

OPIS SIECI TRANSPORTOWEJ NA POTRZEBY BUDOWY SYMULACYJNYCH MODELI TRANSPORTOWYCH

W artykule omówione zostały podstawowe założenie w zakresie opisu części podażowej symulacyjnego modelu transportowego, w zakresie zarówno transportu samochodowego, towarowego, jak i publicznego transportu zbiorowego. Opis odniesiono do wymogów stawianych przez najczęściej stosowany w Polsce specjalistyczny program do budowy i prowadzenia makro symulacji funkcjonowania systemów transportowych – VISUM. Omówiono zasadnicze parametry niezbędne w opisie sieci transportowych, przedstawiono listę proponowanych typów odcinków oraz ich kluczową parametryzację. Całość podsumowano wnioskami i zaleceniami.

WSTĘP

Analizy funkcjonowania systemów transportowych, zarówno w stanie istniejącym, jak i dla okresów prognostycznych, wymagają zastosowania odpowiednich narzędzi informatycznych. Złożoność procesu transportowego, jego duża zmienność w czasie oraz zależność od zachowań i preferencji transportowych ludzi, a także od jakości sieci transportowych sprawiają, iż właściwe odtworzenie tego zjawiska wymaga wielu danych opisujących zarówno stronę popytu (potrzeb transportowych) oraz podaży (dostępnych możliwości przemieszczania się) w transporcie.

Popyt na transport wynika z naturalnych potrzeb bytowych mieszkańców, zarówno analizowanego obszaru (ruch wewnętrzny i generowany), jak i obszarów leżących poza jego granicami (ruch absorbowany i tranzytowy). Przemieszczenia są konsekwencją naturalnego rozmieszczenia przestrzennego dóbr naturalnych oraz rozmieszczenia ludności, wynikają z działalności socjologicznych, kulturowych, a także z produkcyjnej i społecznej działalności człowieka.

Podaż w transporcie to wszystkie dostępne systemy transportowe umożliwiające realizację potrzeb transportowych.

Mając na uwadze intermodalność systemów transportowych, oznaczającą możliwość realizacji pojedynczej podróży różnymi środkami transportowymi, a także ścisłą zależność sposobu realizacji podróży od preferencji mieszkańców (np. czasu podróży, kosztów podróży, komfortu itd.), aktualnie niezbędne jest opracowywanie takiego modelu transportowego, w którym możliwe jest odtworzenie ww. zjawisk. Należy przy tym zaznaczyć, iż każdy z systemów transportowych charakteryzuje się swoją ograniczoną przepustowością, czyli maksymalną liczbą podróży, jaka może być zrealizowana danym systemem transportowym. Przykładem może być transport publiczny, w którym maksymalna liczba pasażerów jaką można przewieźć wynikać będzie z pojemności i liczby środków transportowych będących w dyspozycji przewoźnika. W przypadku, gdy popyt przewyższa podaż podróży zmuszeni są do skorzystania z innych form transportu, wyboru innej lokalizacji celu danej podróży lub rezygnacji z niej oraz ich zmienności w czasie i przestrzeni.

Odtworzenie ww. zjawiska transportowego wymaga zatem stosowania symulacyjnego modelu transportowego, zadaniem którego będzie odtwarzanie procesów transportowych na analizowanym obszarze uwzględniających zarówno stronę popytu, jak i podaży na

transport, a także współzależność obu tych charakterystyk w czasie i przestrzeni.

W niniejszym artykule przedstawiony opis sieci transportowych w symulacyjnym modelu transportowym odniesiono do najpopularniejszego programu komputerowego stosowanego w Polsce - niemieckiego programu VISUM (Graficzny, Interaktywny, Transportowy Pakiet Informatyczny) firmy PTV Vision z Karlsruhe. Program ten jest obecnie jednym z najbardziej zaawansowanych tego typu środowisk informatycznych. Został on zastosowany w wielu opracowaniach realizowanych zarówno na potrzeby inwestycji o znaczeniu krajowym (szereg studiów wykonalności inwestycji w zakresie budowy i rozbudowy infrastruktury dróg szybkiego ruchu z zastosowaniem Krajowego Modelu Ruchu), jak i lokalnym (opracowania z zakresu rozbudowy i modernizacji infrastruktury miejskiej, w tym budowy linii metra i linii tramwajowych, budowy nowych przepraw mostowych itd.)

