

# Stopień dostępności czasowej jako syntetyczny wskaźnik poziomu obsługi transportowej

Przemysław Śleszyński, Tomasz Dybicz, Piotr Olszewski



dr hab. prof. PAN  
Przemysław Śleszyński

Instytut Geografii i Przestrzennego  
Zagospodarowania PAN

psleszyn@twarda.pan.pl



dr inż. Tomasz Dybicz

Politechnika Warszawska, Wydział  
Inżynierii Lądowej

T.Dybicz@il.pw.edu.pl



dr hab. inż., prof. nzw. PW Piotr  
Olszewski

Politechnika Warszawska, Wydział  
Inżynierii Lądowej

P.Olszewski@il.pw.edu.pl

Niniejszy artykuł rozszerza wątek izochronowych analiz dostępności transportowej, zawarty w artykule autorów w jednym z poprzednich numerów Przeglądu Komunikacyjnego [12]. Przedstawiono propozycje zastosowania wskaźnika dotyczącego dostępności czasowej do centrum analizowanego obszaru, którego celem jest syntetyczna ocena jakości obsługi transportowej. W szczególności proponowany wskaźnik może znaleźć zastosowanie przy opracowywaniu zarówno planów transportu publicznego, jak i indywidualnego, w miastach i aglomeracjach.

W badaniach transportowej dostępności czasowej na szczególną uwagę zasługuje metoda izochronowa, polegająca na wyznaczeniu linii jednakowej odległości czasowej od danego miejsca. W ten sposób łatwo jest ocenić zasięg oddziaływania transportu, a także jakość obsługi transportowej. Prawdopodobnie pierwszym autorem izochron był Sir Francis Galton [2], który w roku 1881 na mapie świata wyrysował obszary o jednakowym czasie dotarcia z Londynu w przedziałach 10-20-30-40 i więcej dni podróży. Następnie podstawy teoretyczno-metodyczne konstrukcji izochron dał W. Schjerning [13]. W Polsce pierwsze prace dotyczące dostępności czasowej pojawiły się jeszcze przed II wojną światową (W. Kubijowicz, J. Wąsowicz, J. Smoleński i inni).

Współcześnie dostępność czasowa jest powszechnie wykorzystywanym uniwersalnym miernikiem w badaniach efektywności układów komunikacyjnych. W literaturze zagranicznej znaleźć można wiele przykładów zastosowania miar dostępności zarówno w badaniach [3], [20], jak i praktyce planistycznej [21]. W ostatnich latach zastosowanie Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS) znacznie ułatwiło obliczanie powierzchni obszarów i liczby mieszkańców w poszczególnych strefach obsługi transportowej (np. [1], [6], [8]).

W literaturze krajowej zagadnieniom obsługi transportowej ludności są poświęcone prace W. Sobczyk [14], Z. Taylora [18], [19], R. Guzika [4] oraz T. Komornickiego i in. [5]. Istnieje zgoda co do tego, że czas potrzebny na pokonanie odległości może być uniwersalnym miernikiem poziomu obsługi transportowej. W metodzie izochronowej należy podkreślić, że czas przejazdu między dwoma punktami w przestrzeni fizycznej jest uwarunkowany bardzo wieloma czynnikami, wynikającymi zarówno z cech tej przestrzeni, jak również cech środka transportu i użytkownika sieci transportowej [17]. Konieczne jest tutaj przyjmowanie szeregu uproszczeń, z których najważniejsze jest założenie, że człowiek dąży do minimalizacji czasu przejazdu między źródłem a celem podróży.

## Miary oceny dostępności transportem publicznym

Dla celów porównania wariantów sieci transportu publicznego na obszarze gminy, powiatu lub województwa oraz dla porównania standardu obsługi na różnych obszarach, można opracować wskaźniki dostępności oparte na całkowitym czasie podróży do centralnego punktu obszaru (na przykład centrum miasta powiatowego lub wojewódzkiego). Podstawowym narzędziem są tu izochrony całkowitego czasu podróży transportem publicznym do celu, uwzględniające czas dojścia do przystanku, czas oczekiwania, czas jazdy oraz czas tracony na ewentualne przesiadki. Można następnie obliczyć liczby mieszkańców w obrębie każdej izochrony, co daje pogląd na temat jakości obsługi transportowej.

Problemem ze stosowaniem miar bezwzględnych, takich jak liczba mieszkańców w obrębie danej izochrony  $n$ -minutowej, jest zależność wyniku od wielkości analizowanego obszaru oraz od rozmieszczenia mieszkańców na tym obszarze. Wielkość obszaru ma tutaj na ogół wpływ wprost proporcjonalny – im większa (dłuższa czasowo) izochrona, tym swoim zasięgiem obejmuje większą liczbę ludności. Natomiast rozmieszczenie ludności jest nie-

jednorodne: występuje koncentracja lub rozproszenie sieci osadniczej i zabudowy, co w połączeniu z przebiegiem izochrony skutkuje większą lub mniejszą gęstością zaludnienia w jej obrębie. Do tego niewystarczające okazują się wskaźniki, bazujące wyłącznie na odległości euklidesowej [15], pomijające złożony problem poruszania się z różną prędkością na obszarach zurbanizowanych.

