

**NORBERT CHAMIER-GLISZCZYŃSKI**  
dr inż., Politechnika Koszalińska,  
ul. Śniadeckich 2, 75-453 Koszalin,  
e-mail: norbert.chamier-gliszczynski@tu.koszalin.pl

# Model mobilności użytkowników miast dla potrzeb działań transportowych<sup>1</sup>

**Streszczenie:** W rozwiązywaniu miejskich problemów transportowych wykorzystywane są różnego rodzaju działania transportowe: od legislacyjnych do praktycznych, realizowanych na danym obszarze miejskim. Elementem wspólnym wszystkich działań jest mobilność użytkowników miast. Wyszczególnione pojęcie mobilności zostało zdefiniowane w dokumentach unijnych jako nowa kultura mobilności w mieście. W artykule podjęto próbę sformalizowania modelu mobilności użytkowników miast w sposób umożliwiający podjęcie badań w kierunku oceny poszczególnych działań transportowych na płaszczyźnie społecznej, środowiskowej i ekonomicznej.

**Słowa kluczowe:** mobilność, użytkownik miast, transport

## Wprowadzenie

Ustawiczny rozwój obszarów miejskich generuje wzrost zapotrzebowania na sprawne, szybkie i bezpieczne możliwości podróżowania, uwzględniające ponadto specyficzne wymagania użytkowników. Użytkownikami obszarów miejskich są osoby, przedsiębiorstwa, organizacje itp., realizujące i spełniające swoje potrzeby, dążenia oraz życiowe aspiracje na obszarze miejskim. Pokonywanie odległości jest nierozdzielnie związane z aktywnością użytkowników miast, a sprawność przemieszczania się jest jednym z istotnych mierników jakości życia na obszarach miejskich. Jednocześnie uciążliwości środowiskowe, społeczne oraz ekonomiczne generowane przez wzmożony ruch w miastach są najbardziej dotkliwymi czynnikami powodującymi do pogorszenia stanu środowiska miejskiego, a tym samym jakości życia na obszarach miejskich. W celu ograniczenia negatywnych konsekwencji podejmowane są liczne działania transportowe, tj. działania w kierunku nowej kultury mobilności w mieście: realizowana jest europejska inicjatywa CIVITAS, opracowywane są plany transportowe itd. W każdym z tych działań transportowych podstawowym elementem jest mobilność użytkowników miast.

Mobilność osób to w powszechnie przyjętej interpretacji skłonność do zmiany miejsca zamieszkania lub miejsca pracy. Zgodnie z definicją sformułowaną przez autora opracowania [10], mobilność to wszelkie przemieszczenia: codzienne, rutynowe oraz te wynikające z reorganizacji życia osobistego, jak zmiana miejsca zamieszkania czy miejsca pracy. Mobilność identyfikowana jest z przemieszczaniem się i wszelaką – głównie poza domową – aktywnością osób realizowaną środkami transportu [6], [13].

Takie pojęcie mobilności jest bardzo zawężone i identyfikowane z pokonywaniem przestrzeni i sposobami prze-

mieszczania się traktowanymi jako efekt pewnych uwarunkowań i procesów, bez możliwości wpływu na ich wynik [7]. Natomiast w ujęciu rozszerzonym mobilność rozumiana jest jako element aktywności człowieka, podlegający świadomemu kształtowaniu przez osoby realizujące podróż, osoby zarządzające infrastrukturą, jak i innych użytkowników systemu transportowego [8].

Podjęcie badań nad mobilnością użytkowników miast w ujęciu poszczególnych działań transportowych wymaga przyjęcia odpowiedniego modelu. Opisu modelu dokonuje się w sensie matematycznym, tworząc model matematyczny danego obiektu. W artykule zdefiniowano model matematyczny mobilności użytkowników miast na potrzeby działań transportowych.