1. ZASADNICZE ELEMENTY MODELU TRANSPORTOWEGO

Do opracowania symulacyjnego modelu transportowego w programie VISUM [1] niezbędne jest zdefiniowanie następujących jego elementów opisujących podaż transportową:

- 1) Sieć drogową analizowanego obszaru reprezentującą infrastrukturę drogową:
 - a) Liniową: odcinki dróg wraz z podstawowymi parametrami technicznymi, w tym szerokość pasa ruchu, liczbę pasów ruchu, prędkość swobodną pojazdów dla poszczególnych grup rodzajowych, przepustowość itp.
 - b) Punktową: skrzyżowania i węzły drogowe, punkty końcowe sieci, miejsca lokalizacji przystanków transportu publicznego, miejsca zmiany przekroju drogowego.
- 2) Sieć transportu publicznego na analizowanym obszarze reprezentującą infrastrukturę drogową:
 - a) Liniową: sieć torową kolejową na terenie województwa oraz trasy przejazdu środków przewozowych poszczególnych linii autobusowego transportu publicznego.
 - b) Punktową: przystanki transportu publicznego oraz dworce.

Popyt na transport w modelu transportowym wynika głównie ze szczegółowych charakterystyk zachowań transportowych poszczególnych grup osób jednorodnych zachowań transportowych. Mając na uwadze fakt, iż cele podróży i sposób realizacji podróży przez

mieszkańców danego obszaru zależy jest zarówno od wieku, statusu społecznego i zawodowego, jak i środka transportowego jakim dana grupa mieszkańców dysponuje, zaleca się wydzielenie następujących grupy osób o jednorodnych zachowaniach transportowych:

- Uczniowie szkół podstawowych i gimnazjów (USPG),
- Uczniowie szkół średnich (USS),
- Studenci studiów stacjonarnych (Stu),
- Osoby pracujące poza własnym gospodarstwem rolnym (P),
- Osoby pracujące we własnym gospodarstwie rolnym (PR),
- Osoby niepracujące (NP).

Ze względu na fakt, iż dzieci poniżej 9 roku życia zwykle nie realizują samodzielnych podróży, grupa „Uczniowie szkół podstawowych i gimnazjów” dotyczy jedynie tych, którzy ukończyli 9 rok życia.

2. OPIS SIECI TRANSPORTU DROGOWEGO

Kluczowym elementem modelu transportowego jest opis dostępnych sieci transportowych. Sieci transportowe dotyczyć mogą różnych systemów transportowych: drogowego (układ ulic, skrzyżowań i węzłów drogowych), transportu publicznego – autobusowego, kolejowego (układ dróg, skrzyżowań i węzłów drogowych, przystanków, węzłów przysiadkowych). W modelach transportowych proponuje się zdefiniowanie następujących systemów transportowych:

- A - Autobusy - transport publiczny (PuT),
- K – Koleje - transport publiczny (PuT),
- K – Tramwaje - transport publiczny (PuT),
- C - Samochód ciężarowy - transport indywidualny (PrT),
- D - Samochód dostawczy - transport indywidualny (PrT),
- N - Pieszko – transport indywidualny intermodalny (PuTWalk),
- R - Rower - transport indywidualny (PrT),
- S - Osobowy - transport indywidualny jako kierowca lub pasażer (PrT),
- TranzytC - Tranzyt ciężarowe - transport indywidualny (PrT),
- TranzytD - Tranzyt dostawcze - transport indywidualny (PrT),
- TranzytO - Tranzyt osobowe - transport indywidualny (PrT).