Aby wyniki oceny były porównywalne, proponuje się zastosowanie względnej miary dostępności, która odnosi sytuację rzeczywistą do sytuacji idealnej, którą można też określić jako optymalną. Sytuacja idealna to taka, w której każdy mógłby podróżować do centralnego punktu obszaru w linii prostej i z prędkością maksymalną dla danego rodzaju transportu - publicznego lub indywidualnego ( $V_{max}$ ). W rachunku powinno się przyjmować stały czas końcowy, związany z czasem dojścia i oczekiwania, np.  $t_t = 10$  min.

Dla wyznaczenia obszaru obsługi danego ośrodka (miasto powiatowe, wojewódzkie) należy założyć pewien maksymalny czas podróży ( $t_{max}$ ) do centrum obszaru (na przykład 50 min). Wtedy (1):

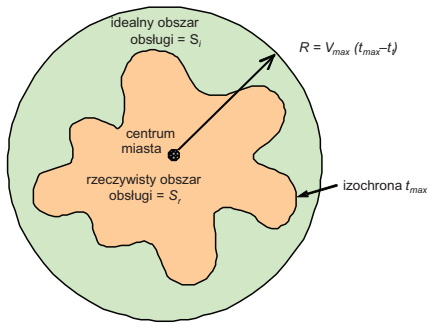
- rzeczywisty obszar obsługi ( $S_r$ ) wyznacza izochrona  $t_{max}$ , której zasięg jest wyznaczony na podstawie rzeczywistej prędkości transportem w różnych kierunkach, która to prędkość jest na ogół zróżnicowana co powoduje zakrzywienia izochrony,
- idealny obszar obsługi ( $S_i$ ), w warunkach doskonałej, prostoliniowej dostępności o jednostajnej prędkości, wyznacza izochrona o kształcie okręgu o promieniu:

$$R = V_{max} \cdot (t_{max} - t_t) \quad (1)$$

Ilustrację graficzną powyższych ustaleń zawiera rysunek 1. Koncepcję porównania obszaru w obrębie izochrony idealnej do obszaru izochrony rzeczywistej przedstawiono po raz pierwszy w pracy [11].

Problemem relacji pomiędzy czasem dojścia i oczekiwania ( $t_t$ ) w stosunku do czasu przejazdu oraz znaczenia tego dla dostępności czasowo-przestrzennej podjęty został w literaturze już dość dawno. W Polsce A. Kukliński [7] proponował wprowadzenie zmiennego współczynnika, wzrastającego wraz z malejącą ilością kursów realizowanych w danym czasie, np. jednego dnia.

Warto zwrócić uwagę, że w niektórych przypadkach zasadne jest stosowanie  $t_t = 0$ . Są to sytuacje, w których ocenie podlega jedynie czas przejazdu danym środkiem transportu, albo gdy należy ocenić szczególne rodzaje transportu publicznego, jak np. nieregularny transport taksówkowy. Przyjęcie zerowego



1. Idealny i rzeczywisty obszar obsługi w obrębie izochrony  $t_{max}$   
Źródło: opracowanie własne.

czasu dojścia i oczekiwania jest zasadne również w przypadku oceny poruszania się siecią dróg samochodem indywidualnym. Wówczas szczególnego znaczenia nabierają modele prędkości ruchu, gdyż od ich kwantyfikacji i kalibracji zależy mniej lub bardziej wiarygodne wykreślenie izochrony rzeczywistej. Alternatywnym sposobem są pomiary rzeczywistej prędkości ruchu na odcinkach dróg, ale prowadzone metodami tradycyjnymi są one niezwykle czasochłonne i kosztowne.

Dla potrzeb oceny poziomu obsługi transportowej na danym obszarze proponuje się syntetyczny wskaźnik pod nazwą **stopień dostępności czasowej do centrum obszaru** (w skrócie **stopień dostępności;  $L_d$** ). Jest to miara względna, pokazująca stosunek liczby mieszkańców znajdującej się w rzeczywistym obszarze obsługi  $M_r$  do liczby mieszkańców znajdujących się w idealnym obszarze obsługi  $M_i$ . Wskaźnik ten oznacza odsetek ludności, która jest obsłużona w pewnym standardzie (czas podróży  $< t_{max}$ ) w stosunku do ludności, która potencjalnie mogłaby być tak obsłużona gdyby zaistniały warunki do swobodnego poruszania się w linii prostej do centrum układu z maksymalną prędkością ruchu. Tak więc stopień dostępności  $L_d$  wyraża się ogólnym wzorem (2):

$$L_d = \frac{M_r}{M_i} 100, [\%] \quad (2)$$

gdzie:

$M_r$  – liczba mieszkańców znajdująca się (zamieszkała) w izochronie rzeczywistego czasu obsługi;

$M_i$  – liczba mieszkańców znajdująca się (zamieszkała) w izochronie idealnego czasu obsługi czyli wewnątrz okręgu o promieniu:  $R = V_{max}(t_{max} - t_i)$ .

