

Grzegorz SIERPIŃSKI

## MIARY DOSTĘPNOŚCI TRANSPORTOWEJ MIAST I REGIONÓW

**Streszczenie.** W artykule dokonano przeglądu miar używanych do oszacowania dostępności transportowej. Dostępność transportowa określa m.in. atrakcyjność inwestycyjną i w efekcie determinuje rozwój społeczno-gospodarczy miast i regionów.

## THE MEASURES OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF CITIES AND REGIONS

**Summary.** The article includes a review of transport accessibility measures. Transport accessibility is a one of most important elements to define investment attractiveness. It also determines social and economic development of cities and regions.

### 1. POJĘCIE DOSTĘPNOŚCI

Dostępność jest często używanym pojęciem w badaniach regionalnych. W literaturze można spotkać wiele jej odmian i definicji (np. w [1, 2, 3, 4, 7, 10, 13, 14, 15]). W odniesieniu do analiz przestrzennych można przytoczyć następującą definicję [15]: „dostępność jest głównym «produktem» systemu transportowego, który determinuje korzystność lokalizacji danego obszaru (regionu, miasta lub trasy) w stosunku do innych obszarów”. Wzrost dostępności może powodować wiele interakcji. Przykładowo, modernizacja istniejącej infrastruktury transportowej danego obszaru może generować większe potoki ruchu i ma istotny wpływ na rozwój obszarów wokół modernizowanych odcinków sieci transportowej [8]. Dostępność jest także jedną z podstawowych składowych, warunkujących atrakcyjność inwestycyjną danego obszaru [6].

Wśród metod badania dostępności transportowej najczęstszym wyborem jest dostępność potencjalna [7, 10]. Metoda polega na mierzeniu potencjalnej możliwości zajścia interakcji między źródłem podróży a zbiorem celów podróży (np. model grawitacji). W literaturze można spotkać także inne metody szacowania dostępności transportowej [2, 10, 14]:

- dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym, realizowana za pomocą wskaźników wyposażenia infrastrukturalnego danego obszaru,
- dostępność mierzona odległością poprzez bezpośrednią odległość, fizyczną rzeczywistość, czasową lub ekonomiczną do celu lub zbioru celów podróży,
- dostępność mierzona izochronami, wyznaczana przez oszacowanie zbioru celów podróży dostępnych w określonym czasie, względnie przy określonym koszcie lub wysiłku podróży,
- dostępność mierzona w geografii czasoprzestrzeni, otrzymywana przez porównanie alternatywnych ścieżek podróży między źródłem a celem podróży,
- dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności, wyznaczana indywidualnie na podstawie zachowań użytkowników systemu transportowego.

## 2. ANALIZA POTRZEB PRZEMIESZCZEŃ

W celu wyznaczenia dostępności transportowej obszaru należy dokładnie sprecyzować pod jakim kątem prowadzone jest badanie atrakcyjności. Atrakcyjność danego miejsca, regionu, dla potencjalnego użytkownika powinna oznaczać użyteczność terenu w odniesieniu do celu podróży. Dlatego istotne jest zbadanie celów, w jakich następują przemieszczenia na wybranym obszarze. Część badaczy wskazuje możliwość uproszczenia analiz do określenia ogólnych wielkości fizycznych (np. liczba ludności) i ekonomicznych (np. wielkość PKB). Jednakże znacznie pełniejsza jest konstrukcja modelu ruchu wraz z dokładnym określeniem punktów generujących i absorbujących ruch w określonym celu. Podstawowymi generatorami ruchu są osiedla, zakłady pracy, centra handlowe, centra rozrywki i dworce. Wyróżnić można sześć podstawowych celów podróży w transporcie pasażerskim [2, 10]:

- dojazdy do pracy,
- podróże służbowe i biznesowe,
- przejazdy w celach handlowych (zakupy),
- podróże związane z usługami służby zdrowia, edukacją i innymi,
- podróże rekreacyjne i turystyczne,
- wizyty (towarzyskie, rodzinne, itp.).

