzono analizy regresji, poszukując odpowiedniego kształtu funkcji aproksymującej zbiór punktów. Na rysunku 2 przedstawiono wybraną zależność między liczbą podróży w motywacji dom–praca a liczbą mieszkańców w wieku produkcyjnym.

Podobne zależności uzyskano dla pozostałych motywacji, a ostateczne formuły matematyczne opisujące wyznaczone zależności przedstawiono w tabeli 1.

Drugi etap analiz to wyznaczenie funkcji oporu przestrzeni dla modelu grawitacyjnego. Ponieważ model symulacyjny został zbudowany w oparciu o wbudowany moduł czterostadiowy w programie Visum [9], jako funkcję oporu $f(x_{i,j})$ przyjęto model złożony (wg [9]), opisany równaniem (1):

$$f(x_{i,j}) = \alpha x_{i,j}^{\beta} e^{\gamma x_{i,j}} \qquad (1)$$

gdzie:

$\alpha, \beta, \gamma$ – parametry funkcji oporu, wyznaczone dla każdej z grup motywacyjnych,

$x_{i,j}$ – odległość między rejonami komunikacyjnymi [km].

Po opracowaniu więźb ruchu dla każdej z grup motywacyjnych dokonano ich złożenia i weryfikacji pod względem zgodności rozkładu długości podróży z wynikami badań

w gospodarstwach domowych. W tym celu dokonano agregacji przyjętych funkcji oporu i wyznaczono jedną wspólną (o parametrach $\alpha = 0,6$; $\beta=0,4$; $\gamma=-0,03$), a następnie porównano rozkłady empirycznych długości podróży (wg KBR), z długościami modelowanymi, wyznaczonymi z opracowanej więźby ruchu. Osiągnięto wysoką zgodność – R2=0,82. Na rysunku 3 przedstawiono kształt funkcji oporu oraz rozkładu długości podróży: empiryczne i modelowane.

Trzeci etap analiz to wyznaczenie modelu podziału zadań przewozowych. Modelowanie podziału zadań przewozowych jest trudnym etapem prac nad modelem, ponieważ na decyzję o wyborze środka transportu wpływa bardzo wiele czynników. Liczba czynników wpływu oraz ich współzależności znacznie utrudniają proces modelowania. Opracowano funkcję pozwalającą określić prawdopodobieństwo wyboru środka transportu, a jako czynnik wpływu w modelu podziału zadań przyjęto element kosztu uogólnionego estymowany czasem podróży konkurencyjnymi środkami transportu. Udział transportu indywidualnego w podróżach ($U_{ki}$) jest opisany równaniem (2):

$$U_{ki} = \frac{e^{-0,03*\beta*t_{PrT}}}{e^{-0,03*\beta*t_{PrT}} + e^{-0,03*t_{PuT}}} \quad (2)$$

gdzie:

$\beta_{PrT}$ – parametr modelu zależny od motywacji podróży:
- $\beta_{PrT}=2,4$ (motywacje związane z nauką),
- $\beta_{PrT}=2,2$ (motywacje związane z pracą),
- $\beta_{PrT}=1,8$ (motywacje nie związane z domem),
- $\beta_{PrT}=2,6$ (pozostałe motywacje)

$t_{PuT}$, $t_{PuT}$ – czasy podróży konkurencyjnymi środkami transportu, wyznaczone z modelu symulacyjnego.

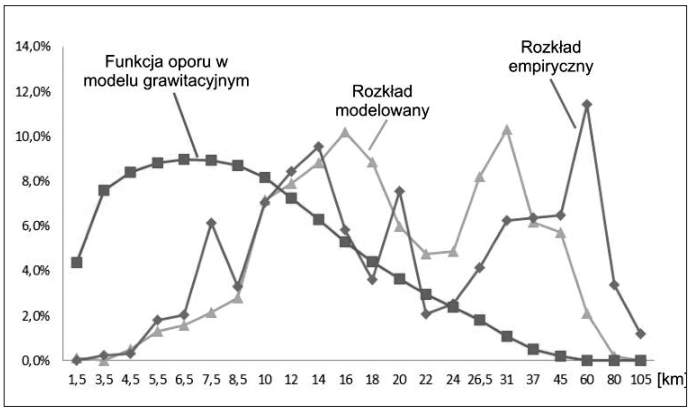
Ostatni etap to procedura rozkładu podróży na sieć drogową. Wykorzystano tutaj standardowe procedury zawarte w programie Visum (dla transportu zbiorowego: *Timetable Based*, dla transportu indywidulanego: *Dynamic User Equilibrium*).

Tabela 1

**Opracowane formuły matematyczne dla przyjętych motywacji w modelu symulacyjnym obszaru Małopolski – potencjały atrakcji**

| Motywacja | Formuła | R2 |
|---|---|---|
| D-I | 0,479265 · l,mieszk18do65 | 0,746 |
| D-N | 3,17084 · $G_{uczniów}$ + 2,14511 · $L_{uczniów}$ – 1,21967 · Puczniów – 1,17944 · $Z_{uczniów}$ | 0,870 |
| D-P | 1,39945 · $M_{pracy_ogółem}$ | 0,933 |
| I-D | 0,311257 · $l_{,mieszkogółem}$ | 0,829 |
| N-D | 0,310711 · $l_{,mieszkponizej18}$ | 0,701 |
| NZD | 0,216628 · $M_{pracy_ogółem}$ | 0,706 |
| P-D | 0,259883 · $l_{,mieszkogółem}$ | 0,877 |
| **Dla Produkcji** | | |
| D-I | 0,272035 · $l._{mieszkogółem}$ | 0,806 |
| D-N | 0,0677857 · $l._{mieszkogółem}$ | 0,761 |
| D-P | 0,462326 · $l._{mieszk18do65}$ | 0,894 |
| I-D | 1,38319 · $M_{pracy_ogółem}$ | 0,833 |
| N-D | 24,4021 · $P_{liczba}$ + 11,9609 · $Z_{liczba}$ + 682,178 · $L_{liczba}$ + 36,2659 · $G_{liczba}$ | 0,776 |
| NZD | 0,227067 · $M_{pracy_ogółem}$ | 0,723 |
| P-D | 1,24478 · $M_{pracy_ogółem}$ | 0,927 |

gdzie:
$l.mieszk_{18do65}$ – liczba mieszkańców pomiędzy 18 a 65 lat
$l.mieszk_{ogółem}$ – całkowita liczba mieszkańców
$M_{pracy_ogółem}$ – liczba miejsc pracy
$l._{mieszkponizej18}$ – liczba mieszkańców poniżej 18-go roku życia
$G_{uczniów}$ – liczba uczniów gimnazjum
$L_{uczniów}$ – liczba uczniów szkół licealnych
$P_{uczniów}$ – liczba uczniów szkół podstawowych
$Z_{uczniów}$ – liczba uczniów szkół zawodowych
$P_{liczba}$ – liczba szkół podstawowych
$Z_{liczba}$ – liczba szkół zawodowych
$L_{liczba}$ – liczba szkół licealnych
$G_{liczba}$ – liczba szkół gimnazjalnych




Rys. 3. Rozkłady długości podróży wewnętrznych w województwie małopolskim (empiryczny i modelowany) wraz z kształtem funkcji oporu w modelu grawitacyjnym

## Weryfikacja modelu

Przedstawiony model popytu został wykorzystany do budowy modelu transportowego województwa i jego jakość poddano weryfikacji poprzez porównanie uzyskanych wyników rozkładu ruchu z dostępną bazą danych pomiarowych. Łącznie dysponowano 64 punktami rozlokowanymi na granicach powiatów, zawierającymi wyniki pomiarów przekrojowych potoków pasażerskich. Osiągnięto zgodność na poziomie R2=0,89. Ponadto sprawdzono łączną sumę pasażerów we wszystkich punktach pomiarowych, która wynosiła 30 692 pas./h, podczas gdy suma z modelu to 29 625 pas./h.

W przypadku transportu indywidualnego, dysponowano większą liczbą punktów pomiarowych – łącznie 213 (lokalizacja punktów była zgodna w punktami pomiarowymi według GPR 2010 oraz własnymi punktami na ważniejszych drogach powiatowych i gminnych). Ponadto należy zaznaczyć, że dysponowano szczegółowymi wynikami GPR 2010, w rozbiciu na poszczególne godziny oraz strukturę rodzajową potoku pojazdów. Osiągnięta zgodność wyrażona współczynnikiem determinacji wynosi R2=0,90. Suma pojazdów na punktach pomiarowych wynosi 53 872 poj./h, natomiast łączny, modelowany potok pojazdów wynosi 54 614 poj./h. Dodatkowo dokonano sprawdzenia wyników zgodności modelu z bazą pomiarową poprzez zastosowanie wskaźnika GEH [10], [11].

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M-C)^2}{M+C}} \quad (3)$$

gdzie:

$M$ – natężenie ruchu na odcinku, wg modelu [poj/h],

$C$ – natężenie ruchu na odcinku, wg pomiarów [poj/h].

Zaleca się, aby wartość GEH była mniejsza niż 5,0 dla 85% przypadków. W opracowanym modelu transportowym osiągnięto wartość poniżej 5,0 dla 82% przypadków. W pozostałych przypadkach istnieje ryzyko występowania błędów na poziomie podaży i/lub popytu, lecz nie stanowi to istotnego osłabienia całego modelu. Pomimo że osiągnięty wynik jest nieco słabszy, niż zalecany udział punktów GEH<5,0, uwzględniając rozbudowaną bazę danych pomiarowych, uznano ten wynik za zadowalający.

## Podsumowanie i wnioski

W przedstawionym podejściu do opracowania modelu symulacyjnego systemu transportowego województwa wykorzystano jest model czterostadiowy, odwzorowujący następujące etapy podróżowania: generację podróży, rozkład przestrzenny podróży, podział zadań przewozowych oraz rozkład ruchu w sieci transportowej. Budowa modelu symulacyjnego wymaga dostępu do bardzo rozbudowanej bazy danych wejściowych składającej się z trzech zasadniczych elementów:

- modelu sieci, odwzorowującego układ drogowo uliczny miasta wraz z siecią komunikacji zbiorowej;
- bazy danych dotyczącej zmiennych strukturalnych, opisujących charakter zagospodarowania przestrzennego obszaru analizy z uwzględnieniem mniejszych obszarów – rejony komunikacyjne;
- wyników badań mobilności, zawierających podstawowe informacje dotyczące wybranych cech społecznych i ekonomicznych mieszkańców, rodzajem i charakterem realizowanych podróży, wybranymi środkami transportu, rozkładem przestrzennym podróży, itp.

Zmienne strukturalne są pozyskiwane na zasadzie współpracy wielu jednostek odpowiedzialnych np. za ewidencję ludności, ewidencję pojazdów, edukację itp. O ile globalne wielkości poszczególnych zmiennych są relatywnie łatwo dostępne, o tyle już dystrybucja tych wartości do poziomu rejonów komunikacyjnych (w tym przypadku gmin) stanowi duże wyzwanie. Znaczna część danych jest przechowywana w bazach pracujących w środowisku GIS, co pozwala na szybkie i precyzyjne przypisanie wielkości rejonom komunikacyjnym. Ten etap zbierania danych ma istotny wpływ na wyniki końcowe modelu symulacyjnego, a błędne oszacowanie i niewłaściwa dystrybucja zmiennych może zniweczyć najbardziej wyrafinowany model podróży.

Model symulacyjny województwa małopolskiego charakteryzuje się następującymi cechami:

- wykorzystano wyniki wywiadóww gospodarstwach domowych, prowadzone w ramach Kompleksowych Badań Ruchu. Badania były prowadzone w 4 400 gospodarstwach domowych rejestrując łącznie ponad 28 000 podróży;
- otrzymana baza danych wydaje się wystarczająca do budowy wiarygodnego modelu transportowego;
- przedstawiony model popytu został poddany weryfikacji poprzez powiązanie otrzymanych macierzy podróży z modelem podaży. Osiągnięto wysokie wartości zgodności pełnego modelu z dostępną bazą pomiarową (pomiary potoków pasażerskich oraz natężenia ruchu drogowego);
- opracowano model pozwalający na analizy poszczególnychgodzin w ciągu doby, wykorzystując szczegółowe informacje o dobowym rozkładzie liczby podróży w poszczególnych motywacjach;
- przyjęte uproszczenia w procedurze modelowania nie wpłynęły w sposób istotny na jakość końcową modelu transportowego, co pozwala na jego aplikację poprzez modelowanie i ocenę proponowanych scenariuszy rozwoju systemu transportowego województwa.

## Literatura


1. Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r, o publicznym transporcie zbiorowym (Dz.U. 2011 nr 5, poz. 13).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 maja 2011 r, w sprawie szczegółowego zakresu planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego (Dz.U. 2011 nr 117, poz. 684).
3. Grzelec K., Wyszomirski O., *Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla gmin i związków międzygminnych,* Izba Gospodarcza Komunikacji Miejskiej, Warszawa 2011.
4. Krawczyk G., Cupryjak P., *Plany transportowe w Niemczech – ocena funkcjonowania systemu publicznego transportu zbiorowego*, „Technika Transportu Szynowego", 2011, nr 11.
5. Hensher D., Button K., *Handbook of Transport Modelling*, Pergamon, Elsevier Ltd, Oxford 2005.
6. Dudek M., z zespołem, *Opis przedmiotu zamówienia do specyfikacji istotnych warunków zamówienia dla planu zrównoważonego rozwoju transportu zbiorowego w województwie małopolskim*, Materiały niepublikowane, Kraków, listopad 2011.
7. Greń J., *Statystyka matematyczna: podręcznik programowy*. Warszawa 1987.
8. *Statgraphics Plus Manual*, ver. 5.1. International Proffesional. Statistical Graphic Corporation, 2001.
9. Visum 12.5 basics. Manual, PTV AG, Karlsruhe 2012.
10. http://www.dft.gov.uk/ha/standards/ (stan z dnia 28 maja 2013).
11. http://www.wisdot.info/microsimulation/index.php?title=Main_Page (stan z dnia 28 maja 2013).

**TOMASZ KULPA**
dr inż., Politechnika Krakowska,
ul. Warszawska 24
31–155 Kraków,
tel. +48 604 093 965,
email: tkulpa@pk.edu.pl

# METODY UZUPEŁNIANIA BRAKUJĄCYCH DANYCH NA PRZYKŁADZIE LICZBY ZAREJESTROWANYCH POJAZDÓW[1,2]

**Streszczenie.** W artykule podjęto problematykę braków w bazach danych wykorzystywanych w analizach transportowych. Braki występują zarówno w wynikach badań ankietowych, jak i innych bazach danych. Ich źródłem może być odmowa udzielenia odpowiedzi na pytanie, błędny pomiar lub po prostu dane nie są zbierane dla wszystkich elementów próby. W artykule wyróżniono trzy typy brakujących danych oraz dwie grupy metod ich uzupełniania: proste i złożone. Występowanie brakujących danych może mieć charakter losowy lub może być uzależnione od pewnych cech charakteryzujących populację. W pierwszym przypadku możliwe jest zastosowanie pełnej gamy metod uzupełniania brakujących danych. Pomimo tego częstą praktyką jest usuwanie wybrakowanych rekordów. Przy dużej próbie jest to metoda dopuszczalna, jednak w małych próbach powoduje dodatkowe zmniejszenie liczebności próby. Stąd konieczne jest poszukiwanie innych metod, np. uzupełnianie na podstawie podobnych rekordów, regresji liniowej lub metoda k-najbliższych sąsiadów. Różne metody uzupełniania brakujących danych zostały zilustrowane na fikcyjnych przykładach pokazujących ich istotę. Następnie wybrane metody wykorzystano do szacowania liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych w powiatach. Dokonana ocena poszczególnych metod pokazała, że najgorsze rezultaty uzyskano przy uzupełnianiu wartością średnią, natomiast najlepsze przy wykorzystaniu regresji liniowej. Zadowalające wyniki uzyskano również w przypadku metod złożonych. W podsumowaniu sformułowano wnioski dotyczące zastosowania technik uzupełniania brakujących danych, między innymi stosowanie usuwania brakujących rekordów tylko dla dużych prób oraz rezygnacji z uzupełniania wartością średnią na rzecz innych metod.