Możliwa jest też alternatywna definicja wskaźnika dostępności, w oparciu o powierzchnie obszaru zamkniętego izochronami (3):

$$L_d = \frac{S_r}{S_i} 100, [\%] \quad (3)$$

gdzie:

$S_r$  – obszar zamknięty w izochronie rzeczywistego czasu obsługi;

$S_i$  – obszar zamknięty w izochronie idealnego czasu obsługi o promieniu:

$$R = V_{max}(t_{max} - t_i)$$

Praktycznym problemem jest wyznaczenie odpowiednich wielkości  $t_{max}$  oraz  $V_{max}$  dla danego obszaru.

Wskaźnik określony wzorem (2) można uogólnić dla dowolnej wielkości  $t$  – czasu dojazdu do centrum analizowanego obszaru. Uzyskujemy wtedy funkcję stopnia dostępności  $L_d(t)$ , która wyraża się wzorem (4):

$$L_d(t) = \frac{M_r(t)}{M_i(t)} 100, [\%] \quad (4)$$

gdzie:

$M_r(t)$  – liczba mieszkańców znajdująca się (zamieszkała) w izochronie  $t$  rzeczywistego czasu obsługi;

$M_i(t)$  – liczba mieszkańców znajdująca się (zamieszkała) w izochronie  $t$  idealnego czasu obsługi o promieniu:

$$R(t) = V_{max}(t - t_i)$$

Analogiczny wzór możemy wyprowadzić dla powierzchni, zamiast zmiennych  $M_r(t)$  i  $M_i(t)$  podstawiając odpowiednio  $S_r(t)$  i  $S_i(t)$ , tj. powierzchnie obszaru znajdujące się w izochronach rzeczywistego i idealnego czasu obsługi.

Dla określenia dostępności transportem publicznym do celu, proponuje się rozważyć następujące miary oparte o całkowity czas podróży:

- izochrony całkowitego czasu podróży – np. 30 min, 45 min, 60 min,
- liczba mieszkańców w obrębie izochron 30 min, 45 min, 60 min,
- odsetek mieszkańców w obrębie izochron 30 min, 45 min, 60 min (w stosunku do całkowitej populacji miasta lub regionu),
- względny stopień dostępności w obrębie izochrony  $t_{max}$  oraz 30 min, 45 min, 60 min (porównanie pomiędzy wartościami liczby mieszkańców obliczonymi dla izochrony rzeczywistej i idealnej).

### Wskaźniki efektywności transportowo-osadniczej

W następnej kolejności skonstruowano dwa wskaźniki efektywności transportowo-osadniczej, które mogą służyć do oceny różnic w poziomie obsługi transportowej poszczególnych rejonów miasta czy aglomeracji:

1) stosunek idealnego do rzeczywistego czasu podróży z danego rejonu do centrum obszaru, przy czym czasy podróży są uśrednione dla danego rejonu. Stosunek ten dla rejonu  $j$  wyraża się wzorem (5):

$$r_j = tr_j / tj \quad (5)$$

gdzie:

$tr_j$  – rzeczywisty czas podróży do centrum z rejonu  $j$ ,

$tj$  – idealny czas podróży do centrum z rejonu  $j$ ,

2) teoretyczne straty czasu podróży dla danego rejonu, równe bezwzględnej różnicy czasów rzeczywistego i idealnego dla danego rejonu, przemnożonej przez liczbę mieszkań-

ców rejonu. Straty czasu dla rejonu  $j$  wyrażają się wzorem (6):

$$Dt_j = (tr_j - tj) \cdot M_j \quad (6)$$

gdzie:

$M_j$  – liczba mieszkańców rejonu  $j$ .

### Przykłady zastosowania wskaźników

Poniżej przedstawiono przykłady obliczeń wybranych wskaźników dla różnych przypadków (miasto, aglomeracja). W przypadku wskaźnika stopnia dostępności czasowej dla Warszawy, w przykładach obliczeniowych wykorzystany jest model i prognozy ruchu dla aglomeracji warszawskiej. Następnie przedstawiono analizy wykonane na podstawie jednego z modułów projektu Trendy Rozwojowe Mazowsza [16], realizowanego w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN dla Mazowieckiego Biura Planowania Regionalnego, wykorzystujące wskaźnik dostępności do centrum Warszawy. W studium tym zajmowano się indywidualnym transportem samochodowym, stąd w stosunku do poprzednich analiz nie brano pod uwagę czasu dojścia i oczekiwania na środek transportu, tj. przyjęto  $t_i = 0$  min.