Powyższe cele, na potrzeby budowy modelu ruchu, zwykło się grupować w siedem motywacji:

dom – praca (D-P)	praca – dom (P-D)
dom – nauka (D-N)	nauka – dom (N-D)
dom – inne (D-I)	inne – dom (I-D)
podróże niezwiązane z domem (NZD)	

Konstrukcję modelu poprzedzają badania ankietowe, wykonywane wśród potencjalnych „klientów” analizowanego obszaru. Następnie dla każdej motywacji wyznaczane są dwie wielkości potencjałów ruchu z przypisaniem do danego rejonu komunikacyjnego. Są to: potencjał generujący ruch oraz potencjał absorbujący ruch. Do wyznaczenia tych wielkości stosuje się np. modele liniowe o postaci [10]:

$$\begin{cases} P_i = a_0 + a_1 \cdot X_{1i} + a_2 \cdot X_{2i} + \dots + a_m \cdot X_{mi} \\ A_j = b_0 + b_1 \cdot X_{1j} + b_2 \cdot X_{2j} + \dots + b_m \cdot X_{mj} \end{cases}, \quad (1)$$

gdzie:

$P_i$  – liczba wyjazdów z rejonu komunikacyjnego  $i$ ;

$A_j$  – liczba przyjazdów do rejonu komunikacyjnego  $j$ ;

$a_0, a_1, \dots, a_m; b_0, b_1, \dots, b_m$  – stałe bilansujące;

$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{mi}; X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj}$  – zmienne demograficzno-przestrzenne, charakteryzujące dany rejon komunikacyjny.

## 3. PODSTAWOWE MIARY DOSTĘPNOŚCI

Poszukując miar dostępności można dokonać podziału na cztery komponenty, wyróżniające się innymi cechami [2, 10, 15]:

- komponent transportowy,
- komponent przestrzenny,

- komponent czasowy
- komponent indywidualny.

Bez względu na charakter wyznaczonej dostępności, komponenty te biorą udział w procesie obliczeniowym. Podstawowe miary, najczęściej wykorzystywane przy szacowaniu dostępności dla kolejnych komponentów, zawiera tablica 1.

Dostępność transportowa jest determinowana przez sposób zagospodarowania przestrzeni (komponent przestrzenny) oraz przez system transportowy (komponent transportowy). Ponadto, użytkownicy sieci mogą różnić się w ocenie dostępności, w zależności od momentu czasowego podróży (komponent czasowy) oraz ich indywidualnych cech społeczno-ekonomicznych (komponent indywidualny) [10].

Tablica 1

## Typy miar dostępności i ich komponenty

Komponent Miara	Komponent transportowy	Komponent przestrzenny	Komponent czasowy	Komponent indywidualny	
Miary związane z infrastrukturą	<ul style="list-style-type: none"> <li>- średni czas podróży</li> <li>- prędkość podróży</li> <li>- straty czasu wynikające z kongestii</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- okres godziny szczytu</li> <li>- okres 24 godzin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozróżnienie podróży (np. dom-praca, podróże służbowe itp.)</li> </ul>	
Miary związane z aktywnością	Miary geograficzne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- czas podróży i/lub koszty podróży między określonymi punktami</li> <li>- zwykle funkcja oporu przestrzeni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozkład możliwości przestrzennych (np. liczba miejsc pracy na strefę)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- czas podróży i koszty w zależności od pory dnia, dni w tygodniu lub sezonu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozróżnienie populacji (np. przez dochód, poziom wykształcenia)</li> </ul>
	Miary czasowo-przestrzenne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- czas podróży</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozkład możliwości przestrzennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- czasowe ograniczenia w przemieszczaniu i czasowa dostępność</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dostępność analizowana na poziomie jednostki lub gospodarstwa domowego</li> </ul>
Miary użyteczności	<ul style="list-style-type: none"> <li>- koszt podróży między określonymi punktami</li> <li>- funkcja oporu przestrzeni</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozkład możliwości przestrzennych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- czas podróży i koszty w zależności od pory dnia, dni w tygodniu lub sezonu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- użyteczność jest określana na poziomie populacji, grupy lub indywidualnym</li> </ul>	

Źródło: na podstawie [2]

Komponent transportowy ukazuje zdolność wykonania podróży między określonymi punktami sieci transportowej. Stały wzrost liczby pojazdów, korzystających z sieci drogowo-ulicznej, przy jednoczesnych ograniczeniach możliwości dalszej rozbudowy infrastruktury staje się przyczyną znacznego zatłoczenia miast. W tej sytuacji komponent transportowy może stanowić główne kryterium określenia dostępności transportowej (poprzez analizę istniejącej infrastruktury). Najczęściej jest wyrażany poprzez czas i prędkość podróży oraz straty czasu, wynikające z występowania znacznego zatłoczenia (kongestia). Tablice 2 i 3

zawierają elementy charakteryzujące komponent transportowy, odpowiednio w przypadku transportów pasażerskiego i towarowego.