## Działania transportowe

W artykule odniesiono się do działań transportowych stanowiących element europejskiej polityki w zakresie kształtowania transportu miejskiego, działań transportowych wdrażanych w ramach europejskiej inicjatywy CIVITAS oraz działań transportowych odwzorowanych w planach transportowych i planach zrównoważonej mobilności miejskiej. Poszczególne działania transportowe zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Określenie działań transportowych na obszarze miejskim	
Działania transportowe	
Polityka Unii Europejskiej w aspekcie mobilności miejskiej	Zielona Księga: W kierunku nowej kultury mobilności w mieście (2007)
	Plan działania na rzecz mobilności w miastach (2009)
	Pakiet dotyczący mobilności w miastach (2014)
Europejska inicjatywa CIVITAS	CIVITAS I (2001-2006)
	CIVITAS II (2005-2009)
	CIVITAS PLUS (2008-2012)
	CIVITAS PLUS II (2012-2016)
Dokumenty transportowe miast	Plan transportowy
	Plan zrównoważonej mobilności miejskiej

Źródło: opracowanie własne

## Polityka Unii Europejskiej w aspekcie mobilności miejskiej

Kompleksowym dokumentem wyznaczającym europejski program działań na rzecz mobilności w mieście jest Zielona Księga zatytułowana „W kierunku nowej kultury mobilności w mieście” [3]. W dokumencie akcentuje się, że mobilność w mieście powinna umożliwiać rozwój gospodarczy

<sup>1</sup> ©Transport Miejski i Regionalny, 2016.

miast, zapewniać odpowiedni poziom życia mieszkańców, a także prowadzić do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego i zwiększenia bezpieczeństwa uczestników ruchu. Uznano, że mobilność ma wpływ na zrównoważony rozwój miast i słusznym jest analizowanie mobilności w aspekcie społecznym, środowiskowym i ekonomicznym.

Uwzględniając powyższą interpretację, w dokumencie wskazano, że podejmowane działania odnośnie mobilności w mieście muszą być zintegrowane i realizowane w ramach wskazanych pięciu wyzwań:

- płynny ruch w miastach,
- zielone miasta,
- inteligentny transport miejski,
- dostępny transport miejski,
- bezpieczny i niezawodny transport miejski.

Kontynuacją zapoczątkowanych działań w kierunku mobilności w mieście jest opublikowany plan działań na rzecz mobilności w miastach [4] oraz pakiet dotyczący mobilności w miastach [2].

Integralną częścią planu działań na rzecz mobilności w miastach jest opracowany program działań wspierających mobilność w miastach, zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Program ten koncentruje się wokół sześciu wiodących tematów i dwudziestu działań przewidzianych do realizacji na lata 2009–2012, zmierzających w kierunku tworzenia zrównoważonych miejskich systemów transportowych.

Sformułowany pakiet dotyczący mobilności w miastach to zachęta władz lokalnych do podjęcia bardziej kompleksowych działań w zakresie kształtowania mobilności na obszarach miejskich. Struktura pakietu została podporządkowana temu celowi i obejmuje cztery podstawowe priorytety, tj.:

- dostępność obszarów miejskich dla poszczególnych typów pojazdów,
- logistykę miejską,
- inteligentne miejskie systemy transportowe,
- bezpieczeństwo ruchu drogowego w miastach.

### Europejska inicjatywa CIVITAS

Rozwiązywaniu problemów w obszarze działań ukierunkowanych na zrównoważony rozwój transportu na obszarach miejskich oraz testowaniu innowacyjnych rozwiązań i transferu zdobytej wiedzy i doświadczeń w tym obszarze służy inicjatywa CIVITAS, która jest prawdopodobnie najbardziej znanym narzędziem mającym pomóc europejskim miastom we wdrażaniu zintegrowanych strategii zrównoważonego transportu miejskiego. W ramach europejskich programów badań i rozwoju, które są wspierane i finansowane przez Komisję Europejską, w 2002 roku rozpoczęto prace nad szeroko rozumianą jakością transportu i mobilnością w miastach, uruchamiając program „miasto dla miasta”, określane jako inicjatywa CIVITAS (ang. City-Vitality-Sustainability). Program oparto na wdrażaniu specjalnych projektów pilotażowych składających się z kilku, a czasem z kilkunastu działań na rzecz zrównoważonej mobilności w mieście. Podstawowym celem wdrażanych pro-

jektów jest testowanie innowacyjnych rozwiązań, a także ich obiektywna ocena oraz transfer zdobytej wiedzy i doświadczeń do innych miast. Inicjatywa ta ułatwia miastom osiągnięcie bardziej stabilnego, ekologicznego i wydajnego systemu transportowego na swoich obszarach poprzez wdrażanie i ewaluację zintegrowanych rozwiązań transportowych i środków polityki.