**Słowa kluczowe:** modelowanie podróży, badania ruchu, bazy danych

## Wprowadzenie

Wiarygodne i kompletne bazy danych są podstawą do tworzenia modeli podróży. W analizach transportowych głównymi źródłami danych są badania ankietowe (np. w gospodarstwach domowych w ramach KBR, typu źródło-cel w przekrojach dróg) oraz pomiary ruchu (np. natężenia ruchu, ruchu tranzytowego). Inną grupę danych stanowią ogólnodostępne bazy Głównego Urzędu Statystycznego (GUS).

Przyczyny występowania braków w bazach danych mogą być bardzo różne. Najczęściej wynikają z odmowy odpowiedzi na pytanie zadane w ankiecie wykonywanej w gospodarstwie domowym lub przedsiębiorstwie wykorzystującym samochody ciężarowe. Przyczyną braków może być również niestaranność osoby wykonującej ankietę lub pomiar (np. pominięcie pytania, błędne zanotowanie odpowiedzi, nieprecyzyjny pomiar). W niektórych przypadkach dane mogą być niedostępne, ponieważ nie są zbierane, tak jak w przedstawionym w niniejszym referacie przykładzie dotyczącym uzupełniania liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych w powiatach.

Wśród pozostałych przyczyn można wymienić niepewność co do poprawności danych (pomimo ich uzyskania), uzyskanie informacji w formie przedziału lub opisowej zamiast konkretnej wartości lub przypisaniu jednemu obiektowi różnych wartości tego samego parametru.

Rozróżniamy trzy typy brakujących danych ([1], [2]):

- braki w pełni losowe, MCAR (ang. *Missing Completely at Random*) – brakujące wartości rozłożone są losowo wśród wszystkich obserwacji,
- braki częściowo losowe, MAR (ang. *Missing at Random*) – występowanie brakujących wartości może zależeć od innej zmiennej;
- braki nielosowe, NMAR (ang. *Not Missing at Random*).

W przypadku danych typu MCAR brakujące wartości są rozłożone losowo w zbiorze obserwacji. Oznacza to, że występowanie brakujących danych nie zależy od zmiennej, dla której występują braki ani od żadnej innej zmiennej znajdującą sie w zbiorze obserwacji [1]. Jeśli w badaniu ankietowym braki w odpowiedziach na pytanie o zarobki nie zależą od płci, miejsca zamieszkanie, wieku lub innych cech osoby ankietowanej będą one typu MCAR. Dane typu MAR charakteryzują się tym, że występowanie brakujących wartości może zależeć od jakiejś zmiennej objaśniającej, jednak nie zależą od zmiennej dla której występują braki [2]. Przykładowo jeśli w badaniu ankietowym osoby starsze lub mieszkające w dużych miastach będą unikać odpowiedzi na pytanie o zarobki, to brakujące dane będą typu MAR. Ostatni typ danych, NMAR, to takie, w których braki nie występują losowo i mogą być zależne również od zmiennej, dla której występują braki. Kontynuując przykład, jeśli brakujące odpowiedzi na pytanie o zarobki zależą od poziomu dochodów, to dane są typu NMAR. W zależności od typu brakujących danych możliwe jest zastosowanie określonej metody uzupełniania brakujących danych.

Można wyróżnić następujące metody uzupełniania brakujących danych [3]:

[1] © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

[2] Artykuł opracowano na podstawie referatu wygłoszonego na IX konferencji naukowo-technicznej „Problemy komunikacyjne miast w warunkach zatłoczenia komunikacyjnego", Poznań–Rosnówek, 19-–21 VI 2013 r.

- proste
  - usuwanie niekompletnych rekordów (przez rekord rozumiany jest pojedynczy wpis do bazy danych),
  - wstawienie wartości średniej lub mediany w miejsce brakujących danych,
  - zastępowanie brakującej wartości pochodzącą z rekordu o podobnym profilu (ang. *Pattern matching* lub *hotdecking*),
  - uzupełnianie na podstawie regresji liniowej (pojedynczej lub wielorakiej), jeśli zmienna z brakującymi wartościami jest skorelowana z innymi zmiennymi; w takim przypadku na podstawie formuły regresji przewiduje się brakujące wartości;
- złożone
  - wielokrotne wstawianie (ang. *multiple imputation,* MI) z wykorzystaniem metod największej wiarygodności (ang. *maximum likelihood,* ML).

Obecnie metody uzupełniania brakujących danych stosowane są bardzo często w medycynie i naukach społecznych [4]. Można znaleźć również pojedyncze zastosowania w dziedzinie transportu ([5], [6]), które w przytoczonych pozycjach bibliograficznych dotyczą uzupełniania brakujących danych wejściowych w systemach ITS.

## Proste metody uzupełniania brakujących danych

### Usuwanie niekompletnych rekordów (*Listwise Deletion*)

Jest to metoda najprostsza i posiada dwie podstawowe zalety: może być stosowana w każdym rodzaju analizy statystycznej oraz nie wymaga żadnych zaawansowanych metod obliczeniowych. Polega ona na usunięciu rekordów, które zawierają braki. W przypadku danych typu MCAR statystyki dla zredukowanej próbki będą odpowiadać wartościom w próbce głównej bez braków i nie będą obarczone błędem [4].

### Zastępowanie wartością średnią (*Mean Imputation*)

Metoda polega na zastąpieniu brakujących wartości wartością średnią, obliczoną na podstawie znanych wartości. Zależność można opisać wzorem:

$$Y_B = \frac{\sum_{i=1}^{n_Z} Y_{Z_i}}{n_Z} \quad (1)$$

gdzie:

$Y_B$ – brakująca wartość,

$Y_{Zi}$ – znane wartości,

$n_Z$ – liczba znanych wartości w całej próbie n.

W tabeli 1 pokazano fikcyjny przykład wyników badań ankietowych, w których brakującą informacją jest ruchliwość piątej osoby. Poszczególne wiersze są kolejnymi rekordami w bazie danych.

Brakującą wartość możemy uzupełnić średnią w kategorii ruchliwość, która wyniesie 2,0. Możliwe jest również wstawienie wartości średniej, jednak obliczonej dla mężczyzn (2,2), osób w wieku 30 lat (2,15) lub osób posiadających samochód (1,9).

Tabela 1

| Przykładowe wyniki badań ankietowych dla potrzeb uzupełniania brakujących danych | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Lp.** | **Płeć** | **Ruchliwość** | **Dostępność samochodu** | **Wiek** |
| 1 | K | 1,9 | T | 30 |
| 2 | K | 1,7 | T | 52 |
| 3 | M | 2,4 | N | 30 |
| 4 | M | 2,0 | T | 44 |
| 5 | M | ? | T | 30 |

### Uzupełnianie na podstawie podobnych rekordów (*Hot-Decking, Pattern Matching*)

Metoda ta jest bardzo prosta i polega na odnalezieniu w całej próbie pełnego rekordu najbardziej podobnego do rekordu z brakującymi danymi pod względem jednej lub wielu cech. Jeśli w zbiorze pełnych rekordów znajduje się więcej niż jeden pasujący, wtedy albo brakującą wartość uzupełnia się wartością z pierwszego znalezionego rekordu lub wybraną losowo z wszystkich pasujących rekordów.

W analizowanym przykładzie, biorąc pod uwagę płeć i wiek, najbardziej pasującym rekordem jest rekord 3 i jako brakującą wartość można wstawić 2,4. Natomiast biorąc pod uwagę dostępność samochodu i wiek, najbliższym rekordem jest rekord 1 i jako brakującą wartość można wstawić 1,9. W przypadku uwzględnienia wszystkich cech (płeć, dostępność samochodu i wiek) trudno określić najbliższy rekord do rekordu 5. W takich przypadkach możliwe jest po prostu wylosowanie wartości z cechy ruchliwość i wstawienie jej w miejsce brakującej wartości.

Jak widać na powyższym przykładzie uzupełniona wartość zależy od przyjętych cech, które będą brane pod uwagę przy określaniu podobieństwa rekordów. Jednocześnie uwzględnienie zbyt dużej liczby cech może utrudnić znalezienie podobnego rekordu.

### Wstawianie ostatniej zaobserwowanej wartości (*Last Value/Observation Carried Forward*, LVFC/LOFC)

Metoda ma zastosowanie, gdy analizowana cecha jest zmienna w czasie. Metoda zakłada, że pomimo występującej zmienności w czasie uzupełniane wartości cechy pozostają stałe od momentu zaobserwowania ostatniej wartości. W analizowanym przypadku (tab. 2) brakująca wartość dla wiersza 1 wynosiłaby 2,6. W wierszu 3 wszystkie brakujące wartości zostałyby uzupełnione liczbą 1,8, natomiast w wierszu 5 liczbą 1,7.

Tabela 2

| Przykładowe ruchliwości 5 osób w zależności od dnia tygodnia dla potrzeb uzupełniania brakujących danych | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Lp.** | **Ruchliwość (pn.)** | **Ruchliwość (wt.)** | **Ruchliwość (śr.)** | **Ruchliwość (czw.)** | **Ruchliwość (pt.)** |
| 1 | 2,3 | 2 | 2,5 | 2,6 | ? |
| 2 | 1,9 | 2,2 | 2,5 | 1,9 | 1,7 |
| 3 | 1,6 | 1,8 | ? | ? | ? |
| 4 | 1,7 | 1,9 | 2,5 | 2,4 | 1,7 |
| 5 | 1,8 | 2,5 | 1,7 | ? | ? |

### Uzupełnianie brakujących danych na podstawie wzoru regresji (*Regression Imputation*)

Jeżeli zmienna Y, dla której występują brakujące wartości, jest zależna od innej zmiennej (lub zmiennych) X, w której nie ma braków, to możliwe jest uzupełnienie brakujących danych zmiennej Y na podstawie regresji liniowej. W pierwszej kolejności należy z całej próby usunąć rekordy, w których występują braki wartości. Następnie należy znaleźć zależności regresyjne pomiędzy zmienną Y i zmienną (zmiennymi X). Następnie obliczamy brakujące wartości zmiennej Y na podstawie stworzonego modelu regresji.

Nawiązując do przykładu z tabeli 1, można stworzyć zależność regresyjną pomiędzy ruchliwością a wiekiem respondenta. Równanie regresji ma postać: $2{,}7 - 0{,}02 \cdot WIEK$ ($R2 = 0{,}47$). Stąd obliczona ruchliwość dla 5 osoby wynosi 2,1.

Powyższy przykład jest poglądowy i pokazuje procedurę postępowania w przypadku uzupełniania danych na podstawie wzoru regresji. Z punktu widzenia analizy regresji liniowej liczebność próby, jak i uzyskana wartość współczynnika determinacji są zbyt niskie, aby przyjąć taki model.

## Złożone metody uzupełniania brakujących danych

Najczęściej stosowaną metodą złożoną jest metoda wielokrotnego wstawiania (ang. *Multiple Imputation*, MI). Po raz pierwszy metoda ta została zaproponowana przez Rubina w 1970 roku ([1]). Polega ona na wygenerowaniu od 3 do 10 różnych zestawów z uzupełnionymi danymi z wykorzystaniem wybranej metody (np. k-najbliższych sąsiadów lub oceny skłonności). Wygenerowanie kilku losowych zestawów brakujących danych odzwierciedla niepewność wartości, jaka powinna być wstawiona w miejsce brakującej. Następnie każdy zestaw uzupełnionych danych jest analizowany oddzielne, co daje m częściowych parametrów. W kolejnym kroku obliczane są wynikowe parametry (np. współczynniki regresji, wartości średnie, błędy).

Z uwagi na złożoność metod wielokrotnego wstawiania trudne jest przedstawienie przykładu opartego na konkretnej metodzie. Stąd w niniejszej pracy zawarto prosty przykład na podstawie danych z tabeli 1 z wykorzystaniem metody k-najbliższych sąsiadów pod względem wieku. Zakładając, że $k=3$, najbliższymi do brakującej są obserwacje: 1, 3 i 4. Następnie z trzech wartości ruchliwości (dla obserwacji 1, 3 i 4) losujemy (z jednakowym prawdopodobieństwem) jedną wartość. W ten sposób uzyskujemy pierwszy zestaw uzupełnionych danych. W celu uzyskania kolejnych zestawów uzupełnionych danych procedurę należy powtórzyć. Przykładowo, dla $m=2$ wstawień i $k=3$ najbliższych sąsiadów wyniki mogą wyglądać następująco: 1,9 i 2,0. Stąd ruchliwość 5 osoby będzie równa 1,95.

Zwykle liczba wstawień wynosi od 3 do 5. Powyżej 5 wstawień przy wzrastającym wysiłku obliczeniowym efektywność modelu wzrasta nieznacznie (tabela 3) zgodnie ze wzorem:

$$e = \left(1 + \frac{\gamma}{m}\right)^{-1} \tag{2}$$

gdzie:
e – procentowa efektywność,
$\gamma$ – udział braków brakujących danych [-],
m – liczba wstawień.

Tabela 3

**Procentowa efektywność e uzupełniania danych w zależności od udziału brakujących danych i liczby wstawień [1]**

| | | Udział brakujących danych $\gamma$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 0,9 |
| Liczba wstawień m | 3 | 97 | 91 | 86 | 81 | 77 |
| | 5 | 98 | 94 | 91 | 88 | 85 |
| | 10 | 99 | 97 | 95 | 93 | 92 |
| | 20 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 |

W odniesieniu do tabeli 3 można kwestionować, czy przy 70 lub 90% braków można stosować metody uzupełniania danych. W ogólności procedura wielokrotnego wstawiania wygląda następująco [1]:

- wygenerować brakujące wartości z wykorzystaniem odpowiedniego modelu, który uwzględnia zmienność losową;
- wykonać uzupełnianie danych m razy w celu uzyskania m kompletnych zestawów danych;
- obliczyć estymaty dla każdego uzupełnionego zestawu danych;
- uśrednić obliczone estymaty pomiędzy m zestawami uzupełnionych danych.

Chcąc obliczyć wynikowe wartości dowolnej estymaty dla m zestawów uzupełnionych danych, należy uśrednić wartości tych estymat uzyskane dla poszczególnych zestawów uzupełnionych danych według poniższego wzoru:

$$\bar{Q} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\hat{Q}_i \tag{3}$$

gdzie:
m – liczba wstawień (wygenerowanych zestawów danych),
$\bar{Q}$ – wartość estymaty dla i-tego zestawu uzupełnionych danych,
$\hat{Q}_i$ – wynikowa wartość estymaty dla m wstawień.

Szczegółowy opis poszczególnych metod uzupełniania danych podano w [10].

## Uzupełnianie danych o liczbie zarejestrowanych samochodów ciężarowych

W ramach własnych badań [9] dokonano adaptacji metody Vomberga do warunków polskich dla szacowania międzygminnych potoków samochodów ciężarowych, wykorzystując wyniki badań ankietowych typu źródło-cel wykonanych na drogach krajowych i wojewódzkich w roku 2006 [7]. Poprzez analogię do oryginalnej metody [8] w adaptacji założono, że wielkość potoku ruchu samochodów ciężarowych będzie zależna od liczby samochodów ciężarowych zarejestrowanych w gminach (zamiast miast) i odległości między nimi. Dla potrzeb adaptacji metody Vomberga niezbędna była informacja o liczbie zarejestrowanych samochodów ciężarowych w poszczególnych gminach w roku 2006 (rok wykonania badań ankietowych). Przyjęto, że wskaźnik motoryzacji dla powiatu będzie obowiązywał dla wszystkich gmin tego powiatu. Dopiero

od roku 2009 GUS publikuje w Banku Danych Lokalnych (BDL) liczby zarejestrowanych pojazdów dla wszystkich powiatów, stąd niezbędne było uzupełnienie informacji o zarejestrowanych samochodach ciężarowych w powiatach w roku 2006. Dane dla roku 2011 zostały wykorzystane do oceny metod uzupełniania brakujących wartości.