Z uwagi na zmienność ruchu w czasie, istotne staje się również badanie komponentu czasowego. Uwzględnia on zarówno wahania dobowe, dla poszczególnych dni tygodnia, jak i sezonowe.

Tablica 2

Elementy komponentu transportowego w transporcie pasażerskim

Środek transportu Składniki	Samochód	Transport publiczny	Rower / Przejście pieszo
Czas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dojście do miejsca postojowego</li> <li>– Czas podróży (w samochodzie)</li> <li>– Straty czasu wynikające z kongestii</li> <li>– Poszukiwanie miejsca postojowego</li> <li>– Czas dojścia do celu podróży</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Czas oczekiwania na środek transportu</li> <li>– Czas podróży (w środku transportu) łącznie z czasem oczekiwania na wejście i wyjście z pojazdu</li> <li>– Czas oczekiwania na przesiadki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Czas podróży</li> <li>– Czas parkowania roweru</li> </ul>
Koszt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Koszty stałe</li> <li>– Koszty paliwa</li> <li>– Koszty użytkowania</li> <li>– Koszty parkingowe</li> <li>– Opłaty za przejazd</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Koszty biletów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Koszty stałe</li> <li>– Koszty użytkowania</li> </ul>
Wysiłek	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Poziom (dys)komfortu</li> <li>– Wysiłek fizyczny</li> <li>– (Bez)awaryjność</li> <li>– Stres</li> <li>– Ryzyko wypadku</li> <li>– Informacja (np. rozpoznawanie znaków drogowych)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Poziom (dys)komfortu</li> <li>– Wysiłek fizyczny</li> <li>– Niezawodność</li> <li>– Stres</li> <li>– Informacja (np. odczyt rozkładu jazdy)</li> <li>– Bezpieczeństwo społeczne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Poziom (dys)komfortu</li> <li>– Wysiłek fizyczny</li> <li>– Bezpieczeństwo społeczne</li> </ul>

Źródło: na podstawie [2]

W odniesieniu do przemieszczania osób, dostępność transportową metodą potencjalną można wyznaczyć stosując wyrażenie [11, 15]:

$$D_i = \sum_j f(A_j) \cdot g(c_{ij}), \quad (2)$$

gdzie:

$D_i$  – dostępność transportowa  $i$  – tego regionu,

$f(A_j)$  – funkcja określająca atrakcyjność  $j$  – tego regionu,

$A_j$  – działalności (atrakcje) dostępne w  $j$  – tym regionie,

$g(c_{ij})$  – funkcja oporu przestrzeni,

$c_{ij}$  – łączny czas (koszt) przemieszczenia z  $i$  – tego regionu do  $j$  – tego regionu.

Funkcja oporu  $g(c_{ij})$  uwzględnia zarówno czas, koszt, jak i wysiłek związany z podróżą. Wraz ze wzrostem czasu podróży, wzrostem kosztów lub zwiększonym wysiłkiem poniesionym na dotarcie do celu atrakcyjność danej trasy maleje.