W pierwszej uruchomionej inicjatywie CIVITAS I realizowanej w latach 2002–2006 uczestniczyło 19 europejskich miast w tym Gdynia jako jedyne polskie miasto. Miasta zostały skupione wokół czterech demonstracyjnych projektów: Miracles, Tellus (Gdynia), Trendsetter oraz Vivaldi.

W ramach VI Programu Ramowego Unii Europejskiej uruchomiono kolejną inicjatywę CIVITAS II na lata 2005–2009, objęła ona swym zasięgiem 17 europejskich miast w tym Kraków, które podobnie jak w pierwszej edycji programu zostały skupione wokół czterech projektów: Caravel (Kraków), Mobilis, Smile oraz Success. Hasłem przewodnim tej inicjatywy był „Lepszy i bardziej ekologiczny transport w miastach”, a projektu Caravel „Ku nowym sposobom podróżowania”.

Kolejna inicjatywa uruchomiona na lata 2008–2012 pod nazwą CIVITAS PLUS objęła swym zasięgiem 25 miast w tym dwa polskie – Gdańsk oraz Szczecinek; miasta zostały skupione wokół pięciu charakterystycznych projektów: Archimedes, Elan, Mimosa (Gdańsk), Modern i Renaissance (Szczecinek). Istotnym jest, że każdy z tych projektów koncentrował się na specyficznych założeniach. W projekcie Renaissance takim założeniem było zmniejszenie uciążliwości ruchu drogowego w historycznych i turystycznych aglomeracjach miejskich poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych oraz realizowaniu działań zmierzających do ochrony środowiska.

Aktualnie realizowana inicjatywa CIVITAS PLUS II na lata 2012–2016 objęła swym zasięgiem osiem miast, które zostały skupione wokół projektu Dyn@mo i 2Move2. Projekt Dyn@mo realizowany między innymi w Gdyni, odnosi się do działań na rzecz rozwoju zrównoważonej mobilności na obszarach miejskich. Miasta projektu wdrożą 30 innowacyjnych działań w ramach pakietów:

- zaangażowanie mieszkańców w proces planowania mobilności,
- wprowadzenie przyjaznych miastu i mieszkańcom pojazdów elektrycznych,
- rozwój i wykorzystanie systemów i usług „web 2.0” w podróżach miejskich.

### Dokumenty transportowe miast

W celu zachęcenia użytkowników obszarów miejskich do zwiększonego wykorzystywania publicznego transportu zbiorowego w swoich podróżach podejmowane są liczne działania mające na celu uczynić ten transport atrakcyjnym pod względem czasu przejazdu, kosztów i jakości przewozu. Przyjętym narzędziem stosowanym do osiągnięcia tych celów są tzw. plany transportowe, które są opracowywane i wdrażane w wielu krajach m.in. w Austrii, Niemczech, Francji, Wielkiej Brytanii, Szwajcarii itd., a ostatnio również

w Polsce. W opinii ekspertów plany transportowe przyczyniają się do osiągnięcia celów szczegółowych, tj. [1]:

- poprawy dostępności transportowej i jakości transportu,
- poprawy efektywności funkcjonowania systemu transportowego na obszarze objętym planem,
- integracji systemu transportowego w układzie gałęziowym i terytorialnym,
- wspierania konkurencyjności gospodarki obszaru,
- poprawy bezpieczeństwa uczestników ruchu na danym obszarze,
- ograniczenia negatywnego wpływu transportu na środowisko naturalne.

Osiągnięcie powyższych celów służy poprawie jakości systemu transportowego na danym obszarze oraz jego rozwojowi zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Plany transportowe opracowywane są cyklicznie oraz podlegają procedurze szeroko zakrojonych konsultacji społecznych. Podstawą tworzenia planów są ustawy krajowe, w których określone są ramy tworzenia takich planów.