### Stopień dostępności czasowej transportem publicznym w Warszawie

Rysunek 2 przedstawia zależność całkowitego czasu podróży transportem publicznym z różnych rejonów komunikacyjnych do centrum Warszawy w funkcji odległości w linii prostej. Na tej podstawie można wyznaczyć parametry modelu dostępności, opisanego w poprzednim punkcie:

- prędkość maksymalna transportu publicznego:  $V_{max} = 27$  km/h,
- maksymalny akceptowalny czas podróży:  $t_{max} = 50$  min,
- czas końcowy:  $t_i = 10$  min.

Przy powyższych założeniach wykonano następujące obliczenia:

- promień idealnego obszaru obsługi:  $R_{max} = 27(50 - 10)/60 = 18,0$  km,
- liczba mieszkańców w idealnym obszarze obsługi:  $M_i = 1\ 617\ 000$  mieszkańców,
- liczba mieszkańców w obrębie izochrony 50 min:  $M_r = 1\ 524\ 000$  mieszkańców.

W wyniku obliczeń przy tych założeniach otrzymujemy następujący wynik:

- stopień dostępności transportem publicznym do centrum Warszawy:  $L_d = 1\ 524\ 000 / 1\ 617\ 000 = 94,2\%$ .

### Dostępność czasowa transportem indywidualnym w obrębie aglomeracji warszawskiej

Dla potrzeb analizy przyjęto wskaźnik będący stosunkiem czasu podróży idealnej (optymalnej) do rzeczywistej, wykonywanej indywidualnym transportem samochodowym. Przy tym w warunkach idealnej dostępności przestrzennej, zasięgi izochron są ekwidystantami, uzależnionymi jedynie od zakładanej prędko-

ści ruchu. W przypadku indywidualnego transportu samochodowego przyjęto trzy warianty prędkości, wynoszące 45, 60 i 90 km/h. Ostatnia prędkość ma charakter poglądowy, gdyż w obrębie miasta trudno sobie wyobrazić możliwość dotarcia do ścisłego centrum z taką prędkością. Prędkość taka ma jednak uzasadnienie poza granicami miasta, gdzie jest możliwa swobodna rozbudowa dróg o wysokich parametrach techniczno-funkcjonalnych.

Mapę izochron rzeczywistych dla umiarkowanej kongestii (zatłoczenia) przedstawiono na rysunku 3. Najślabiej przejezdne są obszary centrum Warszawy, a następnie rejony pomiędzy głównymi trasami wylotowymi. Na rycinie izochrony odginają się, co jest coraz bardziej wyraźne im większe oddalenie od centrum stolicy. W rezultacie wynoszący około 60 minut czas dojazdu z Wyszkowa, które to miasto jest oddalone od centrum w linii prostej o 48 km, jest porównywalny do czasu dojazdu z Otwocka (23 km). W sumie obraz izochron układa się gwiazdźdźcie wokół Warszawy.

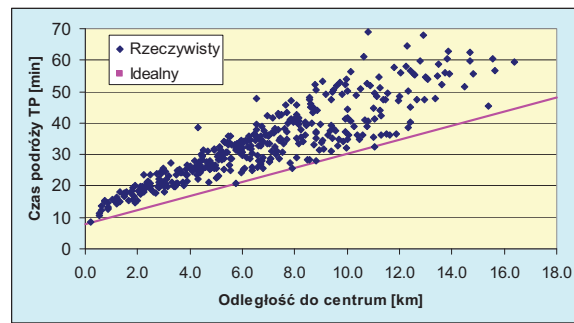
Poglądową mapę przedstawiającą zasięg izochrony idealnej 60 minut (w wariantach 45 km/h, 60 km/h i 90 km/h) oraz odpowiadającej jej izochrony rzeczywistej w warunkach umiarkowanej kongestii przedstawiono na rysunku 4. Podstawowe wskaźniki ilościowe, obrazujące wyróżnione izochrony, przedstawia tabela 1.