Część z ww. systemów transportowych wynika z konstrukcji typowego modelu transportowego. Dotyczy to szczególnie podróży tranzytowych przez obszar, w którym ruch pojazdów ogranicza się do podstawowej sieci transportowej. Istnieje również możliwość wprowadzenia nowych systemów transportowych lub uszczegółowienie już zdefiniowanych (np. poprzez zagęszczenie sieci drogowej, wprowadzenie ciągów pieszo-rowerowych albo systemu typu car-sharing).

Zasadniczymi elementami modelu sieci transportowych są: węzły główne – reprezentujące rozbudowane skrzyżowania (dotyczą głównie skrzyżowań dróg dwujezdniowych) i węzły drogowe,

1. węzły podstawowe - reprezentujące początki i końce sieci, wloty i wyloty do obszaru, skrzyżowania, rozjazdy, wjazdy i wyjazdy z obiektów itp.,
2. odcinki międzywęzłowe (skierowane od węzła do węzła) – reprezentujące odcinki dróg i ulic, ciągi piesze i rowerowe, odcinki torowe (tramwajowe i kolejowe), korytarze wodne i lotnicze itp.,
3. główne relacje skątne - określające możliwości wyboru kierunku jazdy w ramach danego węzła głównego sieci transportowej,
4. podstawowe relacje skątne - określające możliwości wyboru kierunku jazdy w ramach danego węzła podstawowego,
5. przystanki transportu publicznego - określające możliwości wymiany pasażerów transportu publicznego (wsiadanie, wysiadanie).

Węzły główne i węzły podstawowe sieci transportowych są kluczowymi elementami modelu. Reprezentują one: w przypadku węzłów głównych węzły drogowe i rozbudowane skrzyżowania, a w przypadku węzłów podstawowych przede wszystkim skrzyżowania

ciągów transportowych, początki i końce sieci, wloty i wyloty z obszaru modelowania, rozjazdy, wjazdy i wyjazdy z rejonów, przystanki transportu publicznego. Stanowią one podstawę dla części wybranych elementów modelu sieci (podłączenia do sieci, odcinki międzywęzłowe, relacje skątne). Węzeł główny stosuje się do opisu dużych obszarów skrzyżowań, dla których zastosowanie węzła prostego jako definicji skrzyżowania byłoby zbyt dużym uproszczeniem. Dotyczy to szczególnie węzłów drogowych oraz skrzyżowań dróg wielojezdniowych, w których odległości pomiędzy poszczególnymi obszarami kolizji istotnie wpływają na czas i długość podróży. Opis węzła głównego należy wykonać w taki sposób, by program prawidłowo zinterpretował geometrię skrzyżowania. W tym celu należy ograniczać liczbę węzłów do tych węzłów podstawowych, które reprezentują miejsca przecięcia potoków pojazdów.

Każdy z węzłów scharakteryzowany jest poprzez następujące podstawowe atrybuty, zdefiniowane domyślnie dla każdego elementu sieci transportowej:

- unikatowy numer węzła;
- kod węzła – oznaczenie dodatkowe;
- nazwa węzła;
- X - współrzędna x układu współrzędnych;
- Y – współrzędna y układu współrzędnych;
- Z – opcjonalna wysokość nad poziomem morza;
- sposób organizacji (bez sterowania, z sygnalizacją świetlną, z podporządkowaniem wlotów, ze znakiem stop, równorzędne);
- sposób obliczania przepustowości w węźle:
- wg parametrów relacji (VDF – obliczania funkcji oporu relacji skątnych),
- metodą ICA Intersection Capacity Analyses (Analiza Przepustowości Skrzyżowań),
- wg parametrów całego skrzyżowania (VDF – obliczania funkcji oporu skrzyżowania),
- na podstawie obliczeń ICA wcześniejszego rozkładu;
- typ węzła – opisujący w modelu jego rodzaj; dla celów opisu sieci transportowej przyjęto typy węzłów określone w tablicy 1; oznaczenia typów węzłów mają charakter umowny i odgrywają rolę przy wyznaczaniu jego przepustowości.