Pozyskano dane dla wszystkich powiatów dla roku 2011. Dla roku 2006 na 379 powiatów dla 142 dostępna była informacja o liczbie zarejestrowanych samochodów ciężarowych. W celu zastosowania metod uzupełniania danych w roku 2011 usunięto te same rekordy (dane o liczbie zarejestrowanych samochodów ciężarowych), które były niedostępne w roku 2006. Wykorzystując pozostałe rekordy, uzupełniono dane o liczbie zarejestrowanych pojazdów, stosując pakiet SOLAS [10]. Uzyskane uzupełnione liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych porównano z rzeczywistymi poprzez obliczenie średniego względnego błędu procentowego (MAPE). Wyniki zamieszczono w tabeli 4.

W metodzie opartej na uzupełnieniu wartości średniej, obliczono średnią liczbę pojazdów zarejestrowanych w powiatach, dla których dostępne były dane. W uzupełnianiu na podstawie podobnych rekordów wśród kompletnych rekordów wyszukiwano takie, które byłyby najbardziej zbliżone do rekordów nie zawierających liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych pod względem liczby mieszkańców (LM) i liczby podmiotów REGON w transporcie (REGT).

Brakujące wartości zostały uzupełnione na podstawie równań regresji opracowanych dla dostępnych danych dla roku 2011.

W metodzie wielokrotnego wstawiania wykorzystywana jest również regresja liniowa. Różnicą w stosunku do metody pojedynczego wstawiania jest uwzględnienie losowości przy doborze parametrów modelu regresji. W metodzie „analizy skłonności" w zbiorze kompletnych rekordów poszukiwane były takie, których skłonność, rozumiana jako prawdopodobieństwo wystąpienia braków, były podobne jak w przypadku rekordu z brakującymi danymi. W metodzie „odległości Mahalanobisa" poszukiwane były kompletne rekordy, dla których odległość Mahalanobisa od rekordu z brakami była jak najmniejsza. W każdej metodzie wielokrotnego wstawiania generowano 5 zestawów uzupełnionych danych, dla których następnie wyliczono wartości średnie. Uzyskane liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych porównano z danymi GUS i obliczono średni błąd względny (MAPE) dla każdej z metod.

Tabela 4

**Ocena metod uzupełniania danych wykorzystanych do uzupełnienia liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych w powiatach w roku 2011**

| Metoda | | Średni błąd względny [%] |
|---|---|---|
| Zastępowanie wartością średnią (*Mean Imputation*) | | 48,0 |
| Uzupełnianie na podstawie podobnych rekordów (*Hot-Decking, Pattern Matching*) | | 20,1 |
| Uzupełnianie brakujących danych na podstawie regresji (*Regression Imputation*) | Zmienna objaśniająca LM | 16,8 |
| | Zmienna objaśniająca REGT | 16,9 |
| Wielokrotne wstawianie na podstawie regresji (*Predictive Model Based Method*) | | 17,5 |
| Wielokrotne wstawianie na podstawie analizy skłonności (*Propensity Score Method*) | | 40,0 |
| Wielokrotne wstawianie na podstawie odległości Mahalanobisa (*Mahalanobis Method*) | | 18,4 |

Najgorsze wyniki, tj. najwyższy błąd względny, uzyskano dla uzupełniania brakujących danych wartością średnią. Najlepsze wyniki uzyskano dla prostej metody uzupełniania na podstawie regresji liniowej, która została wykorzystana do uzupełniania liczby zarejestrowanych samochodów dla roku 2006. Porównywalne wyniki dały metody złożone, z wyjątkiem metody wykorzystującej analizę skłonności. Niewiele większy błąd uzyskano dla metody uzupełniania na podstawie podobnych rekordów.

## Podsumowanie i wnioski

Niemal w każdej dziedzinie nauki na etapie tworzenia baz danych występują braki. Najczęściej wybrakowane rekordy są usuwane kosztem zmniejszenia liczebności próby. Niestety, w niektórych przypadkach może to prowadzić do znacznego zredukowania próby lub usunięcia rekordów, które mogą być istotne. Stąd stosowanie metod uzupełniania brakujących danych jest uzasadnione.

Często w przypadku brakujących danych uzupełniane są one wartością średnią. Wynika to z łatwości zastosowania tej metody i jednocześnie mylnego założenia, że przyjęcie wartości średniej jest „bezpiecznym" rozwiązaniem. W przeprowadzonych analizach pokazano, że uzupełnianie brakujących wartości średnią daje najgorsze rezultaty ze wszystkich analizowanych metod. Dlatego metoda ta jest niezalecana. Przy dużej próbie usuwanie wybrakowanych rekordów może okazać się lepszą metodą niż uzupełnianie wartością średnią.

W artykule zilustrowano przydatność metod uzupełniania danych do szacowania liczby zarejestrowanych samochodów ciężarowych. Niemniej zakres zastosowania tych metod jest bardzo szeroki i możliwe jest ich wykorzystanie w uzupełnianiu brakujących wyników badań ankietowych (por. przykład teoretyczny) lub pomiarów ruchu (np. brak ciągłości pomiaru).

## Literatura


1. Rubin D.B., *Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys*, J. Wiley & Sons, New York 1987.
2. Schafer J.L., *Analysis of Incomplete Multivariate Data*, Chapman & Hall, London 1997.
3. Lynch S.M., *SOC504 Course Website, Missing Data Notes*, http://www.princeton.edu/~slynch/soc504/soc504index.html (odczyt z dn. 28 listopada 2012 r.).
4. Acock A.C., *Working with missing Values*, Journal of Marriage and Family 67 (November 2005): 10121028.
5. Conklin J.H., Scherer W.T., *Data Imputation Strategies for Transportation Management Systems*, Research Report No. UVACTS-13-0-80 May, 2003.
6. Nguyen L.N., Scherer W.T., *Imputation Techniques to Account for Missing Data in Support of Intelligent Transportation Systems Applications*, Research Report No. UVACTS-13-0-78, May, 2003.
7. *Studium układu dróg szybkiego ruchu w Polsce*, Politechnika Warszawska, Instytut Dróg i Mostów, Warszawa 2007.
8. Suwara T., *Analiza ruchu zamiejskiego*, WKiŁ, Warszawa 1988.
9. Kulpa T., *Modelowanie potencjałów ruchotwórczych w drogowych przewozach ładunków w skali regionu*, Praca doktorska, Politechnika Krakowska, 2013.
10. *SOLAS Imputation Manual*, SOLAS™ Version 4.0, 2011.

**ANNA ROMANOWICZ**
mgr inż., doktorantka w Politechnice Krakowskiej, Wydział Inżynierii Lądowej, email: a.romanowicz@gazeta.pl

# OCENA POZIOMU JAKOŚCI USŁUG KOMUNIKACJI AUTOBUSOWEJ NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO[1]

**Streszczenie.** Szybki rozwój technologiczny sprawia, że najistotniejszym celem transportu pasażerskiego jest oferowanie usług na jak najwyższym poziomie, aby potrzeby przewozowe społeczeństwa były maksymalnie zaspokojone. Skutecznym rozwiązaniem problemów wynikających z dynamicznego rozwoju gospodarczego, a także rozwoju motoryzacji może być zastosowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju. Zrównoważony system transportowy to taki, którego funkcjonalność jest międzypokoleniowa i opiera się na równowadze ze środowiskiem przyrodniczym. Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych w 2010 i 2012 roku przedstawiono ocenę poziomu jakości usług komunikacji autobusowej na terenie województwa małopolskiego. W artykule porównano ogólny poziomu zaspokojenia potrzeb przewozowych pasażerów oraz 11 cech jakościowych w komunikacji autobusowej. Ankietowani w badanych latach ocenili ogólny poziom satysfakcji z funkcjonowania komunikacji autobusowej jako dobry, również te same postulaty uznano za najlepiej i najsłabiej realizowane w transporcie zbiorowym. Najwyżej oceniono połączenia bezpośrednie, pewność odbycia podróży oraz bezpieczeństwo osobiste, natomiast najniżej oceniono informację w pojazdach i na przystankach oraz możliwość wyboru różnych połączeń. Należy zauważyć, że w regularnych podróżach do pracy czy do szkoły istotne jest, aby pasażer miał możliwość wyboru przy planowaniu podróży, dlatego należy dążyć do likwidacji barier w przestrzeni publicznej i transporcie zbiorowym oraz do poprawy dostępności codziennych usług, dzięki tym działaniom można zweryfikować poziom jakości świadczonych usług komunikacyjnych.

**Słowa kluczowe**: jakość, transport regionalny, zrównoważony transport

## Wprowadzenie

Popyt na przewozy pasażerskie jest determinowany przez wiele czynników społeczno-gospodarczych, takich jak: PKB, stopa bezrobocia, dochody ludności, wykształcenie, które są ze sobą ściśle powiązane i wpływają na kształtowanie zapotrzebowania na przewozy osób. Obecnie, gdy dobro materialne w postaci samochodu osobowego jest dostępne dla szerokiego grona osób (statystycznie prawie co drugi Polak ma samochód), popyt na pasażerskie usługi przewozowe transportem zbiorowym wynika ze stopnia zapewnienia przez nie oczekiwanej jakości usług w postaci: dostępności danego środka transportu, atrakcyjnego czasu przejazdu, rytmiczności i regularności połączeń, punktualności, bezpośredniości oraz dobrych połączeń komunikacyjnych, akceptowanej ceny biletu, komfortu i bezpieczeństwa przejazdu. [1]

Najważniejszym celem transportu pasażerskiego jest dążenie do maksymalnego zaspokojenia potrzeb przewozowych społeczeństwa rozumianych jako potrzeba przemieszczania się w określonym czasie z punktu początkowego podróży do miejsca jej zakończenia. Podróż najczęściej związana jest z zaspokajaniem codziennych potrzeb komunikacyjnych podróżnych zajmujących się pracą, nauką, rekreacją czy zakupami.

Zwiększenie roli transportu zbiorowego, jako alternatywy dla motoryzacji indywidualnej, może nastąpić poprzez wprowadzenie zintegrowanych systemów zarządzania ruchu preferujących transport publiczny, tworzenie zintegrowanych węzłów transportowych i zintegrowanych planów rozwoju transportu miejskiego, jak również budowę i rozbudowę publicznego transportu szynowego (metra, szybkich kolei miejskich, szybkich tramwajów, sieci kolejek podmiejskich) oraz rozwiązań publicznego dostępu do lotnisk.[2]

## Zrównoważony system transportowy

Rozwój efektywnego i zrównoważonego systemu transportowego jest jednym z głównych celów polityki Unii Europejskiej. Pojęcie zrównoważonego rozwoju oznacza zaspokajanie potrzeb obecnego pokolenia w taki sposób, aby przyszłe pokolenia również mogły zaspokajać swoje potrzeby. Zrównoważony system transportowy oferuje możliwości wyboru środka transportowego i przez to ciągły rozwój regionalny. Dodatkowo ważne jest ograniczenie emisji zanieczyszczeń i odpadów oraz minimalizowanie hałasu. Rozwój systemu wymaga równowagi w działaniach inwestycyjnych, zarządzaniu oraz sterowaniu ruchem. Działania te są zawarte w wielu dokumentach strategicznych. W przypadku województwa małopolskiego strategią definiującą wizję, cele i założenia strategiczne dla długookresowego rozwoju systemu transportowego jest Strategia rozwoju transportu w województwie małopolskim na lata 2010–2030. Według jej zapisów wśród elementów zrównoważonego ruchu drogowego powinny się znaleźć:

- zaspokojenie szerokich potrzeb przewozowych ludności,
- efektywne funkcjonowanie w aktualnym momencie i nieokreślonym przyszłym horyzoncie czasowym,
- uwzględnienie i minimalizacja kosztów zewnętrznych,
- zmniejszanie intensywności potrzeb przewozowych, promowanie ekologicznego transportu (kolej, transport zbiorowy).[3]

[1] © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

## Jakość przewozów w transporcie

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.

Zgodnie z zasadą TQM (*Total Quality Management*) jakość jest wynikiem ciągłego doskonalenia, którą można określić poprzez stosowanie powtarzającego się cyklu: planowanie – wdrożenie – ewaluacja, mające na celu sprostanie potrzebom użytkowników. [4]

W transporcie regionalnym, gdzie istnieje wielu przewoźników, istotnym czynnikiem jest informacja w pojazdach i na przystankach. Aby ułatwić użytkownikom korzystanie z systemu informacji pasażerskiej, istotne jest stworzenie czytelnego i wspólnego systemu. Taki system podniesie jakość usług przewoźników pod względem punktualności, przesiadkowości, a przede wszystkim ułatwi integracje różnych środków transportu.

Wysoka jakość transportu zbiorowego wymaga podejmowania działań o charakterze inwestycyjnym, ale też zapewnienia wysokiego poziomu utrzymania i eksploatacji bieżącej infrastruktury i taboru. Główne kierunki działań powinny dotyczyć rozwoju i modernizacji systemów transportu szynowego w celu zmiany ich wizerunku i dostosowania do współczesnych wymagań poprzez wprowadzenie do użytku nowoczesnego taboru oraz stosowanie nowoczesnej informacji pasażerskiej w pojazdach i na przystankach. Poprawa poziomu integracji w regionie jest możliwa dzięki tworzeniu zintegrowanych węzłów przesiadkowych, które ułatwiają dokonywanie przesiadek pomiędzy różnymi środkami transportu, wraz ze sprawnie funkcjonującym systemem Parkuj i Jedź.

## Metodologia badań

Województwo małopolskie co roku zleca wykonanie raportu analizy sytuacji rynkowej w krajowym drogowym przewozie osób w zakresie rozpoznania wielkości potoków pasażerskich i napełnień autobusów na wybranych ciągach komunikacyjnych i punktach pomiarowych. Analiza sytuacji rynkowej w krajowym drogowym przewozie osób w Małopolsce została przeprowadzona na podstawie szczegółowych obserwacji w 108 punktach pomiarowych na terenie województwa małopolskiego. Dodatkowo przeprowadzone zostały badania ankietowe określające poziom zaspokojenia potrzeb przewozowych pasażerów w komunikacji autobusowej. Dzięki tym działaniom można zweryfikować poziom jakości świadczonych usług komunikacyjnych.

Na podstawie wywiadu określono ogólny poziom zadowolenia pasażerów oraz szczegółową ocenę postulatów przewozowych w komunikacji autobusowej na terenie województwa małopolskiego. Ankietowani oceniali 11 cech jakościowych:

- bezpośredniość podróży,
- częstotliwość kursowania autobusów,
- bezpieczeństwo osobiste,
- komfort podróży,
- punktualność kursowania,
- regularność kursowania,
- możliwości wyboru różnych połączeń,
- dostępność komunikacji zbiorowej,
- dogodność przesiadania się,
- pewność odbycia podróży,
- informacja w pojazdach i na przystankach.

Wywiad przeprowadzano z pasażerami regularnych linii autobusowych na przystankach komunikacji zbiorowej (pasażerów korzystających tylko z komunikacji miejskiej nie uwzględniono w badaniu) na teranie województwa. W czasie ankiety pytano również o motywację podróży, czas dojścia do przystanku oraz preferowany środek transportu. Badania przeprowadzono jesienią 2010 i 2012 roku, w typowy dzień roboczy. Wielkość próby badawczej mieściła się w przedziale 600–1000 wywiadów. [6,7]

W 2010 roku przeprowadzono 1132 wywiady, ponad połowę badanych pasażerów stanowią kobiety (55%). Analizując dane pod względem wieku: najczęściej transportem autobusowym podróżują osoby młode – niemal siedem na dziesięć badanych pasażerów ma mniej niż 40 lat. Przedział 40–59 lat stanowi 29%. Najstarsza grupa ankietowanych (>59 lat) wynosi 6%.