W Polsce zasady tworzenia planów transportowych reguluje ustawa o publicznym transporcie zbiorowym, która stanowi zbiór zasad organizacji i funkcjonowania regularnego przewozu osób w publicznym transporcie zbiorowym, realizowanym na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej [11].

Dokumentem odzwierciedlającym zintegrowane podejście do kwestii kształtowania mobilności na w obszarze miejskim jest natomiast plan zrównoważonej mobilności miejskiej (ang. Sustainable Urban Mobility Plan).

Plan zrównoważonej mobilności miejskiej jest dokumentem strategicznym, generowanym na potrzeby zapewnienia dogodnych warunków w zakresie mobilności użytkowników obszarów miejskich i wszelkich innych aspektów związanych z polepszeniem jakości życia w mieście. Tworzony jest w oparciu o funkcjonujące już praktyki planowania, uwzględnia ścisłą integrację z aktualnymi dokumentami w tym zakresie oraz udział poszczególnych grup społecznych i zasady późniejszej oceny [5], [12]. Cel tworzenia, zakres i główne cechy planu zrównoważonej mobilności miejskiej oraz korzyści z jego wdrożenia stanowią odzwierciedlenie obranego kierunku działań w ramach zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego. Plan zrównoważonej mobilności miejskiej oparty jest na realizacji następujących celów [5], [12]:

- zapewnienia dostępności systemu transportowego wszystkim użytkownikom obszarów miejskich,
- poprawie bezpieczeństwa ruchu,
- ograniczenia negatywnych efektów wywoływanych przez transport miejski, tj.: redukcji emisji CO<sub>2</sub> i innych zanieczyszczeń pochodzących z transportu, redukcji hałasu oraz nadmiernej i nieefektywnej konsumpcji energii,
- poprawie wydajności i efektywności kosztowej w transporcie dóbr i osób,
- pozytywnego wpływu na atrakcyjność i jakość środowiska miejskiego.

Proces planowania zrównoważonej mobilności miejskiej ma charakter wieloetapowy, w którym wyróżniamy jedenaście etapów. Plan zrównoważonej mobilności miejskiej stanowi zwięźczenie pierwszych ośmiu etapów pracy, kolejne trzy etapy to wdrażanie, monitorowanie i ewaluacja planu zrównoważonej mobilności miejskiej.

### Model mobilności użytkowników miast

Biorąc pod uwagę cele i założenia wyszczególnionych działań transportowych, założono, że model mobilności użytkowników miast definiowany będzie z wykorzystaniem następujących elementów:

- bazy użytkowników,
- struktury mobilności,
- bazy charakterystyk elementów struktury mobilności,
- organizacji podróży.

Zakładając, że odwzorowanie bazy użytkowników oznaczone jest symbolem **BU**, struktura mobilności oznaczona jest symbolem **GM**, bazy charakterystyk elementów struktury mobilności symbolem **BF**, a organizacja podróży symbolem **OP**. Model mobilności użytkowników miast **MM** możemy zapisać jako uporządkowaną czwórkę, w postaci:

$$MM = \langle BU, GM, BF, OP \rangle \quad (1)$$

W modelu **MM** mobilności użytkowników miast zdefiniowano zbiór numerów użytkowników:

$$U = \{1, \dots, u, \dots, U\} \quad (2)$$

a każdy użytkownik scharakteryzowany został wektorem parametrów, postaci:

$$F(u) = \{km(u), gw(u), zp(u)\} \quad (3)$$

gdzie:

- $km(u)$  – płeć użytkownika miasta
- $gw(u)$  – przynależność użytkownika do grupy wiekowej
- $zp(u)$  – rodzaj zajęcia podstawowego jakie realizuje użytkownik.

Pierwszą charakterystyką jest płeć użytkownika ( $KM = \{1, 2\}$ ,  $km = 1$  – kobieta,  $km = 2$  – mężczyzna), drugą wiek użytkownika, a trzecią zajęcie podstawowe.

Użytkownicy są w różnym wieku, na potrzeby działań transportowych zdefiniowano charakterystyczne grupy wiekowe, do których przypisano użytkowników. Zbiór numerów grup wiekowych to zbiór  $GW = \{1, \dots, gw, \dots, GW\}$ , gdzie  $gw$  ma interpretację numeru grupy wiekowej, a  $GW$  jest liczbą wszystkich wyróżnionych grup wiekowych.