Tab. 1. Wykaz typów węzłów w sieci transportowej

Lp.	Numer typu	Opis zakresu stosowania
1	0	Nieokreślony
2	1	początek/koniec sieci
3	2	techniczny, stosowany np. przy zmianie typu odcinka lub w miejscu podłączenia rejonu do sieci transportowej
4	10	skrzyżowanie zwykłe ze znakiem A7 dróg 1x2 => 1x2
5	20	skrzyżowanie sterowane sygnalizacją świetlną dróg 1x2 => 1x2
6	21	skrzyżowanie sterowane sygnalizacją świetlną dróg 2x2 => 1x2
7	22	skrzyżowanie sterowane sygnalizacją świetlną dróg 2x2 => 2x2
8	23	skrzyżowanie sterowane sygnalizacją świetlną dróg 2x3 => 2x2
9	24	sterowane sygnalizacją ruchu wahadłowego
10	28	przeście dla pieszych sterowane sygnalizacją świetlną dróg 2x2
11	29	przeście dla pieszych sterowane sygnalizacją świetlną dróg 1x2
12	30	rondo jednopasowe
13	31	rondo dwupasowe
14	40	węzeł bezkolizyjny
15	50	skrzyżowanie równorzędne ze znakiem A5
16	51	skrzyżowanie równorzędne wyniesione ze znakiem A5
17	60	skrzyżowanie ze znakiem STOP dróg 2x2 i 1x2
18	61	skrzyżowanie ze znakiem STOP dróg 1x2 => 1x2
19	70	skrzyżowanie dróg lokalnych utwardzonych ze znakiem A7
20	71	skrzyżowanie dróg lokalnych utwardzonych równorzędnych
21	72	skrzyżowanie dróg lokalnych: utwardzonej z gruntową
22	80	skrzyżowanie dróg lokalnych gruntowych bez oznakowania
23	81	skrzyżowanie dróg lokalnych utwardzonej i gruntowej bez oznakowania
24	91	przystanek autobusowy
25	96	przystanek kolejowy – wjazd/wyjazd z obszaru modelowania
26	97	przystanek kolejowy

typu odcinka. Program VISUM umożliwia zdefiniowanie maksymalnie 100 typów odcinków. Autorzy proponują wydzielenie 39 najczęściej występujących typów stałych z dodatkowym podziałem na teren zabudowany, niezabudowany i częściowo zabudowany (na którym znajduje się niewielka liczba budynków). Zestawienie typów odcinków wraz z ich podstawowymi parametrami funkcjonalnymi przedstawiono w tablicy 2 [3].

Tab. 1. Wykaz typów węzłów w sieci transportowej

Numer typu	Nazwa	Systemy transportowe	Liczba pasów ruchu	Przepustowość [P/h]	Prędkość w ruchu swobodnym [km/h]
0	nieokreślony	A,D,K,N,TranzytC,TranzytD	1	1053	54
1	Autostrada 2x2	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	2	1955	125
2	Ekspresowa 2x2	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	2	1860	111
3	Ekspresowa 1x2	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	2	1491	90
5	Krajowe 2x2 niezabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1775	97
6	Krajowe 2x2 mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1535	84
7	Krajowe 2x2 zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1292	60
8	Wojewódzkie 2x2 zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1292	60
10	Krajowe 1x2 pobocza utwardzone niezabudowany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1464	88
11	Krajowe 1x2 szerokość 7m niezabudowany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1431	86
12	Krajowe 1x2 szerokość 6m niezabudowany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1270	77
14	Krajowe 1x2 pobocza utwardzone mieszany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1280	77
15	Krajowe 1x2 szerokość 7m mieszany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1258	76
16	Krajowe 1x2 szerokość 6m mieszany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1155	70
17	Krajowe 1x2 pobocza utwardzone zabudowany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1292	71
18	Krajowe 1x2 szerokość 7m zabudowany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1086	65
19	Krajowe 1x2 szerokość 6m zabudowany	A,C,D,K,N,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1039	63
20	Wojewódzkie	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1230	74
21	Wojewódzkie 1x2 szerokość 7m niezabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1370	83
22	Wojewódzkie 1x2 szerokość 6m niezabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1230	74