## Charakterystyka podróży

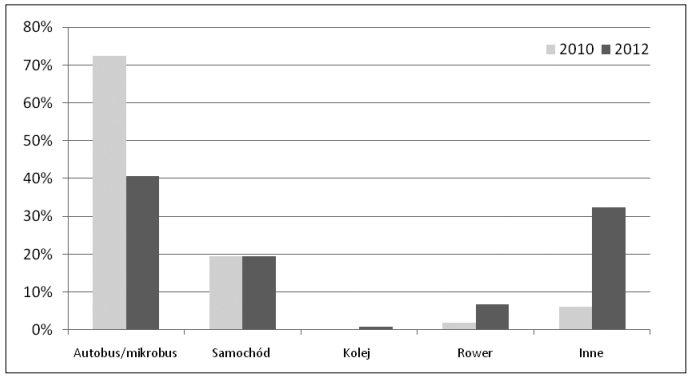
Na podstawie badań przeprowadzonych w 2010 i 2012 roku stworzono porównanie preferowanego środka transportu, szacowanego czasu dojścia na przystanek oraz ilości przesiadek w podróżach wykonywanych przez ankietowanych.

W województwie największa liczba ankietowanych podróżowała w relacji dom–praca oraz dom–nauka. Są to podróże regularne, dlatego ważnym aspektem jest bezpośredniość podróży, która w przypadku regionalnego transportu jest dobrze oceniana.

W tabeli 1 i na rysunku 1 przedstawiono środek transportu preferowany przez ankietowanych.

Tabela 1

| Najczęściej wybierany środek transportu | | |
|---|---|---|
| | 2010 [%] | 2012 [%] |
| Autobus/mikrobus | 72,4 | 40,7 |
| Samochód | 19,4 | 19,4 |
| Kolej | 0,2 | 0,9 |
| Rower | 1,9 | 6,7 |
| Inne | 6,1 | 32,3 |



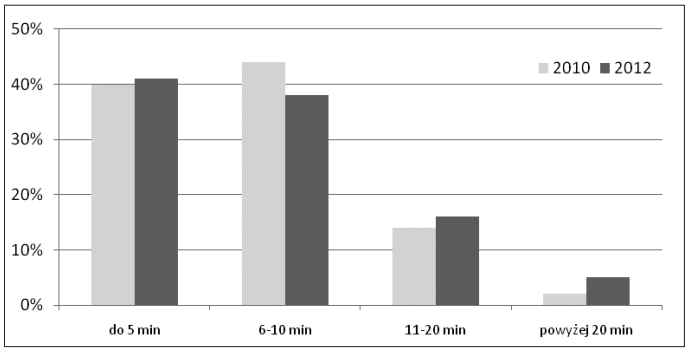

Rys. 1. Najczęściej wybierany środek transportu

W latach 2010 i 2012 Najczęściej wybierany środek transportu przez respondentów to autobus lub mikrobus. Samochód osobowy w badanych latach wybierany był przez około 20% ankietowanych. Natomiast najrzadziej ankietowani wskazywali kolej. Tworzenie atrakcyjnych i sprawnych systemów komunikacyjnych odpowiadających potrzebom współczesnych podróżnych musi wiązać się z wprowadzeniem wielu innowacji w środkach transportu, w infrastrukturze, w systemach zarządzania i obsłudze podróżnych.

Tabela 2 oraz rysunek 2 przedstawiają porównanie czasu dojścia na przystanek deklarowany przez respondentów.

Tabela 2

| Czas dotarcia na przystanek z miejsca zamieszkania lub pracy | | |
|---|---|---|
| | 2010 [%] | 2012 [%] |
| do 5 min | 40 | 41 |
| 6–10 min | 44 | 38 |
| 11–20 min | 14 | 16 |
| powyżej 20 min | 2 | 5 |




Rys. 2. Czas dotarcia na przystanek z miejsca zamieszkania lub pracy

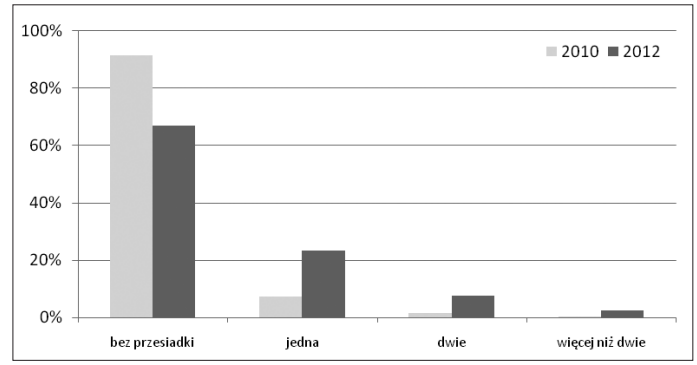
Analizując dane dla 2010 i 2012 roku, można zauważyć podobne wartości średniego czasu dojścia na przystanek. Dla około 80% podróżnych średni czas dojścia na przystanek nie przekracza 10 minut. Z badań wynika, że pasażer który ma do pokonania ponad 20 minut, rezygnuje z danego środka transportu na rzecz innego, bardziej dostępnego.

Tabela 3 oraz rysunek 3 przedstawiają liczbę przesiadek pomiędzy źródłem a celem podróży respondentów.

Większość respondentów deklaruje podróż bezpośrednią, aż 92% w 2010 roku i 67% w 2012 roku. Wynik ten potwierdza ogólną niechęć społeczeństwa do przesiadania się. W fazie przemieszczania się podróżny chce jak najszybciej przebyć podróż, znaleźć wolne miejsce w pojeździe, punktualnie przybyć na miejsce zakończenia podróży, w trakcie przesiadki mieć dogodne połączenia oraz przebyć podróż za niską cenę biletu.

Tabela 3

| Liczba przesiadek podczas podróży | | |
|---|---|---|
| | 2010 [%] | 2012 [%] |
| bez przesiadki | 91,2 | 66,8 |
| jedna | 7,1 | 23,2 |
| dwie | 1,5 | 7,6 |
| więcej niż dwie | 0,2 | 2,4 |



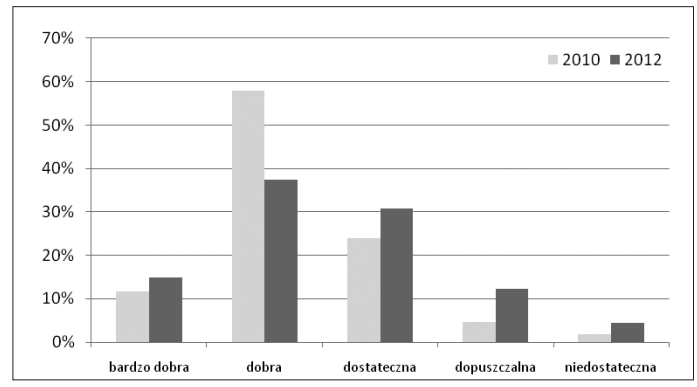

Rys. 3. Ilość przesiadek podczas podróży

## Ocena satysfakcji pasażerów z komunikacji autobusowej

Wyniki badań ogólnego stopnia zadowolenia z komunikacji autobusowej na terenie województwa małopolskiego zestawiono w tabeli 4 oraz na rysunku 4.

Tabela 4

| Ogólna ocena jakości transportu zbiorowego | | |
|---|---|---|
| | **2010 [%]** | **2012 [%]** |
| bardzo dobra | 11,6 | 14,8 |
| dobra | 57,9 | 37,4 |
| dostateczna | 24,0 | 30,7 |
| dopuszczalna | 4,6 | 12,4 |
| niedostateczna | 1,9 | 4,5 |




Rys. 4. Ogólna ocena jakości transportu zbiorowego

Stopień zadowolenia większości ankietowanych został oceniony jako dobry w 2010 roku przez około 58% ankietowanych, natomiast w 2012 – przez około 38%. W 2012 możnay zauważyć, że pasażerowie słabiej ocenili komunikację autobusową. Dlatego należy podjąć wszelkie działania mające na celu poprawienie jakości komunikacji autobusowej w przyszłych latach.

W tabeli 5, 6 i na rysunkach 5, 6 przedstawiono ocenę szczegółowych cech jakościowych.

W 2010 roku ankietowani ze wszystkich 11 cech jakości najlepiej ocenili połączenia bezpośrednie, pewność odbycia podróży oraz bezpieczeństwo osobiste. Najsłabiej oceniono punktualność kursowania oraz możliwość wyboru różnych połączeń.

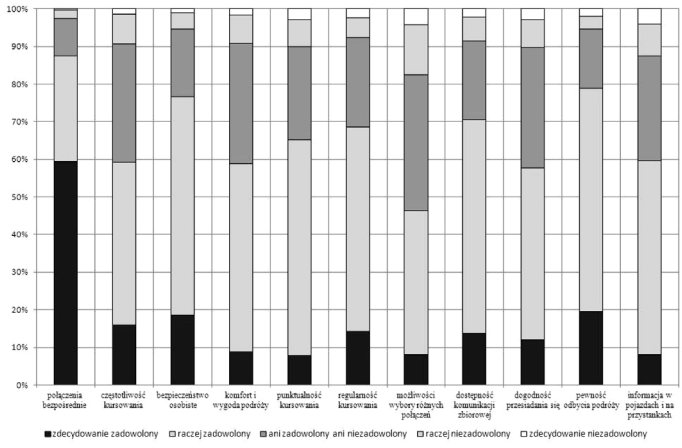
Niezmiernie ważną sprawą jest właściwa jakość wykonywanych usług. Wiąże się z nią gwarancja, udzielana przez

Tabela 5

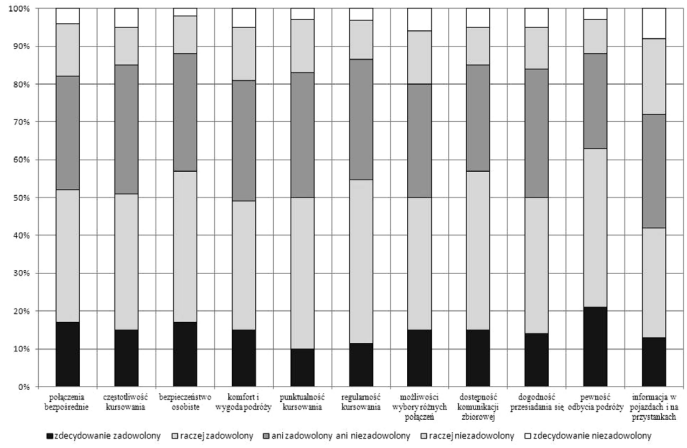
| Ocena cech jakościowych przez pasażerów komunikacji zbiorowej w 2010 roku | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ROK 2010 | zdecydowanie zadowolony [%] | raczej zadowolony [%] | trudno powiedzieć [%] | raczej niezadowolony [%] | zdecydowanie niezadowolony [%] |
| połączenia bezpośrednie (bez przesiadek) | 59,4 | 28,1 | 10,0 | 2,2 | 0,3 |
| częstotliwość kursowania | 16,0 | 43,2 | 31,5 | 7,8 | 1,5 |
| bezpieczeństwo osobiste | 18,5 | 58,2 | 17,9 | 4,4 | 1,0 |
| komfort i wygoda podróży | 8,8 | 50,0 | 32,0 | 7,6 | 1,6 |
| punktualność kursowania | 7,9 | 57,3 | 24,8 | 7,0 | 3,0 |
| regularność kursowania | 14,3 | 54,2 | 23,8 | 5,2 | 2,5 |
| możliwości wybory różnych połączeń | 8,0 | 38,3 | 36,2 | 13,3 | 4,2 |
| dostępność komunikacji zbiorowej | 13,7 | 56,7 | 21,1 | 6,3 | 2,2 |
| dogodność przesiadania się | 11,9 | 45,8 | 32,2 | 7,2 | 2,9 |
| pewność odbycia podróży | 19,4 | 59,4 | 15,9 | 3,3 | 2,0 |
| informacja w pojazdach i na przystankach | 8,1 | 51,4 | 28,0 | 8,3 | 4,2 |

Tabela 6

| Ocena cech jakościowych przez pasażerów komunikacji zbiorowej w 2012 roku | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ROK 2012 | zdecydowanie zadowolony [%] | raczej zadowolony [%] | trudno powiedzieć [%] | raczej niezadowolony [%] | zdecydowanie niezadowolony [%] |
| połączenia bezpośrednie (bez przesiadek) | 17,0 | 35,0 | 30,0 | 14,0 | 4,0 |
| częstotliwość kursowania | 15,0 | 36,0 | 34,0 | 10,0 | 5,0 |
| bezpieczeństwo osobiste | 17,0 | 40,0 | 31,0 | 10,0 | 2,0 |
| komfort i wygoda podróży | 15,0 | 34,0 | 32,0 | 14,0 | 5,0 |
| punktualność kursowania | 10,0 | 40,0 | 33,0 | 14,0 | 3,0 |
| regularność kursowania | 11,0 | 42,0 | 31,0 | 10,0 | 3,0 |
| możliwości wyboru różnych połączeń | 15,0 | 35,0 | 30,0 | 14,0 | 6,0 |
| dostępność komunikacji zbiorowej | 15,0 | 42,0 | 28,0 | 10,0 | 5,0 |
| dogodność przesiadania się | 14,0 | 36,0 | 34,0 | 11,0 | 5,0 |
| pewność odbycia podróży | 21,0 | 42,0 | 25,0 | 9,0 | 3,0 |
| informacja w pojazdach i na przystankach | 13,0 | 29,0 | 30,0 | 20,0 | 8,0 |




Rys.5. Ocena cech jakościowych przez pasażerów komunikacji zbiorowej w 2010 roku




Rys. 6. Ocena cech jakościowych przez pasażerów komunikacji zbiorowej w 2012 roku

operatora na świadczone zadanie, która przekonuje klienta, że jakość wykonywanej usługi jest wystarczająca. Skutkiem dobrej jakości przewozów i rzetelnej gwarancji jest wzrost popytu.

W 2012 roku najlepiej oceniono pewność odbycia podróży, połączenia bezpośrednie oraz bezpieczeństwo osobiste. Najsłabiej oceniono informację w pojazdach i na przystankach oraz możliwość wyboru różnych połączeń.

## Podsumowanie

Jakość usług w transporcie zbiorowym jest pojęciem kompleksowym. Aby wyjść naprzeciw oczekiwaniom pasażerów, należy zwrócić większą uwagę na poprawę jakości w transporcie zbiorowym. W ramach integracji systemu transportowego można wyróżnić wiele działań np. wprowadzenie wspólnego biletu, ułatwienie przesiadek pomiędzy różnymi środkami transportu zbiorowego, ulepszenie dostępu do dworców i przystanków dla kierowców poprzez sprawny system Parkuj i Jedź, a także skoordynowanie rozkładu jazdy. Działania te sprawiają, że system staje się spójny i niezawodny, a przede wszystkim bardziej dostępny dla pasażera.

## Literatura


1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 9 października 2012 r. *w sprawie planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym*.
2. Strategia rozwoju transportu w województwie małopolskim na lata 2010–2030.
3. Andrzejczak W., *Model zrównoważonego ruchu drogowego w rejonie*, „Transport Miejski i Regionalny", 2007, nr 7, 8.
4. Strona internetowa: http: www.isemoa.eu
5. Starowicz W., *Jakość przewozów w miejskim transporcie zbiorowym*, Politechnika Krakowska, Kraków 2007.
6. *Badanie opinii pasażerów zrealizowane w ramach projektu Analiza sytuacji rynkowej w krajowym drogowym przewozie osób w województwie małopolskim*, PBS DGA sp. Z o.o., grudzień 2010.
7. Raport *Wykonanie analizy sytuacji rynkowej w krajowym drogowym przewozie osób w zakresie rozpoznania wielkości potoków pasażerskich i napełnień autobusów na wybranych ciągach komunikacyjnych i punktach pomiarowych województwa małopolskiego oraz poziomu zaspokojenia potrzeb przewozowych pasażerów w komunikacji autobusowej*", „EU-Consult" Sp. z o.o., 2012.
8. Brzeziński A., Rezwow M., *Zrównoważony transport – ekologiczne rozwiązania transportowe*, Szczecin 2007.