Natomiast wskaźniki dostępności czasowej obrazujące wzajemne relacje, przedstawiają się następująco (tabela 2):

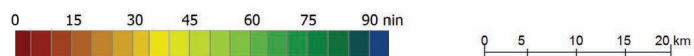
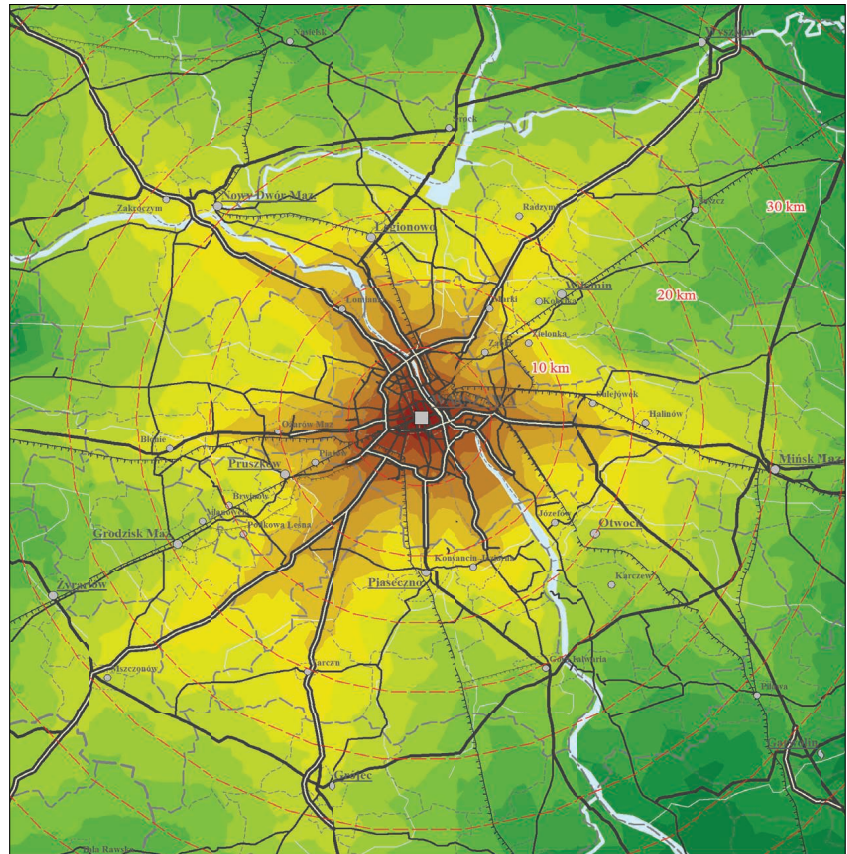
Następnie obliczono wartości dwóch wskaźników efektywności transportowo-osadniczej zdefiniowanych wzorami (5) i (6). Wyniki dla gmin wokół Warszawy zaprezentowano na rysunku 5. Rozkład przestrzenny pierwszego wskaźnika (stosunek czasu idealnego do rzeczywistego) nawiązuje do układu dróg szybkiego ruchu. Najgorsze wartości charakteryzują obszary o najniższych średnich prędkościach, związanych z kongestią, tj. centrum Warszawy. Na tym obszarze wartość wskaźnika nie przekracza 30%. Przy tym znacznie gorzej wypada lewobrzeżna część Warszawy. W miarę oddalania się wskaźnik przyrasta, przekraczając cezurę 50% w okolicach Mszczonowa, Grójca, Żelechowa, Broku i Zakroczymia. Wzdłuż dróg ekspresowych, w związku ze średnią prędkością powyżej 90 km/h (co wynika z przyjętego modelu prędkości ruchu), wskaźnik efektywności „nadrabia” wcześniejsze opóźnienia.

Ponadto zestawiono liczby mieszkańców w poszczególnych strefach na wykresie kumulatywnym (rys. 6). Różnice w czasie dojazdu do centrum Warszawy pokazują na duże dysproporcje. Różnica przy izochronie 60 min urasta do 1,8 mln osób. Mówiąc inaczej jest to dodatkowa liczba osób, które mogłyby dojechać do centrum Warszawy w ciągu godziny, gdyby nie ograniczenia prędkości ruchu, wynikające z zatłoczenia, organizacji ruchu oraz parametrów techniczno-funkcjonalnych i przebiegu dróg.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można wyciągnąć pewne wnioski odnośnie sprawności systemu transportowo-osadniczego Obszaru Metropolitalnego Warszawy.



2. Czas podróży transportem publicznym do centrum Warszawy w funkcji odległości w linii prostej. Źródło: opracowanie własne.