24	Wojewódzkie 1x2 pobocza utwardzone mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1230	74
25	Wojewódzkie 1x2 szerokość 7m mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1230	74
26	Wojewódzkie 1x2 szerokość 6m mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1142	69
28	Wojewódzkie 1x2 szerokość 7m zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1091	66
29	Wojewódzkie 1x2 szerokość 6m zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1047	63
30	Powiatowe	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1119	67
32	Powiatowe 1x2 szerokość 6m niezabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1182	71
33	Powiatowe 1x2 szer poniżej 6m niezabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1182	71
36	Powiatowe 1x2 szerokość 6m mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1119	67
37	Powiatowe 1x2 szer poniżej 6m mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1119	67
38	Powiatowe 1x2 szerokość 6m zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1057	64
39	Powiatowe 1x2 szer poniżej 6m zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1057	64
40	Gminne	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	1057	64
46	Gminne 1x2 szer poniżej 6m mieszany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	999	60
49	Gminne 1x2 szer poniżej 6m zabudowany	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	986	59
96	gruntowe	A,C,D,K,N,R,S,TranzytC,TranzytD,TranzytO	1	509	26
97	ciągi piesze, rowerowe lub pieszo-rowerowe	N,R,TranzytD	1	0	0
98	torowisko tramwajowe	N,T,TranzytD	1	0	0

Jako niezwykle istotny podkreślić należy fakt określania długości odcinków międzywęzłowych. Każda zmiana geometrii odcinka powoduje zmianę jego długości. Mając na uwadze fakt, iż długość każdego odcinka międzywęzłowego ma bezpośredni wpływ na czas podróży poszczególnymi środkami transportu, ten zaś jest podstawowym kryterium wyboru trasy podróży, poprawne zapisanie długości danego odcinka należy uznać za ważny element modelu transportowego.

3. OPIS SIECI I FUNKCJONOWANIA TRANSPORTU PUBLICZNEGO

Jak wynika z przeprowadzonych przez autorów badań ankietowych mieszkańców miast i obszarów zamieszanych, transport publiczny (autobusy, tramwaje, kolej), obok innych form przemieszczania się, jest największym konkurentem dla transportu indywidualnego przy realizacji podróży powyżej 2,5 km. Dobrze rozwinięta forma transportu publicznego, prowadzonego niezależnie od transportu indywi-

dualnego sprawiają, iż przy dużym zatłoczeniu układu transportu indywidualnego (a tym samym znacznie wydłużonym czasie podróży w ramach transportu indywidualnego), część podróżnych rezygnuje z podróży własnym pojazdem na rzecz konkurencyjnego transportu publicznego. Analogicznie brak transportu publicznego w danym obszarze analizy przyczynia się do wzrostu transportu indywidualnego, pozbawionego konkurencji ze strony transportu publicznego. Dlatego odpowiednie opisanie funkcjonowania transportu publicznego umożliwia istotne zbliżenie opisu zjawisk transportowych w analizowanym obszarze.