# MODELOWE UJĘCIE STRATEGII MARKETINGOWEJ PRZEDSIĘBIORSTW ORGANIZUJĄCYCH USŁUGI PRZEWOZOWE NA RYNKU TRANSPORTU MIEJSKIEGO W POLSCE[1]

**ALEKSANDRA MENDRYK**
dr, Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni, Metropolitalny Związek Komunikacyjny Zatoki Gdańskiej, ul. Sobótki 9, 80-247 Gdańsk, e-mail: aleksandra.mendryk@gmail.com

**Streszczenie.** Przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego, działając w warunkach malejącego popytu na usługi przy jednocześnie rosnącej konkurencji ze strony motoryzacji indywidualnej, muszą podejmować skuteczną walkę o klienta. Przemyślane działania, sformalizowane w strategii marketingowej, stanowią warunek nie tylko wystarczający, ale wręcz konieczny dla prawidłowego rozwoju przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego. Strategia marketingowa wpływa stymulująco na rozwój i wzrost przedsiębiorstwa, gdy obejmuje aktywne i spójne działania marketingowe, pozwalające w optymalny sposób wykorzystać silne strony przedsiębiorstwa oraz szanse występujące w jego otoczeniu. W artykule, w oparciu o wyniki badań własnych, dotyczących wykorzystywania strategii marketingowych w transporcie miejskim, zaprezentowano modelowe ujęcie strategii marketingowej przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na tym rynku. Modelowe ujęcie powinno objąć potencjalne cele działalności stanowiące podstawę strategii oraz jej treść w postaci opisu rynku docelowego, sposobu działania oraz instrumentów marketingowych wykorzystywanych w procesie jego kształtowania. W zaproponowanym, modelowym ujęciu wskazano na potencjalne działania, jakie przedsiębiorstwa transportu miejskiego mogą podjąć, realizując strategię marketingową. Przedstawiony model nie wskazuje jedynych, właściwych rozwiązań, natomiast może stanowić pomoc w procesie formułowania strategii marketingowej dla przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego.

**Słowa kluczowe:** transport miejski, strategia marketingowa, rynek docelowy, segmentacja, zarządzanie marketingowe

## Wprowadzenie

Funkcjonowanie przedsiębiorstw transportu miejskiego w warunkach malejącego popytu oraz rosnącej konkurencji ze strony motoryzacji indywidualnej wymusza konieczność stosowania nowoczesnych metod zarządzania, co nierozerwalnie łączy się z wdrażaniem koncepcji marketingu.

Podniesienie konkurencyjności transportu zbiorowego prowadzące do zwiększenia udziału podróży realizowanych transportem zbiorowym wymaga podejmowania zróżnicowanych działań marketingowych skierowanych do obecnych i potencjalnych klientów. W tym celu przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny opracować długofalową koncepcję sprawnego i spójnego działania, a więc sformułować strategię marketingową, która pozwoli lepiej wykorzystać posiadany potencjał przedsiębiorstwa w dążeniu do realizacji założonego celu, jakim powinno być efektywne zaspokojenie zidentyfikowanych potrzeb rynku.

Mając na uwadze uwarunkowania kształtowania strategii marketingowej na rynku transportu miejskiego w Polsce oraz przedmiot działalności przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na tym rynku, determinowany jego specyfiką, można zaproponować modelowe ujęcie strategii marketingowej tych przedsiębiorstw.

Do sformułowania modelowego ujęcia strategii marketingowej przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego – które powinno objąć cele działalności tych podmiotów jako podstawę strategii marketingowej i jej treść określającą rynek docelowy, sposób działania na tym rynku oraz instrumentów marketingowych wykorzystywanych do jego kształtowania – wykorzystano wyniki własnych badań pierwotnych.

## Metodologia i zakres badań

Badania dotyczące wykorzystywania strategii marketingowych w transporcie miejskim zrealizowano dwukrotnie, najpierw w latach 2006–2007 i następnie w latach 2010–2011[2].

Celem pierwotnych badań własnych było określenie, w jakim zakresie przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego opracowują i stosują w swej praktyce strategie marketingowe lub tylko ich elementy.

Pierwszą turę badań zrealizowano metodą ankiety pocztowej. Kwestionariusze wysłano do 22 organizatorów i 105 operatorów transportu miejskiego, zrzeszonych w Izbie Gospodarczej Komunikacji Miejskiej. Po redukcji danych do analizy zakwalifikowano dane od 18 organizatorów oraz 77 operatorów pełniących rolę organizatorów, pomijając przewoźników działających w warunkach oddzielenia działalności organizatorskiej od przewozowej i zatrudniania ich przez wyspecjalizowanych organizatorów. O nieuwzględnieniu w badaniach tych przewoźników zdecydowała specyfika ich działalności.

W drugiej turze badań posłużono się metodą ankiety internetowej, wysyłając kwestionariusze pocztą elektroniczną do 28 organizatorów i 90 operatorów. Respondentom zadano pytania o tematyce niemal identycznej jak podczas pierwszego badania, co pozwoliło na porównanie wyników. Analogicznie

[1] © Transport Miejski i Regionalny, 2013.

[2] Badania przeprowadzone zostały na potrzeby pracy doktorskiej autorki pt. „Strategie marketingowe na rynku usług transportu miejskiego", przygotowanej pod kierunkiem prof. zw. dr hab. Olgierda Wyszomirskiego.

jak w poprzednim okresie, w analizie uwzględniono oprócz wyspecjalizowanych organizatorów wyłącznie operatorów – organizatorów działających w ośrodkach miejskich, w których nie powołano oddzielnych zarządów bądź wydziałów urzędów miast odpowiedzialnych za transport miejski. Łącznie w drugim okresie do próby zakwalifikowano 28 organizatorów i 65 operatorów transportu miejskiego. W obu okresach przebadano zbliżoną liczbę przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego w Polsce.

## Analiza strategiczna jako podstawa formułowania strategii marketingowej

Punktem wyjścia formułowania każdej strategii marketingowej przedsiębiorstwa powinno być określenie jego pozycji rynkowej i ocenienie możliwości jej zmian na podstawie wszechstronnej analizy sytuacji marketingowej obejmującej otoczenie oraz zasoby i umiejętności.

W przypadku przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego podstawowymi czynnikami, które należy poddać analizie, są:
- popyt na usługi transportu zbiorowego,
- konkurencja, głównie ze strony motoryzacji indywidualnej.

W analizie otoczenia ogólnego przedsiębiorstw transportu miejskiego szczególnie istotne znaczenie mają uwarunkowania:
- polityczno-prawne,
- ekonomiczno-finansowe,
- demograficzno-społeczne.

Źródłem trudności rozwojowych przedsiębiorstw transportu miejskiego jest niekorzystny układ warunków zewnętrznych w postaci rosnącego udziału motoryzacji indywidualnej w przewozach miejskich i wynikającego z tego malejącego popytu na usługi transportu zbiorowego. W takiej sytuacji przedsiębiorstwa te powinny starać się przezwyciężać zagrożenia płynące z otoczenia, wykorzystując do maksimum swój potencjał i liczne atuty wynikające z posiadanych zasobów i umiejętności.

## Kształtowanie celów w strategii marketingowej

Kształtowanie celów stanowi pierwszy krok w procesie formułowania strategii marketingowej, gdyż cele narzucają charakter planowanych działań i tym samym charakter całej strategii[3]. Ich wybór stanowi punkt wyjścia do dalszych etapów kształtowania strategii marketingowej. Cele determinują bowiem możliwość kształtowania poszczególnych obszarów działań strategicznych, a w efekcie kształt strategii marketingowej.

Formułowane przez przedsiębiorstwo cele mogą mieć różny charakter:
- zachowawczy, kiedy celem działania przedsiębiorstwa jest utrzymanie się na obsługiwanym rynku;
- agresywny, kiedy działania przedsiębiorstwa skierowane są na poszukiwanie okazji i przedsięwzięć bardziej ryzykownych, stwarzających szanse rozwoju.

Modelowe ujęcie celów przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego powinno koncentrować się bardziej na działaniach agresywnych, a nie zachowawczych.

Biorąc pod uwagę obecne uwarunkowania funkcjonowania przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego w Polsce, można zaproponować następujące potencjalne cele strategiczne:
- zahamowanie spadku popytu na usługi transportu zbiorowego,
- wzrost udziału transportu zbiorowego w przewozach miejskich i aglomeracyjnych,
- integrację transportu miejskiego.

Dążąc do zahamowania spadku popytu na usługi transportu zbiorowego lub wzrostu udziału transportu zbiorowego w przewozach miejskich i aglomeracyjnych, przedsiębiorstwa powinny zmierzać do utrzymania obecnych klientów transportu miejskiego oraz do pozyskania nowych. Potencjalne cele pośrednie dla realizacji tak sformułowanych celów strategicznych mogą być następujące:
- budowanie trwałych i długookresowych relacji z pasażerami na zasadach lojalności poprzez świadczenie przyjaznych klientom usług przewozowych;
- poprawa jakości usług transportu zbiorowego poprzez dostosowanie oferty przewozowej do potrzeb przewozowych i preferencji pasażerów;
- kształtowanie w świadomości społeczeństwa ważnej roli transportu zbiorowego (systematycznie prowadzenie kampanii informacyjno-promocyjnych);
- zapewnienie dostępności do usług transportu publicznego wszystkim osobom, w tym szczególnie osobom starszym i niepełnosprawnym;
- wprowadzenie nowoczesnych rozwiązań technologicznych zwiększających atrakcyjność korzystania z usług transportu zbiorowego (bilet elektroniczny, dynamiczna informacja pasażerska – wizualna i głosowa);
- poprawa bezpieczeństwa podróżowania transportem zbiorowym (wyposażenie przystanków, węzłów przesiadkowych oraz pojazdów w monitoring i systemy łączności pozwalające na zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa osobistego);
- zapewnienie atrakcyjnej oferty przewozowej stanowiącej alternatywę dla podróży realizowanych samochodem osobowym (wzrost jakości usług transportu zbiorowego i wzmocnienie jego pozycji konkurencyjnej względem transportu indywidualnego);
- ograniczenie negatywnego oddziaływania transportu na środowisko i warunki życia mieszkańców (zwiększanie udziału taboru proekologicznego);
- realizacja odpowiedniej polityki transportowej (wprowadzenie priorytetu w ruchu dla pojazdów transportu miejskiego – wydzielanie pasów ruchu wyłącznie dla

[3] T. Dyr, *Kształtowanie celu w strategii marketingowej przedsiębiorstw pasażerskiego transportu zbiorowego*, „Autobusy", 2000, nr 1–2, s. 29.

pojazdów transportu zbiorowego, wprowadzenie sygnalizacji świetlnej przyznającej priorytet pojazdom miejskiego transportu zbiorowego);
- realizacja polityki zrównoważenia rozwoju transportu w mieście (ograniczenie zakresu wykorzystywania samochodu osobowego w podróżach miejskich – opłaty parkingowe, opłaty za wjazd do centrum, strefy wyłączone z ruchu).

Z kolei w zakresie realizacji celu strategicznego, jakim jest integracja transportu zbiorowego w skali lokalnej i regionalnej, przedsiębiorstwa transportu miejskiego mogą przyjąć następujące cele pośrednie:
- tworzenie infrastruktury transportowej w postaci węzłów przesiadkowych umożliwiających bezpieczną i sprawną zmianę środka transportu;
- modernizacja i przebudowa węzłów przesiadkowych, których funkcjonalność pozwala na ograniczenie strat czasu związanych ze zmianą środka transportu;
- budowa i rozwijanie systemu parkingów typu Park & Ride i Bike & Ride, stwarzających możliwości dogodniejszego ograniczania natężenia ruchu w centrach miast;
- integracja biletowa (wprowadzenie wspólnego biletu umożliwiającego podróżowanie na podstawie jednego biletu różnymi środkami transportu);
- integracja taryfowa polegająca na ujednoliceniu zasad pobierania opłat, różnicowania cen za usługi transportu zbiorowego oraz uprawnień do przejazdów bezpłatnych i ulgowych;
- integracja organizacyjna obejmująca koordynację rozkładów jazdy wszystkich rodzajów transportu zbiorowego i wspólną informację o usługach.

## Wybór rynku docelowego jako element strategii marketingowej

Podstawowym elementem składającym się na treść strategii marketingowej jest określenie rynku docelowego.

Z przeprowadzonych badań własnych wynika, że nie wszystkie przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego w Polsce prowadziły działania zmierzające do wyodrębnienia rynku, który chcą obsługiwać. Dla pozostałych, stanowiących zdecydowaną większość, dominującym sposobem wyznaczania rynku docelowego był obszar przestrzenny obsługi (78% operatorów i 79% organizatorów).

Tymczasem w ujęciu modelowym rynek docelowy przedsiębiorstw transportu miejskiego powinien zostać zdefiniowany w trzech wymiarach[4]:
- przedmiotowym – usługi przewozowe zaspokajające potrzeby przewozowe mieszkańców w zakresie lokalnego transportu pasażerskiego,
- podmiotowym – mieszkańcy obsługiwanych miast i gmin,
- przestrzennym – obszar konkretnego miasta oraz sąsiednich miast i gmin tworzących daną aglomerację.

Podstawą wyboru rynku docelowego jest proces segmentacji. Segmentację na rynku transportu miejskiego można przeprowadzić z uwzględnieniem różnych kryteriów, umożliwiających określenie najbardziej atrakcyjnych dla przedsiębiorstwa segmentów rynku.

Za podstawowe kryterium stosowane w segmentacji rynku docelowego przez podmioty organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego można uznać status motoryzacyjny, mający największy wpływ na zachowania komunikacyjne mieszkańców.

Segmentacja według statusu motoryzacyjnego pozwala wyodrębnić dwa strategiczne segmenty rynku, do których przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny kierować swoją ofertę przewozową, tj.:
- osoby zmotoryzowane realizujące podróże miejskie głównie samochodem osobowym, stanowiące potencjalnych klientów transportu zbiorowego;
- osoby niezmotoryzowane realizujące podróże miejskie głównie transportem miejskim, stanowiące obecnych klientów transportu zbiorowego.

W ramach tak wyodrębnionych segmentów można wydzielić dalej:
- segment osób uczących się (dzieci i młodzież);
- segment osób pracujących;
- segment osób o ograniczonej mobilności, obejmujący osoby starsze oraz osoby niepełnosprawne.

## Określenie sposobu postępowania jako element strategii marketingowej

Wyniki przeprowadzonych badań własnych pokazały, że większość przedsiębiorstw transportu miejskiego preferowało defensywny sposób postępowania (83% operatorów i 68% organizatorów). Przedsiębiorstwa te dostosowywały ofertę przewozową do zgłaszanych potrzeb i preferencji klientów transportu miejskiego. Takie postępowanie jest uzasadnione w sytuacji, kiedy celem jest utrzymanie popytu na usługi na obecnym poziomie.

W ujęciu modelowym przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny dążyć do tego, aby ich działania na rynku transportu miejskiego były ofensywne, prowadząc do kreowania nowych potrzeb oraz oddziaływania na preferencje nabywców w celu wyróżnienia się na tle konkurencji. Ofensywny sposób postępowania jest konieczny, kiedy dążeniem przedsiębiorstwa transportu miejskiego jest wzrost popytu i zwiększenie udziału transportu zbiorowego w rynku przewozów miejskich i aglomeracyjnych.