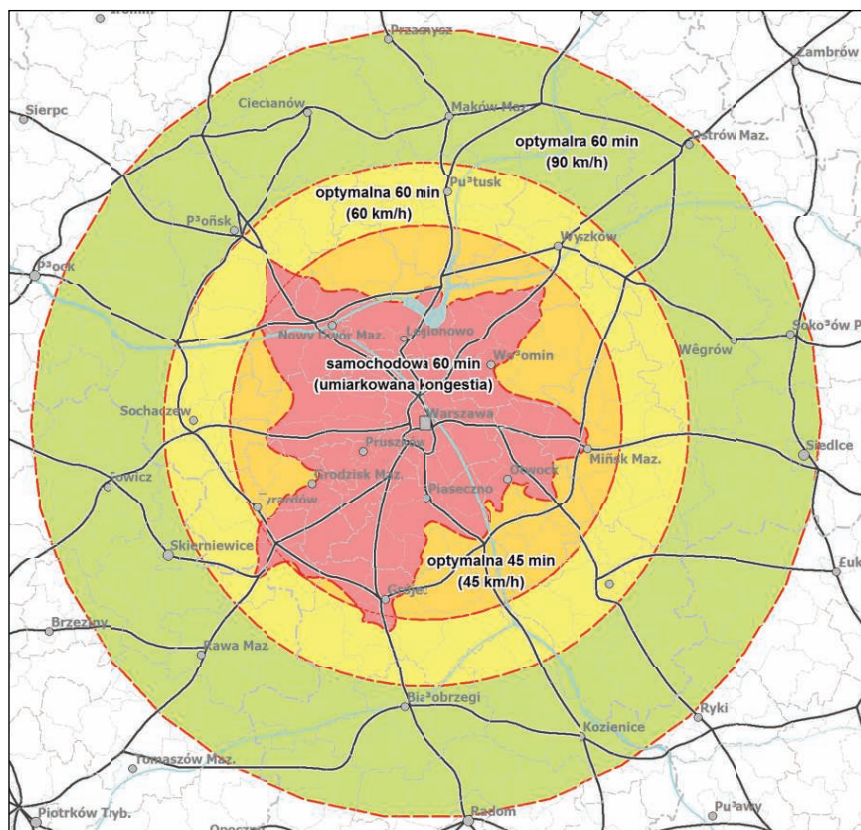
3. Izochrony rzeczywistego dojazdu samochodem osobowym do centrum Warszawy przy umiarkowanej kongestii w 2010 r.

Źródło: opracowanie własne (materiały projektu Trendy Rozwojowe Mazowsza).

Na obszarze rdzeniowym wynosi ona około jednej trzeciej, a w strefie podmiejskiej około połowy możliwej do uzyskania teoretycznie efektywności. Stosunkowo niska wartość dla obszaru centralnego nie powinna dziwić, gdyż obsługa Śródmieścia transportem indywidualnym nie jest celem przyjętej strategii zrównoważonego rozwoju systemu transportowego miasta [9]. Natomiast poprawy można oczekiwać w sprawności tras obwodowych i wylotowych. Przeciętna prędkość poruszania się indywidualnym samochodem osobowym na obszarze aglomeracji w kierunku do- i odśrodkowym (miasto-strefa zewnętrzna) w wysokości 20-30 km/h powoduje utrudnioną osiągalność miejsc źródłowych i docelowych oraz nie sprzyja nawiązywaniu i umacnianiu

relacji różnego typu. Wynika to zarówno z niedostatecznego rozwoju sieci drogowej, w tym niezadowalającej przepustowości tras wylotowych, jak też silnego rozproszenia zabudowy. Poważnym problemem jest też niedopasowanie miejsc pracy i zamieszkania, wymuszające konieczność odległych przemieszczeń [10]. W konsekwencji czynniki te prowadzą do osłabienia spójności przestrzennej obszaru aglomeracji. Niedostateczna wydolność sieci drogowej rzutuje też negatywnie na przepływ bodźców rozwojowych w kierunku zewnętrznym. Strefa korzystnego najsilniejszego oddziaływania zbiega się z izochroną 30-35 minut dojazdu do centrum stolicy.

Różnica idealnego i rzeczywistego czasu dojazdu odniesiona do liczby mieszkańców



4. Zasięg izochrony idealnej 60 min i rzeczywistej 60 min na Obszarze Metropolitalnym Warszawy w 2010 r. Źródło: opracowanie własne.

Tab. 1. Powierzchnia i ludność w wyróżnionych kategoriach izochron dojazdu do Warszawy samochodem osobowym (2010)

| Izochrona samochodowa | Zapis zgodnie ze wzorem (4) | Powierzchnia (km <sup>2</sup> ) | Liczba mieszkańców (tys.) |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Idealna 60' (90 km/h) | Si (60), Mi (60)            | 25 446                          | 4 417                     |
| Idealna 60' (60 km/h) |                             | 11 309                          | 3 311                     |
| Idealna 60' (45 km/h) |                             | 6 362                           | 2 974                     |
| Rzeczywista 60'       | Sr (60), Mr (60)            | 3 723                           | 2 610                     |

Źródło: opracowanie własne

Tab. 2. Wskaźniki stopnia dostępności czasowej Warszawy (2010)

| Wskaźnik  | Wartość wskaźnika  |  |
|---|--|--|
|   | w powierzchni<br>$L_u(60) = \frac{S_r(60)}{S_i(60)} 100$ | w liczbie mieszkańców<br>$L_n(60) = \frac{M_r(60)}{M_i(60)} 100$ |
| Udział rzeczywistej izochrony samochodowej w idealnej 60' (90 km/h) | 14,6%  | 59,1%  |
| Udział rzeczywistej izochrony samochodowej w idealnej 60' (60 km/h) | 32,9%  | 78,8%  |
| Udział rzeczywistej izochrony samochodowej w idealnej 60' (45 km/h) | 58,5%  | 87,8%  |