Proponuje się, aby w modelach transportowych definiowano podstawowe systemy transportowe, za pomocą których można realizować podróże na terenie analizowanego obszaru – transport autobusowy, tramwajowy oraz kolejowy, a w przypadku funkcjonowania również metro i trolejbusy. Zasadniczymi elementami opisu każdego systemu publicznego transportu zbiorowego są opisy:

- 1) dostępnych odcinków sieci transportowej, po których mogą poruszać się środki przewozowe transportu publicznego,
- 2) przystanków transportu publicznego, na których następuje wymiana pasażerska,
- 3) linii transportu publicznego realizujących przewozy pasażerskie,
- 4) tras przejazdu poszczególnych linii transportu publicznego (tzw. marszrutyzacja) wraz z przypisaniem środków przewozowych je realizujących,
- 5) harmonogramu realizacji przewozów pasażerskich – rozkłady jazdy.

Opis dostępnych odcinków sieci transportu publicznego oparty jest o węzły podstawowe i odcinki międzywęzłowe infrastruktury transportowej. Te odcinki międzywęzłowe, dla których dopuszcza się funkcjonowanie danego systemu transportu publicznego powinny mieć ten system transportowy przypisany jako dostępny. Tylko po tych odcinkach, dla których dopuszcza się funkcjonowanie danego systemu transportowego, trasowane mogą być linie transportu publicznego. Należy zwrócić uwagę, iż w ten sposób można z sieci transportowej wydzielić te odcinki międzywęzłowe, po których dopuszcza się funkcjonowanie transportu publicznego, a zakazuje transport indywidualny. Możliwe jest też określenie wydzielonych odcinków dedykowanych pieszym, rowerzystom i środkom przewozowym transportu publicznego.

Przystanki transportu publicznego opisują miejsca:

- początku tras linii transportu publicznego,
- punktów zasilania podróżnymi: wsiadanie, wysiadanie oraz wsiadanie i wysiadanie pasażerów,
- końca tras linii transportu publicznego.

Przystanki zlokalizowane mogą być zarówno w węzłach podstawowych sieci transportowej, jak i na odcinkach międzywęzłowych tej sieci. W modelu powinno się zlokalizować przystanki w węzłach podstawowych sieci transportowej. Umożliwia to dokonywanie opisu bezpośrednich powiązań przystanków z rejonami transportowymi. W przypadku lokalizacji przystanków na odcinkach międzywęzłowych sieci transportowej, czas dotarcia do przystanku uzupełniany jest o czas podróży pieszej danym odcinkiem sieci transportowej. Jednocześnie chcąc zdefiniować trasy przejść pieszych pomiędzy przystankami, należy określić indywidualne odcinki pomiędzy przystankami przeznaczone tylko dla ruchu pieszego. W taki sposób można odwzorować naturalne zachowania podróżnych, często zmuszonych do takich przemieszczeń w trakcie przesiadki.

Dla każdego z przystanków sugeruje się określenie jego nazwy oraz systemów transportowych, którego dotyczy. Zgodnie z taką bazą zdefiniować można wszystkie przystanki linii transportu publicznego. Tak dokładne opisanie bazy przystankowej ma na celu umożliwienie w przyszłości prowadzenie pełnej ewidencji infrastruktury

transportu publicznego, a także możliwość prowadzenia wymiany danych z systemami stosowanym w planowaniu rozkładów jazdy.

W celu pełnego opisu każdego z przystanków zaleca się zdefiniowanie zmiennych użytkownika (UDA – User Defined Attributes). Zmienne te, podobnie jak inne zdefiniowane w modelu, odgrywają w większości przypadków kluczową rolę w procesie obliczeń modelowych.

Do kluczowych parametrów opisujących poszczególne linie transportowe należą średnie częstotliwości kursowania środków przewozowych poszczególnych linii w określonym interwale czasowym. Należy podkreślić, iż liczba odjazdów (kursów) oraz liczba wozokm (praca przewozowa) zależna jest od zdefiniowanego rozkładu jazdy, a średnia prędkość - od czasów przyjazdu i odjazdu środków przewozowych wzdłuż trasy danej linii. Zakłada się bowiem, iż nadrzędnym zadaniem funkcjonowania poszczególnych linii jest zachowanie rozkładu jazdy oraz punktualności.