Przesłanką podejmowanych działań w obrębie grupy użytkowników samochodów osobowych powinno być nakłonienie ich do rezygnacji z korzystania z tych pojazdów na rzecz transportu zbiorowego. W tym celu przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny:
- podnosić jakość oferowanych usług – aby oferta stanowiła atrakcyjną alternatywę dla podróży samochodem, należy dążyć do uprzywilejowania pojazdów transportu zbiorowego w ruchu, wydzielając pasy ruchu dla tych pojazdów oraz wprowadzając sygnalizację świetlną

[4] O. Wyszomirski, *Strategia marketingowa organizatora usług transportu miejskiego na przykładzie Zarządu Komunikacji Miejskiej w Gdyni*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Transport", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006, z. 62, s. 548.

przyznającą im priorytet (strategia przywództwa ze względu na zróżnicowanie oferty);
- oddziaływać poprzez cenę – oferować usługi po niższych cenach od kosztów eksploatacji samochodu osobowego, informując, że koszty użytkowania samochodu osobowego to także koszty pośrednie obejmujące amortyzację, ubezpieczenia, opłaty parkingowe (strategia przywództwa ze względu na koszty całkowite);
- promować zrównoważoną mobilność w celu pozytywnego wyróżnienia transportu zbiorowego w stosunku do samochodu osobowego poprzez podkreślanie ekologicznego aspektu podróżowania tym transportem (strategia przywództwa ze względu na zróżnicowanie oferty);
- integrować transport zbiorowy z indywidualnym poprzez budowanie parkingów typu Park & Ride umożliwiających pozostawienie samochodu i zmianę środka transportu na zbiorowy oraz oferowanie wspólnego biletu umożliwiającego korzystanie z usług dodatkowych, tj. parkingu.

W stosunku do osób niezmotoryzowanych, stanowiących klientów transportu zbiorowego, działania marketingowe przedsiębiorstwa powinny zmierzać do intensyfikowania zakresu korzystania z jego usług oraz wzmocnienia relacji opartych na zasadzie lojalności. Można to osiągnąć poprzez:
- możliwie najlepsze poznawanie swoich klientów, tak aby poprzez różnicowanie usług do ich wymagań i oczekiwań pozyskać lojalnych klientów;
- doskonalenie jakości oferty przewozowej poprzez wdrażanie innowacji poprawiających bezpieczeństwo i komfort podróżowania (monitoring w pojazdach i na przystankach, dynamiczna informacja pasażerska, zapowiedzi głosowe i wizualne w pojazdach, bilet elektroniczny);
- zwiększanie dostępności do usług poprzez rozbudowę sieci dystrybucji (Internet, telefon komórkowy, automaty biletowe);
- działania promocyjne (szczególnie w odniesieniu do biletów okresowych);
- zwiększanie oferowanej zdolności przewozowej (wzrost częstotliwości kursowania pojazdów i pojemności);
- wzbogacanie oferty przewozowej (wydłużanie tras linii komunikacyjnych i wprowadzanie nowych linii komunikacyjnych);
- integrację systemu transportowego na obszarze objętym obsługą komunikacyjną w celu zapewnienia skoordynowanej oferty przewozowej opartej na wspólnej taryfie i wspólnym bilecie.

Współczesny świat ze względu na postęp techniczny i technologiczny urządzany jest pod kątem oczekiwań ludzi młodych. Zachęcanie dzieci i młodzieży do korzystania z transportu zbiorowego może przynieść pozytywne skutki w postaci akceptacji przez nich tej formy transportu, kiedy będą już dorośli i pracujący.

W strategii mającej na uwadze potrzeby młodych ludzi, powinny być uwzględnione następujące aspekty[5]:
- zmiany w preferencjach na korzyść transportu publicznego lub transportu niezmotoryzowanego – podróże piesze, jazda rowerem;
- programy edukacyjne mające na celu kształtowanie postaw i zachowań użytkowników transportu;
- włączenie młodych ludzi w proces planowania i budowy systemów transportowych;
- wykorzystanie nowych technologii informatycznych (Internet, telefon komórkowy);
- stosowanie odpowiednich narzędzi komunikacji marketingowej (reklama, media społecznościowe, np. *Facebook*, *Twitter*).

Szczególną uwagę należy zwrócić na marketing społecznościowy (*Social Media Marketing* – SMM) wykorzystujący sieci społecznościowe, społeczności internetowe, blogi oraz inne media internetowe do prowadzenia szerszej działalności marketingowej, a także w celu sprzedaży oraz obsługi klienta. Mobilny charakter mediów społecznościowych czyni je naturalnymi sprzymierzeńcami transportu publicznego, przyczyniającymi się do wzrostu jego konkurencyjności. Umożliwianie ludziom „bycia w sieci" w trakcie podróży czyni transport publiczny wartościowym oraz konkurencyjnym, w porównaniu do podróży samochodem. Ponadto jest to bardzo efektywne narzędzie pozyskiwania klientów, stałego ich informowania, słuchania oraz poprawy usług świadczonych dla pasażerów, zwiększania ich satysfakcji i budowania wizerunku przedsiębiorstwa[6].

Grupą charakteryzującą się odmiennymi potrzebami przewozowymi są osoby o ograniczonej czasowo lub trwale mobilności (25–35% osób starszych, niepełnosprawnych, rodzin z dziećmi, kobiet ciężarnych, osób obarczonych licznym bagażem itp.). Mając trudności w korzystaniu z transportu zbiorowego, wybierają transport indywidualny[7]. Dlatego należy podejmować inicjatywy likwidujące bariery ograniczające osoby starsze czy niepełnosprawne. Usuwanie przeszkód w dostępie do środków transportu zbiorowego osobom starszym i niepełnosprawnym związane jest m.in. z:
- dopuszczaniem do eksploatacji wyłącznie pojazdów spełniających wymagania ergonomiczne oraz zapewniających zachowanie bezpieczeństwa;
- rozszerzaniem oferty poprzez uruchamianie specjalnych linii dla osób niepełnosprawnych (tzw. przejazdy na zamówienie);
- poprawą dostępności infrastruktury transportowej;
- wyposażaniem obiektów infrastruktury transportowej, zwłaszcza dworców i przystanków w urządzenia wspo-

[5] R. Cavalieri, *Public transport and young people, a partnership for the future*, „Public Transport International", 2009, nr 3, s. 4–6.

[6] G.A. Błaszczak, *Rola mediów społecznościowych w promowaniu transportu miejskiego*, „Social Media: Current Activity & Lessons Learned", UITP 2012 r., „Biuletyn Komunikacji Miejskiej", 2012, nr 126, s. 55–57.

[7] S. Zamkowska, A. Mężyk, Wyzwania dla transportu w miastach XXI wieku, „Transport Miejski i Regionalny", 2009, nr 12, s. 26.

magające (pomosty pomiędzy peronem a krawędziami schodów pociągu, schody ruchome, windy i podnośniki osobowe, balustrady);
- wyróżnianiem krawędzi przystanków kolorem i rodzajem nawierzchni;
- wyposażaniem przystanków, węzłów przesiadkowych oraz pojazdów w monitoring pozwalający zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa osobistego;
- stosowaniem odpowiednich systemów przekazu informacji o orientacji akustycznej i wizualnej, umożliwiającej dobrą czytelność oferty i usług oraz geografii miejsca, również w systemie Braille'a;
- organizowaniem kampanii marketingowych i informacyjnych dla seniorów w zakresie korzystania z elektronicznych narzędzi służących podróżnym (takich jak automaty biletowe);
- prowadzeniem szkoleń dla pasażerów i kierowców autobusów w zakresie udzielania pomocy osobom starszym i niepełnosprawnym;
- udzielaniem pomocy ze strony innych osób – wprowadzenie asysty dla osób starszych i niepełnosprawnych na przystankach w celu podniesienia poziomu bezpieczeństwa i komfortu podróży. Asysta może polegać na udzielaniu pomocy przy wsiadaniu/wysiadaniu z pojazdu, zakupie biletu w automatach oraz na informowaniu o funkcjonujących liniach i połączeniach.

Niektóre z przedstawionych projektów wiążą się ze sporymi nakładami finansowymi, a wówczas rozwiązaniem może być występowanie o dofinansowanie unijne bądź udział w projektach unijnych, których założeniem jest m.in. promowanie mobilności w starzejącym się społeczeństwie oraz podniesienie świadomości na temat wyzwań dotyczących mobilności w mieście, w kontekście sytuacji osób starszych i niepełnosprawnych. Niewątpliwie projekty takie mogą odnieść sukces jedynie przy jednoczesnym, ciągłym procesie modernizacji taboru, konsultowaniu się z grupą docelową i korzystaniu z najlepszych praktyk w zakresie budowy przystanków, węzłów przesiadkowych i ciągów pieszych. Dzięki uczestnictwu w tego rodzaju projektach istnieje szansa na to, że potrzeby osób starszych i niepełnosprawnych zostaną w większym niż dotychczas stopniu zauważone i wykorzystane do tworzenia przyjaznej tym osobom infrastruktury transportowej w miastach[8].

## Usługa przewozowa jako przedmiot strategii marketingowej

Kształtując ofertę przewozową, badane przedsiębiorstwa transportu miejskiego podejmowały głównie działania zmierzające do rozszerzenia zakresu świadczonych usług poprzez uruchamianie nowych linii komunikacyjnych (71% operatorów i 93% organizatorów) oraz obejmowanie obsługą komunikacyjną nowych obszarów (66% operatorów i 79% organizatorów). Niestety znaczna część przedsiębiorstw nie posiadała zintegrowanej oferty przewozowej z innymi przedsiębiorstwami świadczącymi usługi transportu zbiorowego (57% operatorów i 44% organizatorów). Spośród tych przedsiębiorstw, które dostosowywały usługę przewozową do potrzeb rynku w zakresie integracji, najwięcej wskazywało na skoordynowane rozkłady jazdy (85% operatorów i 90% organizatorów).

Wśród potencjalnych działań w odniesieniu do modelowego kształtowania usługi można wskazać na następujące:
- różnicowanie oferty przewozowej w zależności od segmentów rynku docelowego wyodrębnionych np. wg kryterium statusu motoryzacyjnego oraz społeczno-zawodowego (strategia dyferencjacji produktowej),
- kreowanie na podstawie oferty przewozowej wizerunku przedsiębiorstwa w świadomości klientów z uwzględnieniem wyodrębnionych segmentów rynku (strategia pozycjonowania produktu na rynku),
- zwiększanie sprzedaży dotychczasowych usług na dotychczasowym rynku (strategia penetracji rynku),
- wchodzenie z dotychczasowymi usługami na nowe rynki przez ekspansję przestrzenną (strategia rozwoju rynku),
- oferowanie zmienionych usług na dotychczasowym rynku (strategia rozwoju produktu),
- zapewnienie wielu odmian oferowanego produktu (strategia wąskiego i głębokiego asortymentu),
- integrowanie usług transportu miejskiego (strategia integracji poziomej).

## Cena jako instrument marketingu

W świetle przeprowadzonych badań własnych najczęściej wybieranym sposobem ustalania cen za usługi transportu zbiorowego było wyznaczanie ich na poziomie, jaki obowiązywał w innych podobnych miastach (64% operatorów i 93% organizatorów). Połowa badanych przedsiębiorstw brała pod uwagę wielkość popytu na usługi transportu zbiorowego. Najmniej z nich ustalało ceny, porównując je do kosztów podróżowania samochodem osobowym stanowiącym największą konkurencję w realizacji podróży miejskich (9% operatorów i 25% organizatorów).

Tymczasem w ujęciu modelowym podmioty organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego powinny kształtować ceny w oparciu o mieszaną orientację popytowo-konkurencyjną, uwzględniającą z jednej strony wielkość popytu, z drugiej natomiast ceny (koszty) konkurencyjnych sposobów realizacji podróży, głównie samochodem osobowym.

Podstawową przesłanką działań w zakresie kształtowania cen na usługi transportu zbiorowego powinien być wzrost przychodów ze sprzedaży biletów. W tym celu przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny dążyć do zwiększania intensywności korzystania z usług przewozowych transportu miejskiego poprzez:
- ustalanie cen biletów okresowych na atrakcyjnym poziomie w stosunku do biletów jednorazowych w dążeniu do pozyskania stałych klientów i zwiększenia udziału w rynku (strategia cenowej penetracji rynku);

[8] J. Majdecka, T. Zwoliński, *Problemy jakości i dostępności transportu zbiorowego dla pasażerów starszych i niepełnosprawnych w projektach Aeneas oraz Mediate*, „Transport Miejski i Regionalny", 2009, nr 6, s. 32.

- rozszerzanie zakresu ważności przestrzennej biletów okresowych poprzez wprowadzanie korespondencyjności taryfy dającej możliwość przesiadania się;
- stosowanie rabatów o podłożu marketingowym (dla kupujących bilety okresowe);
- różnicowanie ceny na usługi transportu miejskiego w zależności od:
  – segmentu nabywców (np. bilety szkolne, dla seniorów, imienne, na okaziciela),
  – rodzaju linii komunikacyjnych (np. zwykłe, pospieszne, specjalne),
  – przestrzeni, w obrębie której świadczone są usługi (np. w granicach miasta, z przekroczeniem granic administracyjnych),
  – częstości zakupu usługi przewozowej (bilety godzinne, 24- i 72-godzinne, tygodniowe, kwartalne, semestralne itp.),
  – czasu świadczenia usług (np. w określonych godzinach, dniach tygodnia),
  – liczby osób korzystających z usługi (bilety dla pojedynczej osoby, bilety grupowe),
  – zakresu integracji transportu miejskiego (wspólny bilet różnych organizatorów, bilet umożliwiający korzystanie z innych usług, np. parkingu, wstępu do muzeów itp.),
  – specyfiki dystrybucji (różnicowanie ceny w zależności od kanału dystrybucji i typu biletu).

Stosowanie określonych kryteriów różnicowania cen musi zapewnić osiągnięcie celów przyjętych w strategii marketingowej. Różnicując ceny, należy pamiętać, że niemożliwe jest elastyczne dostosowanie oferty cenowej do głęboko posegmentowanego rynku. W związku z tym rozwiązania taryfowe powinny charakteryzować się względną prostotą dla pasażerów, możliwie wysoką efektywnością ekonomiczno-finansową oraz minimalizowaniem wyłudzania przejazdów bez ważnego biletu[9].

## Dystrybucja jako instrument marketingu

Przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego powinny stosować dystrybucję intensywną opartą na[10]:

- dużej liczbie punktów sprzedaży,
- dogodnej lokalizacji miejsc sprzedaży,
- zapewnieniu klientom wygodnego zakupu.

Wyniki przeprowadzonych badań własnych wykazały, że najczęściej przedsiębiorstwa transportu miejskiego w Polsce wykorzystywały szeroki wachlarz tradycyjnych kanałów dystrybucji, w tym:

- bezpośrednich (sprzedaż we własnych punktach sprzedaży i biurach obsługi klienta),
- konwencjonalnych (sprzedaż biletów pośrednikom z udzielaniem marży – punkty handlowe),
- kontraktowych (zawieranie umów na sprzedaż biletów precyzujących warunki sprzedaży – urzędy pocztowe),
- administrowanych (sprzedaż biletów przez operatorów w pojazdach).

W ujęciu modelowym uzupełnieniem tradycyjnych kanałów dystrybucji powinny być nowoczesne formy sprzedaży, ułatwiające i usprawniające korzystanie z usług transportu zbiorowego. W ramach nowoczesnych kanałów dystrybucji przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny wprowadzać usługi umożliwiające zakup biletu:

- przez Internet,
- z wykorzystaniem telefonu komórkowego,
- w automatach biletowych.

Kształtując dystrybucję usług transportu miejskiego, dokonuje się również wyboru nośników zapłaty za te usługi, od których zależy dobór rodzajów kanałów dystrybucji. Przedsiębiorstwa transportu miejskiego poza tradycyjnym biletem papierowym powinny wprowadzać bilet elektroniczny umożliwiający integrację biletową różnych przewoźników z uwzględnieniem ich specyfiki taryfowej.

## Promocja jako instrument marketingu

Planowo i właściwie realizowana promocja transportu miejskiego powinna spowodować zmiany w zachowaniu mieszkańców i nakłonić ich do częstszego korzystania z jego usług.

Obecnie społeczeństwo znajduje się pod wpływem silnego oddziaływania motoryzacji indywidualnej nie tylko na sposób realizacji podróży w miastach, ale także na styl życia. Stanowi to przesłankę do zwiększenia zakresu promocji transportu publicznego i zrównoważonej mobilności.