Źródło: opracowanie własne

gmin pokazuje bezwzględną skalę utraconych korzyści. Jest ona najwyższa w strefie przylegającej do granic administracyjnych stolicy, gdzie zaludnienie jest największe, a strata w stosunku do idealnego (optymalnego) czasu dojazdu stosunkowo znaczna. Warto tu zwrócić uwagę, że wartości straconych osobogodzin łatwo jest przeliczyć na wymierne koszty, stosując np. przeliczniki opracowane przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów, w których wartość pieniężna osobogodziny jazdy samochodem została oszacowana na 28 zł. Szacunki wykonane we wspomnianym projekcie „Trendy Rozwo-

jowe Mazowsza” pokazują, że roczne straty z tytułu niskiej prędkości ruchu w przejazdach transportem indywidualnym (samochodem osobowym) z obszaru całego województwa mazowieckiego do Warszawy i z powrotem dla dojazdów do pracy mogą wynosić 2,1 mld zł rocznie [16]. W tym kontekście interesujące byłoby zbadanie, jakie byłyby ekonomiczne efekty substytucji tych przejazdów transportem zbiorowym oraz jaki jest wpływ rozproszenia zabudowy na koszty obsługi sieci drogowej i transportu oraz na kongestię ruchu.

## Wnioski

Przeprowadzone analizy teoretyczne i obliczenia pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- miary dostępności czasowej transportu, zarówno publicznego, jak i indywidualnego, pozwalają na ocenę ilościową istniejących i planowanych systemów transportowych,
- problem badawczy polega na tym, jak ustalić parametry określające stan idealny (pożądany), tj. szczególnie maksymalną prędkość transportu publicznego oraz indywidualnego, czasy końcowe oraz maksymalny akceptowany czas podróży,
- wydaje się, że w celu ustalenia powyższych parametrów niezbędne jest przeprowadzenie badań ankietowych wśród pasażerów transportu publicznego w kilku miastach różnej wielkości,
- badane i przedstawione miary dostępności nie uwzględniają podróży multimodalnych, w tym korzystania z różnych rodzajów transportu, parkingów Park & Ride oraz Bike & Ride (system roweru miejskiego Veturilo) umożliwiających przesiadkę z transportu indywidualnego na zbiorowy,
- prezentowana analiza dostępności czasowej w miarę potrzeb może być uszczegóławiana pod względem założeń. Dotyczyć to może zarówno bardziej pogłębionych charakterystyk popytu (np. struktury demograficznej i gospodarstw domowych), jak też możliwości wyboru środka transportu z uwagi na jego dostępność oraz najkrótszy lub najtańszy czas przejazdu.

Przedstawione wyniki liczbowe dla Warszawy należy traktować z pewną rezerwą, jako że liczby mieszkańców oszacowano na podstawie podziału obszaru badania na rejony komunikacyjne, a więc w stosunkowo dużych jednostkach przestrzennych. Aby uzyskać wynik dokładniejszy, należałoby skorzystać z bazy danych zawierającej rozmieszczenie mieszkańców w poszczególnych budynkach mieszkalnych lub rejonach spisowych. ◀

## Materiały źródłowe

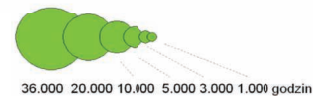
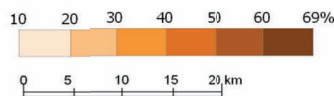
- [1] Andersen, J. L. E., Landex, A. GIS-based approaches to catchment area analyses of mass transit, ESRI International User Conference, 2009, s. 13-17.
- [2] Galton F., On the Construction of Isochronic Passage-Charts, Proceedings of the Royal Geographical Society, 1881, 3, s. 657-658.
- [3] Gent C., Symonds G., Advances in public transport accessibility assessment for development control: A proposed methodology, Capita Symonds, 2005.
- [4] Guzik R., Przestrzenna dostępność szkolnictwa ponadpodstawowego, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2003.
- [5] Komornicki T., Śleszyński P., Rosik P., Pomianowski W., przy współpracy M. Stępnika i P. Siłki, Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki trans-