Użytkownicy realizują różnego rodzaju zajęcia podstawowe (uczeń, student, pracujący jako pracownik najemny, bezrobotny, itp.). Zbiór numerów zajęć podstawowych to zbiór  $ZP = \{1, \dots, zp, \dots, ZP\}$ , gdzie  $zp$  ma interpretację numeru zajęcia podstawowego, natomiast  $ZP$  jest liczebnością zbioru  $ZP$ .

Bazę użytkowników w modelu mobilności użytkowników miast zapisano w postaci wektora o dwóch elementach, tj:

$$BU = \{U, F(u)\} \quad (4)$$

Struktura mobilności w modelu mobilności użytkowników miast została odwzorowana za pomocą grafu:

$$GM = \langle PM, LT \rangle \quad (5)$$

gdzie zbiór  $PM$  jest zbiorem numerów punktów mobilności, a zbiór  $LT$  jest zbiorem połączeń transportowych.

Punkty mobilności stanowią miejsca aktywności użytkowników miast (dom, praca, szkoła itp.), które w modelu interpretowane są jako punkty początkowe podróży i punkty końcowe podróży. Punkty mobilności to również punkty infrastruktury transportu (przystanki, dworce, parkingi itp.) interpretowane jako punkty pośrednie podróży. Połączenia transportowe to istniejące w rzeczywistości połączenia drogowe, kolejowe, tramwajowe dostępne na danym obszarze miejskim. W modelu mobilności użytkowników miast połączenia transportowe interpretowane są jako etapy podróży.

Każdy element zbioru  $PM$  i  $LT$  został opisany odpowiednimi charakterystykami istotnymi dla działań transportowych, tj. czas oczekiwania na przystanku, koszt parkingu, długość połączenia transportowego itd. Bazę charakterystyk elementów struktury mobilności zapisano jako wektor:

$$BF = \{FPM, FLT\} \quad (6)$$

gdzie:

$FPM$  – zbiór charakterystyk opisanych na punktach mobilności

$FLT$  – zbiór charakterystyk opisanych na połączeniach transportowych.

Organizacja podróży to rozłożenia popytu na podróże na poszczególne typy podróży. W modelu mobilności użytkowników miast przyjęto pewien skończony zbiór  $VO$  numerów wariantów organizacji podróży, tj.:

$$VO = \{1, 2, 3\} \quad (7)$$

w którym

$vo = 1$  – wariant organizacji podróży jednoetapowej

$vo = 2$  – wariant organizacji podróży trzyetapowej

$vo = 3$  – wariant organizacji podróży pięcioetapowej.

Podróż to sekwencja elementarnych przemieszczeń wykonywanych pieszo bądź/i za pośrednictwem określonych środków transportu między źródłem a celem podróży. Podróż to również łańcuch przemieszczeń, gdzie każde przemieszczenie to etap podróży. Zatem każdą organizację podróży możemy przedstawić w postaci skończonego ciągu etapów podróży:

- podróż jednoetapową jako ciąg postaci:

$$hj = \langle (p, k) \rangle \quad (8)$$

- podróż trzyetapową jako ciąg postaci:

$$ht = \langle (p, n_1), (n_1, n_2), (n_2, k) \rangle \quad (9)$$

- podróż pięcioetapową jako ciąg postaci:

$$hp = \langle (p, n_1), (n_1, n_2), (n_2, n_3), (n_3, n_4), (n_4, k) \rangle \quad (10)$$

gdzie:

$bj$  – podróż jednoetapowa

$p$  – numer punktu początkowe podróży

$P = \{p: p = 1, 2, \dots, P\}$

$k$  – numer punktu końcowego podróży

$K = \{k: k = 1, 2, \dots, K\}$ , oraz jest spełniony warunek  $p \neq k$

$ht$  – podróż trzyetapowa

$hp$  – podróż pięcioetapowa

$n_1, n_2, n_3, n_4$  – numery punktów pośrednich podróży

$N = \{n: n = 1, 2, \dots, N\}$  oraz jest spełniony warunek  $n_1 \neq n_2 \neq n_3 \neq n_4$ .