Wyniki przeprowadzonych badań własnych wykazały, że spadł udział przedsiębiorstw stosujących promocję w swojej działalności (operatorów z 84 do 77% i organizatorów z 91 do 71%). Zdecydowana większość przedsiębiorstw transportu miejskiego, ze względu na brak środków finansowych i konieczność szukania oszczędności w swoich budżetach, ograniczało się do standardowych i względnie tanich rozwiązań w zakresie promocji.

W ujęciu modelowym strategia promocji powinna uwzględniać działania wykorzystujące wszystkie dostępne instrumenty oddziaływania na rynek, tj. reklamę, sprzedaż osobistą, promocję sprzedaży, public relations i publicity oraz sponsoring. W przypadku ostatniego instrumentu uwarunkowania formalno-prawne przedsiębiorstw transportu miejskiego ograniczają znacząco zakres jego wykorzystywania jedynie do nieodpłatnego świadczenia usług przewidzianych na rzecz akcji godnych wsparcia.

W świetle przeprowadzonych badań własnych podstawowym celem działań promocyjnych, podejmowanych przez przedsiębiorstwa transportu miejskiego w Polsce, było informowanie pasażerów o usługach (21% operatorów i 29% organizatorów). Tymczasem w ramach mode-

[9] K. Grzelec, *Wybrane aspekty integracji transportu miejskiego w Metropolii Zatoki Gdańskiej jako instrumentu polityki transportowej zrównoważonego rozwoju na obszarach zurbanizowanych*, „Transport Miejski i Regionalny", 2009, nr 7–8, s. 25.

[10] O. Wyszomirski, op. cit., s. 549.

lowo opracowanej strategii działań promocyjnych przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny skupić się nie tylko na celu informacyjnym, ale także na pozostałych celach, tj.:

- edukacyjnym, zwłaszcza w odniesieniu do dzieci i młodzieży, prowadzącym do racjonalizacji ich zachowań transportowych;
- kreowaniu przewagi konkurencyjnej w stosunku do samochodu osobowego;
- budowaniu wizerunku nowoczesnej, przyjaznej środowisku i pasażerowi firmy.

W przypadku transportu miejskiego cele promocji powinny obejmować szeroki zakres działań związanych z:

- przedsiębiorstwem jako podmiotem promocji (zwiększanie stopnia znajomości przedsiębiorstwa, poprawa jego wizerunku);
- pasażerem (edukacja, pozyskiwanie lojalności, budowanie relacji);
- ofertą przewozową (kształtowanie atrakcyjności oferty).

Dążąc do realizacji tak określonych celów promocji, przedsiębiorstwa transportu miejskiego powinny podejmować następujące działania:

- wykorzystywać zarówno tradycyjne, jak i nowoczesne kanały komunikacji marketingowej (portale społecznościowe takie jak: Facebook, Internet, reklama dynamiczna w pojazdach DRIM);
- w ramach public relations bardziej koncentrować się na nadawaniu rozgłosu ich działaniom niż tylko informowaniu o zmianach w rozkładach jazdy w wyniku remontu dróg czy z okazji świąt;
- w większym stopniu wykorzystywać pojazdy transportu zbiorowego do jego promocji i zrównoważonej mobilności, oddziałując w ten sposób na użytkowników samochodów osobowych;
- podejmować działania informacyjno-promocyjne w sytuacji uruchamiania nowych połączeń, wprowadzania do obsługi nowoczesnego taboru czy wprowadzania nowych rozwiązań taryfowo-biletowych, których celem będzie zachęcenie mieszkańców do korzystania z nowej formy usługi;
- prowadzić odpowiednią politykę marketingową, która ma na celu podniesienie społecznego poparcia dla rozwiązań nie cieszących się powszechną akceptacją i promocję rozwiązań przyjaznych miastu;
- realizować programy edukacyjne skierowane szczególnie do dzieci i młodzieży;
- prowadzić kampanie promocyjne i informacyjne poprzez publikowanie własnych wydawnictw i periodyków (takich jak: „Komunikacja Publiczna" wydawana przez KZK GOP, „Przystanek Metropolitalny" udostępniany przez MZKZG);
- przeznaczać środki finansowe potrzebne do zrealizowania przyjętych w strategii promocji celów;
- wykorzystywać środki unijne jako źródło finansowania działań edukacyjno-promocyjnych;
- prowadzić lobbing mający na celu oddziaływanie na procesy decyzyjne władz samorządowych dotyczące określonych rozwiązań sprzyjających rozwojowi i funkcjonowaniu transportu miejskiego.

## Personel jako instrument marketingu

W modelowym ujęciu strategii marketingowej opracowywanej przez przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe powinno się wykorzystywać szerszy, niż wskazują na to przeprowadzone badania własne, zestaw instrumentów oddziaływania na rynek.

Personel w transporcie miejskim odgrywa główną rolę w dwóch obszarach. Pierwszy dotyczy bezpośredniego kontaktu z klientem, stanowiącego ważny czynnik wpływający na poczucie bezpieczeństwa i satysfakcji pasażera. Drugi – personel odgrywa istotną rolę jako spoiwo łączące procedury, technologie i działania[11].

Potencjalne działania w odniesieniu do personelu powinny objąć:

- stosowanie zasad zarządzania personelem;
- wykorzystywanie motywacyjnego systemu wynagradzania (premia);
- opracowanie i wdrażanie systemów podnoszenia kwalifikacji pracowników;
- angażowanie wszystkich pracowników do realizacji strategii marketingowej;
- promowanie pracy zespołowej przy poszanowaniu indywidualnego podejścia poszczególnych pracowników;
- kreowanie pozytywnych postaw pracowników wobec pracy, firmy, klientów i otoczenia;
- stosowanie przejrzystego systemu oceny i awansu zawodowego zatrudnionych pracowników.

## Podsumowanie

Przedstawione rozważania prowadzą do następujących wniosków:

1. Przeprowadzenie analizy sytuacji marketingowej w przedsiębiorstwie oraz w jego otoczeniu wraz z prognozowaniem stanu przyszłego stanowi fundament pozwalający na sformułowanie celów marketingowych oraz określenie sposobów ich osiągania, czyli właściwych wariantów strategii marketingowych.
2. Wybór i hierarchia celów głównych i pośrednich zależą od warunków, w jakich dane przedsiębiorstwo transportu miejskiego działa, tj. od otoczenia konkurencyjnego oraz posiadanych zasobów i umiejętności.
3. Przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego powinny zastosować marketing zróżnicowany polegający na podejmowaniu odmiennych działań w zależności od segmentu, do którego kierują ofertę przewozową. Część działań dla wyodrębnionych segmentów może być wspólna, a część zdecydowanie ukierunkowana na dany segment.

[11] Th. Kritzer, S. Delmas, *Security in public transport, version 2.0: it's all abort the H(uman) Factor*, „Public Transport International", 2012, nr 3, s. 4.

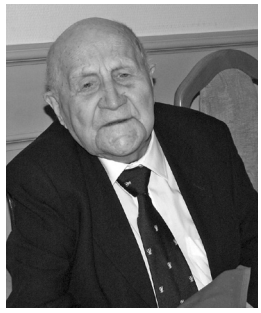
4. Oferta przewozowa transportu miejskiego powinna być kształtowana z wykorzystaniem zasad zarządzania marketingowego.
5. Kształtując ceny w transporcie miejskim, należy wziąć pod uwagę, że cena jest instrumentem marketingu-mix o najmniejszej efektywności oddziaływania na obsługiwany rynek ze względu na ograniczone możliwości marketingowego jej kształtowania oraz fakt, że nie stanowi ona najważniejszego czynnika decydującego o wyborze środka transportu.
6. Podstawową przesłanką działań w odniesieniu do dystrybucji usług powinna być intensyfikacja ich sprzedaży.
7. Przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego powinny opracować koncepcję strategii promocji określającą zakres stosowania poszczególnych instrumentów promocji mix, dostosowany do wyodrębnionych segmentów rynku docelowego oraz budżetu promocji.
8. Cechy szczególne transportu miejskiego sprawiają, że przy formułowaniu strategii marketingowej zachodzi konieczność uzupełnienia marketingowych instrumentów oddziaływania na rynek o czynnik ludzki – personel.
9. Jako przykład strategii marketingowej, odpowiadającej modelowemu ujęciu, można wskazać strategię opracowaną i realizowaną przez Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni.

**Literatura**


1. Błaszczak G.A., *Rola mediów społecznościowych w promowaniu transportu miejskiego*, „Social Media: Current Activity & Lessons Learned", UITP 2012 r., „Biuletyn Komunikacji Miejskiej", 2012, nr 126.
2. Cavalieri R., *Public transport and young people, a partnership for the future*, "Public Transport International", 2009, nr 3.
3. Dyr T., *Kształtowanie celu w strategii marketingowej przedsiębiorstw pasażerskiego transportu zbiorowego,* „Autobusy", 2000, nr 1–2.
4. Grzelec K., *Wybrane aspekty integracji transportu miejskiego w Metropolii Zatoki Gdańskiej jako instrumentu polityki transportowej zrównoważonego rozwoju na obszarach zurbanizowanych*, „Transport Miejski i Regionalny", 2009, nr 7–8.
5. Kritzer Th., Delmas S., *Security in public transport, version 2.0: it's all abort the H(uman) Factor*, „Public Transport International", 2012, nr 3.
6. Majdecka J., Zwoliński T., *Problemy jakości i dostępności transportu zbiorowego dla pasażerów starszych i niepełnosprawnych w projektach Aeneas oraz Mediate*, „Transport Miejski i Regionalny", 2009, nr 6.
7. Wyszomirski O., *Strategia marketingowa organizatora usług transportu miejskiego na przykładzie Zarządu Komunikacji Miejskiej w Gdyni*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Transport", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006, z. 62.
8. Zamkowska S., Mężyk A., *Wyzwania dla transportu w miastach XXI wieku,* „Transport Miejski i Regionalny", 2009, nr 12.


# *Z żałobnej karty*

## Prof. Antoni Rosikoń (1907–2013) – członek honorowy SITK RP



Z żalem zawiadamiamy, że w dniu 17 sierpnia 2013 r. zmarł w wieku 106 lat najstarszy członek katowickiego oddziału SITK, Profesor Antoni Rosikoń.

Profesor Rosikoń od 1965 roku był członkiem SITK RP, koła nr 17 przy Biurze Projektów Kolejowych w Katowicach. W ramach prac w Stowarzyszeniu pełnił szereg kluczowych funkcji, m.in. Przewodniczącego Rady Naukowo Technicznej w ośrodku rzeczoznawstwa SITK RP w Katowicach. W latach 1990–2002 był Przewodniczącym Sądu Koleżeńskiego przy tutejszym Oddziale.

Na dorobek Zmarłego składa się wiele publikacji naukowych, kilkadziesiąt artykułów w prasie technicznej oraz szereg opracowań z dziedziny mechaniki gruntów. W 1978 roku Pan Profesor otrzymał godność Członka Honorowego SITK RP, którą to godność piastował przez 35 lat.

Utraciliśmy wybitnego naukowca, autora licznych publikacji, znakomitego fachowca, porywającego prelegenta oraz przede wszystkim – wspaniałego Człowieka i Kolegę.

Spoczywaj w pokoju, Drogi Antoni…

Redakcja TMiR

## Praca nigdy mi się nie znudziła...

Gdy dwa miesiące temu – 13 czerwca 2013 r., obchodziliśmy 106. urodziny Profesora, powiedział: „Jem to, co lubię po to, aby żyć, a żyję po to aby pracować. Praca nigdy mi się nie znudziła…",

Urodził się 10 czerwca 1907 roku w Gródku Siewierskim, w pow. będzińskim. Tu jego ojciec podjął pracę na kolei jako dróżnik. W 1915 roku 8-letni Antoni rozpoczął elementarną naukę pod kierunkiem nauczyciela Fickowskiego, później w Choroniu koło Poraja, gdzie na jego zdolności zwróciła uwagę ówczesna dziedziczka Jadwiga Bylińska i wyraziła zgodę, by kontynuował naukę w gimnazjum w Częstochowie. W 1925 roku zdał maturę i rozpoczął studia na Politechnice Warszawskiej, gdzie studiował m.in. u prof. Aleksandra Wasiutyńskiego, pod którego kierunkiem wykonał swoją pracę dyplomową: „Projekt odcinka drogi żelaznej Łódź–Sieradz" i rozbudowy stacji Łazy. Tytuł inżyniera dróg i mostów uzyskał 15 stycznia 1932 r. Na opłacenie studiów zarabiał korepetycjami oraz pracując przy budowie kolei wąskotorowej Klemensów–Wysokie, warszawskiej śred-

nicówki i w firmie Wolski, Waśniewski Inżynierowie przy pracach budowlanych.

Po studiach zdał egzamin referendarski i rozpoczął pracę w Dyrekcji PKP w Katowicach, przechodząc kolejne szczeble zawodowe od pracownika referatu poprzez kontrolera drogowego w Oddziale w Tarnowskich Górach do naczelnika Oddziału Drogowego w Cieszynie.

*Przedwojenna polska kolej była wzorcowo zarządzana i świetnie administrowana. Pociągi jeździły punktualnie, jakość pracy była wysoka. Marzeniem było na niej pracować, bo był to olbrzymi prestiż i duże zarobki.*

W 1935 roku podczas pobytu na wystawie „100-lecia Kolei Niemieckich w Norymberdze zwrócił organizatorom uwagę na istotny błąd w konstrukcji wystawianego tam wagonu pomiarowego, czym zyskał sobie duże uznanie wśród wystawców, którzy poprosili go o osobisty wpis do księgi pamiątkowej, co było ogromnym wyróżnieniem.

Antoni Rosikoń specjalizował się wówczas w wykonywaniu pomiarów diagnostycznych i dokonywaniu napraw nawierzchni, szczególnie na terenach objętych eksploatacją górniczą. Do tych celów skonstruował i wykonał aparat do pomiaru nierówności toku szynowego. Roboty pod jego kierownictwem charakteryzowały się dużą znajomością tematu, mimo że nauka o odkształceniach terenu właściwie nie istniała.

Toteż po wielu karkołomnych działaniach Rosikonia, który roboty nasypowe, torowe i wiaduktowe wykonywał w większości operatywnie, pod osobistym nadzorem i w rekordowym czasie, sprowadziły mu na kark komisję wysokiego szczebla, która po wizytacji obiektów odjechała uspokojona, stwierdzając, że bezpieczeństwo w niczym nie zostało naruszone. Rosikoń – często nie mając czasu na otrzymanie oficjalnych decyzji i zezwoleń, sam decydował o podjęciu prac i działań, które niejednokrotnie ratowały priorytetową wywózkę węgla.

W czasie okupacji Antoni Rosikoń został zatrudniony w kopalni rud żelaza w Częstochowie, ze zrozumiałych względów jedynie przy pracach pomocniczych. Podczas budowy żelbetowej konstrukcji nośnej prażalni zwrócił uwagę, że z dostarczonego przez Niemców kruszywa nie da się wykonać betonu o wysokiej klasie jakości. Niemcy wykonali próby zgnieceniowe w Politechnice Wrocławskiej, które potwierdziły sugestie Rosikonia. Bez skrupułów zapytali Rosikonia: co robić? Polski inżynier zaproponował rozwiązanie oparte na polskiej przedwojennej technologii prof. Paszkowskiego oraz żwiru rzecznego rozładowanego w Poraju. Niemieccy przemysłowcy całkowicie oddali inicjatywę w ręce Rosikonia. Wykonał – i osiągnął pełny sukces, gdyż kolejne próby zgnieceniowe wykazały wytrzymałość betonu znacznie wyższą, niż wymagano.

Na spotkaniach urodzinowych – już nawet tych trzycyfrowych – Profesor Rosikoń z satysfakcją wspominał dzień, w którym dyrektor huty – Niemiec – zapytany przez niego o zgodę na wykonanie sugerowanego projektu powiedział: „Po co pan mnie pyta o zgodę na oparcie się na polskich publikacjach – zawsze ceniłem polską naukę i polskich naukowców, a pan najlepiej wie, co robić".