Tablica 3

## Elementy komponentu transportowego w transporcie towarowym

Środek transportu / Składniki	Samochód ciężarowy	Transport kolejowy	Transport morski
Czas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Czas oczekiwania</li> <li>- Czas ładowania</li> <li>- Czas podróży</li> <li>- Straty czasu wynikające z kongestii</li> <li>- Czas rozładowania</li> <li>- Czas potrzebny na zawarcie umów i przygotowanie dokumentacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Czas oczekiwania</li> <li>- Czas przeładunku</li> <li>- Czas podróży do miejsca załadunku (stacji)</li> <li>- Czas przeładunku na główny środek transportu</li> <li>- Czas podróży koleją</li> <li>- Czas podróży ze stacji do celu podróży</li> <li>- Czas potrzebny na zawarcie umów i przygotowanie dokumentacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Czas oczekiwania</li> <li>- Czas przeładunku</li> <li>- Czas podróży do miejsca załadunku (port)</li> <li>- Czas przeładunku na główny środek transportu</li> <li>- Czas podróży statkiem</li> <li>- Czas podróży z portu do celu podróży</li> <li>- Czas potrzebny na zawarcie umów i przygotowanie dokumentacji</li> </ul>
Koszt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koszty stałe</li> <li>- Koszty paliwa</li> <li>- Koszty amortyzacji</li> <li>- Koszty użytkowania</li> <li>- Koszty pracy</li> <li>- Spadek wartości towaru</li> <li>- Spadek zainteresowania towarem</li> <li>- Koszty parkowania</li> <li>- Opłaty za przejazd</li> <li>- Opłaty transportowe</li> <li>- Koszty ubezpieczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koszty przeładunku</li> <li>- Koszty załadunku i wyładunku</li> <li>- Opłaty transportowe</li> <li>- Spadek wartości towaru</li> <li>- Spadek zainteresowania towarem</li> <li>- Koszty ubezpieczenia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koszty przeładunku</li> <li>- Koszty załadunku i wyładunku</li> <li>- Opłaty transportowe</li> <li>- Spadek wartości towaru</li> <li>- Spadek zainteresowania towarem</li> <li>- Koszty ubezpieczenia</li> </ul>
Jakość	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Bez)awaryjność</li> <li>- Ryzyko wypadku</li> <li>- Ryzyko zniszczenia towaru</li> <li>- Jakość informacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Bez)awaryjność</li> <li>- Ryzyko wypadku</li> <li>- Ryzyko zniszczenia towaru</li> <li>- Jakość informacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Bez)awaryjność</li> <li>- Ryzyko wypadku</li> <li>- Ryzyko zniszczenia towaru</li> <li>- Jakość informacji</li> </ul>

Źródło: na podstawie [2]

#### 4. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono odmiany dostępności, ze szczególnym uwzględnieniem dostępności transportowej. Należy zauważyć, że analiza dostępności jest analizą wielokryterialną, która dodatkowo zależy m.in. od wyboru gałęzi transportu i uwzględnia rodzaj transportu (osobowy lub towarowy).

Poprawa regionalnej dostępności transportowej obok realizacji polityki zrównoważonego rozwoju transportu, powinna być jednym z podstawowych celów inwestycji infrastrukturalnych w transporcie.

**Bibliografia**

1. Domańska A.: Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny. PWN, Warszawa 2006.
2. Geurs K.T., Ritsema van Eck J.R.: Accessibility Measures: Review and Applications. Evaluation of Accessibility Impacts of Land-Use Transport Scenarios, and Related Social and Economic Impacts. RIVM report 408505 006, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven 2001.
3. Grzywacz W.: Infrastruktura transportu. Charakterystyka, cechy, rozwój. WKiŁ, Warszawa 1982.
4. Janecki R., Krawiec S.: Problemy dostępności przestrzennej we współczesnej polityce transportowej. Transport Miejski i Regionalny, styczeń 2009, s. 2-12.
5. Kalinowski T. (red.): Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów Polski 2005. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk 2007.
6. Kalinowski T. (red.): Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów Polski 2005. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk 2005.
7. Komornicki T.: Opracowanie metodologii liczenia wskaźnika międzygałęziowej dostępności transportowej terytorium Polski oraz jego oszacowanie. Opracowanie wykonane dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego. PAN IG i PZ, Warszawa, grudzień 2008.
8. Koźlak A.: Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2008.
9. Podoski J.: Transport w miastach. WKiŁ, Warszawa 1985.
10. Rosik P.: Komponenty i metodologia mierzenia dostępności transportowej. Materiały niepublikowane. Politechnika Poznańska 2009.
11. Rosik P., Szuster M.: Rozbudowa infrastruktury transportowej a gospodarka regionów. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań 2008.
12. Rosik P.: Infrastruktura transportu jako czynnik rozwoju regionalnego. Zeszyty Studiów Doktoranckich, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, 19, Poznań 2004, s. 45-66.
13. Sobczyk W.: Dostępność komunikacyjna w układach osadniczych miast. PWN, Warszawa 1985.
14. Spiekermann K., Aalbu H.: Nordic Peripherality in Europe. Nordregio, Stockholm 2004.
15. Spiekermann K., Neubauer J.: European Accessibility and Peripherality: Concepts, Models and Indicators. Nordregio, Stockholm 2002.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Romuald Szopa

*Praca wykonana w ramach BW-482/RT5/2009*