- portowej, Biuletyn KPZK PAN, 2010, 241.
- [6] Komornicki T., Śleszyński P. (red.), Studia nad lokalizacją regionalnych portów lotniczych na Mazowszu, Prace Geograficzne (Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN), 2009, 220.
- [7] Kukliński A., Z doświadczeń ze studiów nad możliwościami aktywizacji miasteczek przewidzianych na ośrodki powiatowe w woj. poznańskim, Przegląd Geograficzny, 1953, 25, 4, s. 53-64.
- [8] Mavoia S., Witten K., McCreanor T., O'Sullivan D., GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand, Journal of Transport Geography, 2012, 20, s. 15-22.
- [9] Strategia zrównoważonego rozwoju systemu transportowego Warszawy do 2015 roku i na lata kolejne, Miasto Stołeczne Warszawa, 2009.
- [10] Niedzielski M., Śleszyński P., Analyzing accessibility by transport mode in Warsaw, Poland, Geographia Polonica, 2008, 81, 2, s. 61-78.
- [11] Olszewski P., Walking as a mode of transport – a planning and policy perspective, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Budownictwo, 2007.
- [12] Olszewski P., Dybicz T., Śleszyński P., Proponowane miary dostępności czasowej w transporcie publicznym, Przegląd Komunikacyjny, 2013, 12, s. 10-17.
- [13] Schjerning W., Studien über Isochronenkarten, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, 1903, 4, s. 693-705.
- [14] Sobczyk W., Dostępność komunikacyjna w układach osadniczych miast, Komitet Badań Rejonów Uprzemysławianych PAN, PWN, 1985.
- [15] Śleszyński P., Warunki życia w Warszawie w świetle dostępności przestrzennej mieszkańców do wybranych usług na początku XXI wieku, [w:] I. Jażdżewska (red.), Zróżnicowanie przestrzenne warunków życia ludności w mieście (aglomeracji miejskiej). XVI Konwersatorium Wiedzy o Mieście, Katedra Geografii Miast i Turystyki UŁ, 2004, s. 77-86.
- [16] Śleszyński P., Warszawa i Obszar Metropolitalny Warszawy a rozwój Mazowsza, Trendy Rozwojowe Mazowsza, 2012, 8.
- [17] Śleszyński P., Dostępność czasowa i jej zastosowania, Przegląd Geograficzny, 2014, 86, 2, s. 171-215.
- [18] Taylor Z., Możliwości poprawy dostępności usług w obszarach wiejskich, Przegląd Geograficzny, 1998, 70, 1-2, s. 47-68.
- [19] Taylor Z., Przestrzenna dostępność miejsc zatrudnienia, kształcenia i usług a codzienna ruchliwość ludności wiejskiej, Prace Geograficzne (Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN), 1999, 171.
- [20] Titheridge H., Accessibility planning and accessibility modeling: A review, scoping study, University College London, 2004.
- [21] Transport for London. Transport assessment best practice. Guidance document, Major of London, 2006.

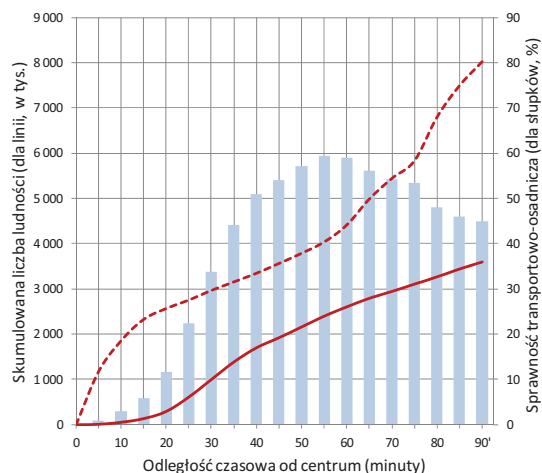


A - iloraz średniego optymalnego czasu dojazdu w danej gminie do centrum Warszawy w stosunku do czasu rzeczywistego (0-100%)

B - różnica pomiędzy rzeczywistym najkrótszym czasem przejazdu a czasem optymalnym przemnożona przez liczbę osób w gminie (bez Warszawy)



5. Wskaźniki efektywności transportowo-osadniczej: A – stosunek idealnego do rzeczywistego średniego czasu dojazdu w danej gminie do centrum Warszawy w 2010 r. (0-100%); B – różnica pomiędzy rzeczywistym najkrótszym a idealnym czasem przejazdu przemnożona przez liczbę osób w gminie (bez Warszawy). Czasy przejazdu dotyczą indywidualnego transportu samochodowego  
Źródło: opracowanie własne (materiały projektu Trendy Rozwojowe Mazowsza).



6. Wykres kumulacyjny liczby ludności (lewa skala) w zależności od odległości czasowej do centrum Warszawy w wariacie idealnym (czerwona linia przerywana) i rzeczywistym (czerwona linia ciągła) w 2010 r. oraz ich wzajemny stosunek, obrazujący procentowy udział ludności „rzeczywistej” w „idealnej” (niebieskie słupki, prawa skala). Obliczenia dla izochrony idealnej 60 km/h  
Źródło: opracowanie własne (materiały projektu Trendy Rozwojowe Mazowsza).