Po wyzwoleniu Antoni Rosikoń prowadził odbudowę zniszczonych torów i obiektów inżynierskich oraz przebudowę torów szerokich na normalne. Sam jednoosobowo decydował, czy pierwszy pociąg może przejechać. Osobiście pilotował (jadąc na parowozie) pierwszy pociąg z węglem ze Śląska do Warszawy i pierwszy pociąg osobowy ze stolicy do Katowic, instruując maszynistę, jak należy przez dany odcinek przejechać.

Oprócz pracy zawodowej rozpoczął także działalność naukową jako adiunkt na nowo utworzonej w 1945 roku Politechnice Gliwickiej i był jednym z pierwszych jej wykładowców. Nie były to łatwe czasy. Na początku lat 50., mimo zajmowanego wcześniej stanowiska zastępcy naczelnika oddziału, zostaje zakwalifikowany jako szeregowy pracownik. Ale jego umiejętności służą przede wszystkim do rozwiązywania trudnych nieszablonowych zadań – takich, których nikt nie chce się podjąć.

Działa wielostronnie i … charytatywnie, nie podejmując należnych mu honorariów za opracowanie opinii, ekspertyz i rozwiązań techniczno-projektowych i racjonalizatorskich.

Działa w szeregu komisjach wysokiego szczebla m. in. w Komisji Budowlanej ds. GOP Polskiej Akademii Nauk, Komisji ds. Ochrony Powierzchni przy Wyższym Urzędzie Górniczym, tłumaczy książki i czasopisma z języka niemieckiego o mechanice gruntów i fundamentowaniu. Kieruje budowami w kopalniach, w budownictwie i hutach, będąc nadal „tylko" szeregowym pracownikiem Biura Inwestycji DOKP Katowice. Jemu też zostaje powierzona elektryfikacja stacji Łazy. Opracowany przez niego projekt (nie uznany jako racjonalizatorski, choć przynoszący olbrzymie efekty ekonomiczne) zostaje zatwierdzony, ale równocześnie „przypisany" mu do wykonania bez żadnych dodatkowych środków. Wszelkie prace, łącznie z decyzjami, podobnie jak dokumentacje, rysunki i opisy, musi wykonywać sam, przy pomocy jednego technika, ale za to wysokiej klasy fachowca z Opolszczyzny, Franciszka Grysko. I jak zawsze – osobiście kieruje budową. Kolejnym przedsięwzięciem Rosikonia – na podstawie własnej dokumentacji – jest przesunięcie nastawni w Strzemieszycach o 6 metrów, bez przerwy w ruchu pociągów. Przedsięwzięcia tego dokona zaledwie w 5 godzin.

Niestety, mimo tak wielkich osiągnięć i przedsięwzięć zadziwiających świat inżynierski (a może właśnie dlatego!) nie obywa się bez sytuacji mniej przyjemnych, a nawet dramatycznych z powodu nasyłanych na niego kontroli i donosów, których autorami byli także ludzie z wysokiego szczebla naukowego. Po latach Rosikoń z uśmiechem wspominał tamte działania: „…nikt nie chciał się podjąć opracowania jakiejkolwiek dokumentacji, bo nie mieli żadnych wzorców ani doświadczeń. Musiałem więc robić to sam. Dzięki temu udawało mi się uniknąć rozgłosu i niepotrzebnego w takich przypadkach »najazdu« dziennika-

*W PRL-u byłem blokowany, bo nie należałem do partii. Potem też mnie blokowano, bo posądzano niesłusznie że do partii należałem.*

rzy, co mogło rozpraszać naszą uwagę. Czasami dowiedzieli się o tym swoimi kanałami, ale najczęściej przybywali, gdy roboty były już na ukończeniu. Oprócz przyśpieszonego działania i obniżania kosztów inwestycji, szczególnie ważnym dla mnie ukrytym i zakamuflowanym celem było stworzenie »poligonu doświadczalnego» w zakresie wygięcia ścian budynku i pęknięć typowych dla terenów górniczych".

W swoim mieszkaniu w Katowicach Antoni Rosikoń stworzył własne laboratorium do standardowych badań fizycznych i mechanicznych cech gruntu, co niejednokrotnie wywoływało przerażenie niżej mieszkających sąsiadów. W wyniku rozbudowy „swego" stanowiska badawczego przenosi go do Biura Inwestycji, potem do Biura Projektów Kolejowych i na końcu do Laboratorium Wydziału Budownictwa Politechniki Śląskiej.

Od 1961 roku działa już jako dyrektor Biura Projektów Kolejowych w Katowicach, co pozwala mu na poszerzenie swych badań o rozwiązania komunikacji kolejowej i drogowej w Rybnickim Okręgu Węglowym i prowadzenie dalszych prac doświadczalnych nad mechaniką gruntu, szczególnie na terenach bagiennych, gdzie wykorzysta nieznane dotychczas właściwości „skały płonnej" z kopalń w zakresie wytwarzania się spójności o dużej wartości.

W 1964 roku Antoni Rosikoń broni pracę doktorską i zostaje kierownikiem Katedry Dróg Żelaznych na Wydziale Budownictwa Przemysłowego i Ogólnego Politechniki Śląskiej. Nominacja o tyle ciekawa, że… dokonana bez zgody zainteresowanego.

Wiadomości i umiejętności nowo mianowanego kierownika Katedry szybko zostają wykorzystane w praktyce. W maju 1968 roku, będący na miejscu robót nasypowych, Antoni Rosikoń, zauważając migrację i ruchy gruntu, w ostatniej chwili ostrzeże robotników przed tragedią. Osuwający się do wody nasyp mógł pogrzebać ich w ciągu kilkunastu sekund. Dzięki natychmiastowej reakcji Rosikonia zdążyli w porę się usunąć.

Rosikoń był autorem wielu książek fachowych i publikacji. W 1970 roku Rada Państwa PRL nadała mu tytuł honorowy Zasłużony Kolejarz PRL. W 1975 roku został nominowany do tytułu profesora nadzwyczajnego, jednakże tytułu tego nie otrzymał ze względów proceduralnych. Odszedł na emeryturę jako dr inż. Ale pracy zawodowej i naukowej nie zaprzestał. Młodsi inżynierowie nie mogli nadążyć za ponad 80-letnim szefem, który nigdy nie brał urlopu i nie tracił zapału do pracy. Pracował w Wałbrzychu, w Płocku, w firmie POLON i GOMEX w Katowicach, na końcu w ARMEX w Sosnowcu. Pisał i wydawał książki, mając nawet 100 lat!

W 2001 roku, w wieku 94 lat prezydent Aleksander Kwaśniewski nadał mu tytuł naukowy profesora nauk technicznych i przyjął w swych prywatnych apartamentach. W wieku 100 lat Rosikoń wydał książę pt: *O obrotach podpór i przęseł mostu*. Podczas prezentacji książki porywał słuchaczy swym entuzjazmem i pasją doświadczonego badacza, nie posiłkując się żadną ściągą czy konspektem. Postać Profesora Antoniego Rosikonia najlepiej scharakteryzowała jego wychowanka i współpracowniczka Ewa Kononowicz: człowiek – pasjonat, inżynier – humanista. Obdarzony przez los długim życiem potrafił to życie w pełni wykorzystać. Miał przy tym szczęście znajdować się w centrum zdarzeń ważnych i interesujących. Umiał zestarzeć się z wdziękiem i za to był szczególnie kochany.

Obszerny wywiad z Profesorem, przeprowadzony przez red. Janusza Mincewicza w przededniu Jego 106 urodzin, zamieściła „Gazeta Wyborcza" w dodatku Roztomajty.

Skromnie dodam od siebie, że od kilku lat, bodaj od 98 roku Jego życia widywaliśmy się na spotkaniach urodzinowych i wigilijno-noworocznych. I za każdym razem byliśmy pewni co do spotkania w następnym roku. Tak i teraz. Rozstając się z Profesorem w dniu jego 106. urodzin, nawet nie dopuszczaliśmy myśli, że nie moglibyśmy spotkać się z Nim za rok. Niestety – czas, los, życie są nieubłagane, nieugięte i dopominają się o swoje. Tak i teraz los, czas i Bóg upomniały się o naszego szacownego Jubilata.

Antoni ROSIKOŃ zmarł 17 sierpnia 2013 roku w Katowicach. Zostanie pochowany na cmentarzu przy ul. Sienkiewicza. Spoczywają tam takie znakomitości jak: Jerzy Duda-Gracz, Zbigniew Cybulski, Arka Bożek, Henryk Mikołaj Górecki, Paweł Steller, Stanisław Ligoń, Alfred Szklarski, Krystyna Bochenek. Teraz dołączy do nich następny znakomity katowiczanin rodem z zagłębiowskiego Gródkowa – Antoni Rosikoń. Żegnali go licznmi przyjaciele, w tym przyjaciele z SITK z Prezesem Honorowym Wiesławem Starowiczem, Wiceprezesem SITK Mariuszem Szałkowskim i Prezesem Oddziału w Katowicach Mieczysławem Cieszyńskim.

Profesor Antoni Rosikoń mawiał: „…ile jeszcze przeżyję i co zrobię? Nie wiem. Ale dopiero jak człowiek skończy 120 lat, to wtedy nie chce mu się pracować. Chociaż i teraz lubię czasem trochę poleniuchować. Chwalę Boga za to, co mi dał i co dane mi było doświadczyć. Praca, praca i jeszcze raz praca".

Ad Multos annos

*Opracowanie*
*Jacek Walczyński, Oddział SITK Katowice*

# Doktoraty

**mgr Aleksandry Mendryk na podstawie rozprawy**
**„Strategie marketingowe na rynku usług transportu miejskiego"**

Praca doktorska mgr Aleksandry Mendryk na temat „Strategie marketingowe na rynku usług transportu miejskiego" została napisana pod kierunkiem prof. dr. hab. Olgierda Wyszomirskiego. Recenzentami pracy byli: prof. dr hab. Danuta Rucińska (Uniwersytet Gdański) i prof. UE dr hab. Robert Tomanek (uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach). Obrona rozprawy doktorskiej odbyła się w dniu 6 czerwca 2013 roku. Rada Wydziału Ekonomicznego, w dniu 13 czerwca 2013 roku, podjęła uchwałę o nadaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych.

Głównym celem rozprawy było zbadanie zakresu wykorzystywania strategii marketingowych, bądź ich elementów, przez przedsiębiorstwa transportu miejskiego oraz stworzenie zasad opracowywania i ich wdrażania przez te przedsiębiorstwa.

Praca składa się z czterech części.

**Pierwsza część** pracy została poświęcona istocie i roli strategii marketingowej jako determinanty rozwoju przedsiębiorstwa. Zaprezentowano różnorodność ujęć interpretacyjnych odzwierciedlających ewolucję pojęcia strategii. Omówiono elementy składające się na jej treść, tj. rynek docelowy, sposoby postępowania oraz instrumenty oddziaływania na rynek. W dalszej kolejności określono podstawy kształtowania i wyboru strategii marketingowej. Opracowanie skutecznej strategii marketingowej wymaga bowiem od przedsiębiorstwa zarówno umiejętnego jej zdefiniowania, jak i zastosowania określonej procedury jej kształtowania. Wskazano na elementy, jakimi powinna się charakteryzować prawidłowo sformułowania strategia marketingowa. Przedstawiono kryteria oceny i wyboru optymalnego wariantu strategii marketingowej oraz najważniejsze czynniki decydujące o skuteczności jej wdrażania. Ponadto scharakteryzowano najczęściej pojawiające się w literaturze oraz stosowane w praktyce rodzaje strategii marketingowych. Podstawę sklasyfikowania strategii marketingowych stanowił podział na strategie ofensywne i defensywne.

**Część drugą** poświęcono procesowi marketingu na rynku transportu miejskiego. Scharakteryzowano ten rynek, stanowiący część rynku transportowego o istotnym znaczeniu dla zaspokajania potrzeb komunikacyjnych ludności. Dokonano analizy rynku transportu miejskiego z uwzględnieniem jego specyfiki jako działalności o charakterze użyteczności publicznej. Następnie podjęto problematykę związaną z działalnością marketingową na tym rynku. Przedstawiono determinanty i zakres wykorzystywania marketingu jako podstawy do udoskonalania atrakcyjności i użyteczności transportu zbiorowego. Wskazano na rolę, jaką spełnia marketing w przedsiębiorstwach transportu miejskiego. Rozważaniami objęto badania marketingowe, stanowiące podstawę budowania strategii marketingowej. Określono podstawowe obszary badawcze, wynikające ze specyfiki działalności transportu miejskiego, jakimi są potrzeby przewozowe i popyt oraz preferencje i zachowania komunikacyjne. Omówiono też pozostałe obszary badawcze obejmujące warunki działania przedsiębiorstw transportu miejskiego, instrumenty oddziaływania przedsiębiorstw na rynek i rezultaty działania przedsiębiorstw.

W **części trzeciej** przedstawiono problemy wykorzystywania strategii marketingowych przez przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego. Scharakteryzowano organizację tego rynku. Najwięcej uwagi poświęcono przedsiębiorstwom jako podmiotom organizującym usługi przewozowe na badanym rynku. Porównując ich cechy funkcjonalne, wskazano na formy organizacyjno-prawne występujące wśród tych przedsiębiorstw. Przedstawiono też podmioty pełniące funkcje zarządów transportu miejskiego, uwzględniając ich podstawowe zadania i kompetencje. W dalszej kolejności poddano ocenie podatność przedsiębiorstw transportu miejskiego w Polsce na zarządzanie marketingowe, zaprezentowano marketingową strukturę organizacyjną przedsiębiorstw transportu miejskiego w Polsce i określono marketingową sytuację przedsiębiorstw transportu miejskiego, wskazując na występującą na tym rynku konkurencję, szczególnie ze strony motoryzacji indywidualnej. Zaprezentowano również podstawowy zakres i obszary prowadzonych badań marketingowych oraz wykorzystywane w nich metody i techniki, a także miejsca i częstotliwość ich prowadzenia. Następnie dokonano identyfikacji zakresu zastosowania strategii marketingowej lub jej elementów w przedsiębiorstwach transportu miejskiego. Wskazano przy tym na stosowane sposoby wyznaczania rynku docelowego oraz postępowania na wyznaczonym obszarze, charakteryzując poszczególne instrumenty oddziaływania na obsługiwany rynek. Zidentyfikowano też rodzaje strategii marketingowych stosowane przez badane przedsiębiorstwa transportu miejskiego w Polsce. Opracowano również diagnozę aktualnego stanu i wskazano na zmiany, jakie nastąpiły w badanych przedsiębiorstwach na przestrzeni lat.

**Część czwartą** poświęcono kształtowaniu strategii marketingowych przez przedsiębiorstwa organizujące usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego. Określono podstawowe ich uwarunkowania, w tym ze strony makro- i mikrootoczenia. Następnie zaprezentowano modelowe ujęcie strategii marketingowej przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego, obejmujące potencjalne cele działalności tych podmiotów stanowiące podstawę strategii oraz jej treść w postaci rynku docelowego, sposobu działania oraz instrumentów marketingowych wykorzystywanych w procesie jego kształtowania. W zaproponowanym, modelowym ujęciu wskazano na potencjalne działania, jakie przedsiębiorstwa transportu miejskiego mogą podjąć, realizując strategię marketingową. Przedstawiony model nie wskazuje jedynych, właściwych rozwiązań, natomiast może stanowić pomoc w procesie formułowania strategii marketingowej dla przedsiębiorstw organizujących usługi przewozowe na rynku transportu miejskiego. Wychodząc z założenia, że sukces przedsiębiorstwa zależy nie tylko od opracowania strategii marketingowej, ale także od umiejętnego jej wdrożenia i kontroli realizacji, podkreślono ogromne znaczenie tych etapów kończących proces jej budowy. Szczególną uwagę poświęcono roli personelu i kadry zarządzającej w procesie skutecznego i efektywnego wdrożenia oraz realizacji opracowanej strategii marketingowej.

Końcową część pracy stanowi podsumowanie, zawierające wnioski wynikające z zaprezentowanego materiału teoretycznego i empirycznego, nawiązujące do celu i hipotez badawczych.

*Opracował:*
*Wiesław Starowicz*