Przykładem podróży jednoetapowej jest podróż piesza, a podróży trzyetapowej jest m.in. podróż rowerem, podróż indywidualnym środkiem transportu, podróż grupowym środkiem transportu i podróż zbiorowym środkiem transportu. Natomiast przykładem podróży pięcioetapowej jest m.in. podróż intermodalna, podróż w systemie Park & Ride lub innych systemach.

## Podsumowanie

W celu ograniczenia negatywnych skutków aktywności użytkowników miast podejmowane są różnego rodzaju działania transportowe. Pierwszą grupą takich działań są nowe inwestycje drogowe, które choć zwiększają przepustowość elementów miejskiej sieci transportowej, to poprawiają sytuację w krótkim czasie, przenosząc stan zatłoczenia dróg i ulic w inne miejsca, rejony miasta [9]. Drugą grupę stanowią działania, w których zwraca się uwagę na aspekt mobilności i takie działania zostały przedstawione artykule.

Na potrzeby badań w kierunku oceny poszczególnych działań transportowych na płaszczyźnie społecznej, środowiskowej i ekonomicznej zdefiniowano model mobilności użytkowników miast.

## Literatura

1. Brzeziński A., Roszkowski M., *Plan transportowy. Proces przygotowania, cel i zakres w ocenie ekspertów*. Materiały konferencji „Plan Transportowy w Ustawie o Publicznym Transporcie Zbiorowym”, SITK RP, Warszawa 2009.
2. *Pakiet dotyczący mobilności w miastach*, Opinia Komitetów Regionów, C271/18 C 271/04), Bruksela 2014.
3. *Green Paper: Towards a New Culture for Urban Mobility*, COM (2007) 551, Brussels 2007.

4. *Plan działania na rzecz mobilności w miastach*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów COM (2009) 490, Bruksela 2009.
5. Duportail V., Meerschaert V., *ADVANCE better planning, better cities. Audyt ADVANCE. Przebieg audytu i wytyczne*, 2013, www.eu-advance.eu.
6. Flejterski S., Panasiuk A., Perenc J., Rosa G., *Współczesna ekonomika usług*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008.
7. Kruszyna M., *Inżynieria ruchu a kształtowanie mobilności*. „Przegląd Komunikacyjny”, 2010, nr 11–12.
8. Kruszyna M., *Dworzec kolejowy jako węzeł mobilności*. „Przegląd Komunikacyjny”, 2012, nr 10.
9. Szarata A., *Modelowanie podróży wzbudzonych oraz tłumionych zmianą stanu infrastruktury transportowej*, Wydawnictwo Politechniki

- Krakowskiej, Seria Inżynieria Lądowa, Monografia 439, Kraków 2013.
10. Szoltysek J., *Kreowanie mobilności mieszkańców miast*. Wolters Kluwer, Warszawa 2011.
11. Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 roku o publicznym transporcie zbiorowym. Dziennik Ustaw z 2011 r. Nr 5 poz. 13.
12. Wefering F., Rupperecht S., Bührmann S., Böhler-Baedeker S., *Wytyczne. Opracowanie i udrożnienie planu zrównoważonej mobilności miejskiej*. Rupperecht Consult – Forschung und Beratung GmbH, Bruksela 2013, [dokument przetłumaczony przez Regionalne Centrum Ekologiczne w ramach Akronim Projektu BUMP, <http://www.bump-mobility.eu>].
13. Załoga E., Dudek E., *Wybrane problemy mobilności społeczeństwa europejskiego*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Transportu i Logistyki, z. 9, Szczecin 2009.

#### Dokończenie tekstu ze strony 11

Opracowaną metodę zastosowano post factum w procesie podejmowania decyzji o wyborze lokalizacji zajezdni tramwajowej w systemie transportowym Poznania. Decyzja sugerowana w wyniku zastosowania procedury zaproponowanej w tym artykule – ustalenie lokalizacji zgodnej z  $W_5$  (na terenie ZNTK) odbiega od decyzji podjętej wcześniej w trybie administracyjnym – lokalizacja na Franowie ( $W_3$ ), podjętej bez stosowania metod wspomagających podejmowanie decyzji. Nie oznacza to, że lokalizując zajezdnię tramwajową na Franowie, dokonano najmniej korzystnego z wyborów, gdyż jak autorzy wskazali decyzja miała charakter administracyjny i mogła uwzględniać inny zakres analiz, niż przedstawiony w artykule. Tym samym autorzy uznają procedurę przedstawioną w tym artykule, jak również propozycję podejścia optymalizacyjnego, przedstawionego w pracy Kupka i Sawicki [5], jako rozwiązanie prototypowe, które należy poddać szerszej dyskusji i doskonaleniu.