Marszrutyzacja linii opisuje trasę przejazdu środków transportowych w ramach funkcjonowania danej linii. Zwykle opisuje się trasy w kierunku „tam i powrót”. Opis trasy to ciąg kolejnych węzłów sieci transportowej przynależnej do danego systemu transportowego oraz następujących po sobie przystanków. Dla każdego z przystanków określić można:

- możliwość zatrzymywania się danego środka transportu,
- czas postoju,
- dopuszczenie wsiadania pasażerów,
- dopuszczenie wysiadania pasażerów,
- czas przejazdu pomiędzy kolejnymi przystankami.

Możliwy jest więc pełen opis struktury obsługi przystanków transportu publicznego przez poszczególne linie transportu publicznego.

Jednym z kluczowych parametrów decydujących o atrakcyjności transportu publicznego jest jego dyspozycyjność, rozumiana jako liczba kursów realizowanych przez środki przewozowe transportu publicznego. Parametr ten opisywany jest przez rozkłady jazdy, które definiowane są dla każdej marszrutyzacji oddzielnie. Tym samym możliwe jest określenie zarówno liczby kursów realizowanych przez daną linię transportu publicznego, jak i wzajemne powiązania pomiędzy sobą linii transportu publicznego – synchronizacja rozkładów jazdy.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowany sposób opisu części podażowej symulacyjnego modelu transportowego został zastosowany przez autorów artykułu w trakcie prac nad symulacyjnym modelem transportowym Bydgosko-Toruńskiego Obszaru Partnerstwa [3, 4]. Prace te objęły zarówno model transportowy odtwarzający funkcjonowanie transportu w stanie istniejącym, ale również prognostyczne modele transportowe. Przyjęte jednolite typy odcinków i skrzyżowań w transporcie samochodowym istotnie ułatwiły analizę zasadności nowych inwestycji transportowych (w tym dwóch nowych przepraw mostowych oraz budowy drogi ekspresowej), określenie wymaganych przekrojów drogowych oraz właściwych typów skrzyżowań i węzłów drogowych. Szczegółowy opis funkcjonowania publicznego transportu publicznego umożliwił natomiast m.in. wskazanie pożądanej lokalizacji zintegrowanych węzłów przesiadkowych, a także niezbędne działania z zakresu poprawy dostępności i poziomu obsługi transportowej w ramach publicznego transportu zbiorowego mieszkańców analizowanego obszaru.

BIBLIOGRAFIA

1. PTV AG.: *VISUM Basic*, Karlsruhe, PTV AG 2016.

2. Department for Transport, Transport Analysis Guidance (TAG): Variable Demand Modelling – Convergence Realism and Sensitivity, 2006
3. Iwanowicz D., Olenkowicz-Trempała P., Klusek R., Karwasz M., Chmielewski J., Bebyn G., Kempa. J, Szczuraszek T., *Studium zrównoważonego rozwoju systemów transportowych powiatów bydgoskiego i toruńskiego ze szczególnym uwzględnieniem miast Bydgoszczy i Torunia*, Bydgoszcz, Fundacja Rozwój UTP, 2016
4. Chmielewski, J., Szczuraszek, T., *Model transportowy bydgosko-toruńskiego obszaru partnerstwa*, Transport Miejski i Regionalny - 2016, XXXIV, 6, 16-19

Transportation Network Description for Construction of Simulation Transport Models

The article discusses the basic assumption in the description of the supply part of the simulated transport model, in terms of private transport, freight and public transport. The

description was referenced to the requirements of the most frequently used in Poland specialized program for building and conducting a macro simulation of transport systems functioning - VISUM. The essential parameters necessary in the description of transport networks are presented, the list of proposed types of link types and their key parameters are presented. The whole was sub-summed up with conclusions and recommendations.

Autorzy:

prof. dr hab. inż. **Tomasz Szczuraszek** Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportu, zikwb@utp.edu.pl

dr inż. **Jacek Chmielewski** – Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportu, jacek-ch@utp.edu.pl