#### Dokończenie tekstu ze strony 19

Jak wynika z badań ankietowych mieszkańców, istnieją różnice w zachowaniach transportowych mieszkańców obszarów centralnych i peryferyjnych miasta, osiedli o zabudowie wielo- i jednorodzinnej czy też obszarów o zróżnicowanym zagospodarowaniu przestrzennym.

Ostateczne wyniki przeprowadzonej analizy wykazały, iż ponad 95% odcinków w transporcie publicznym oraz ponad 92% odcinków transportu indywidualnego spełniało warunek wskaźnika GEH mniejszego od 5.

### Podsumowanie

Przedstawiony zarys konstrukcji symulacyjnego modelu transportowego wraz z opisem idei prowadzenia obliczeń symulacyjnych dotyczy matematycznego odtworzenia procesów transportowych w stanie bieżącym. Tak opracowany model umożliwił charakterystykę funkcjonowania transportu Bydgosko-Toruńskiego Obszaru Partnerstwa, przeprowadzenie analizy SWOT systemów transportowych oraz postawienie diagnozy z zakresu niezbędnych działań na rzecz zrównoważonego rozwoju transportu w analizowanym obszarze. Dodatkowo umożliwił określenie efektów działań doraźnych, przede wszystkim z zakresu zmian

### Literatura

1. Carrese S., Ottone G., *A model for the management of a tram fleet*, “European Journal of Operational Research”, 2006, vol. 175, No 3.
2. Hamdouni M., Desaulniers G., Soumis F., *Parking buses in a depot using block patterns: A Benders decomposition approach for minimizing type mismatches*, “Computers and Operations Research”, 2007, vol. 34, no 11.
3. Hamdouni M., Soumis F., Desaulniers G., *Parking buses in a depot with stochastic arrival times*, “European Journal of Operational Research”, 2007, vol. 183.
4. <http://makeitrational.com>
5. Kupka P., Sawicki P., *Optymalizacja lokalizacji zajezdni tramwajowej w systemie komunikacji miejskiej*, „Logistyka”, 2015, nr 2.
6. Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
7. Sawicka H., *Metoda reorganizacji systemu dystrybucji towarów*, Politechnika Warszawska, Rozprawa doktorska, 2012.
8. Sobolewski E., Łowiński J., Sikorski A., *Miejska komunikacja szynowa*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1971.

w funkcjonowaniu transportu publicznego (zmian tras linii miejskiego transportu publicznego, zmian częstotliwości kursowania w transporcie kolejowym, efektów dyslokacji stacji i przystanków). Jednocześnie, dzięki przejrzystej budowie i parametryzacji poszczególnych kroków obliczeniowych, model ten stał się bazą do opracowania modeli prognostycznych umożliwiających określenie koncepcji rozwoju wszystkich podsystemów transportowych, przy danych scenariuszach rozwoju gospodarczego i zmian w zagospodarowaniu przestrzennym zarówno Bydgoszczy i Torunia, jak i pozostałych analizowanych obszarów, a także działań na rzecz jego zrównoważonego rozwoju.

### Literatura

1. *Studium zrównoważonego rozwoju systemów transportowych powiatów bydgoskiego i toruńskiego ze szczególnym uwzględnieniem miast Bydgoszczy i Torunia*, Fundacja Rozwój UTP, Bydgoszcz, kwiecień 2016.
2. *Studium transportowe województwa kujawsko-pomorskiego na potrzeby planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego*, Fundacja Rozwój UTP, Bydgoszcz, grudzień 2013.
3. *PTV VISUM Manual*, PTV AGD Karlsruhe, październik 2014.