



---

## LOKALNY TRANSPORT ZBIOROWY W ŁODZI W ŚWIETLE BADAŃ DOSTĘPNOŚCI

### *Local public transport in Łódź in the light of accessibility analyses*

**Bartosz Bartosiewicz (1), Szymon Wiśniewski (2)**

(1) Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź  
e-mail: b.bartosiewicz@wp.pl

(2) Instytut Zagospodarowania Środowiska i Polityki Przestrzennej, Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki, Kopcińskiego 31, 90-142 Łódź  
e-mail: szymon.wisniewski@geo.uni.lodz.pl (autor korespondujący)

#### **Cytacja:**

Bartosiewicz B., Wiśniewski Sz., 2016, Lokalny transport zbiorowy w Łodzi w świetle badań dostępności, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), 31-43.

**Streszczenie:** W niniejszym artykule skupiono się na ocenie dostępności do lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi. Do analizy wykorzystano m.in. podejście grafowe oraz dostępność kumulatywną, poszerzone o analizy sieciowe. Badanie oparto w głównej mierze na dwóch bazach danych aktualnych na I kwartał 2016 r. Jest to baza otrzymana od Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi w postaci wykazu wszystkich przystanków, linii autobusowych i tramwajowych, czasów przejazdu pomiędzy przystankami, częstotliwości oraz rodzaju taboru obsługującego poszczególne linie komunikacyjne. Druga baza to informacje nt. liczby, rozmieszczenia oraz struktury wieku i płci mieszkańców Łodzi wg danych ewidencyjnych ludności Urzędu Miasta Łodzi. Artykuł uzupełniono o autorską recenzję Modelu w zakresie zapisów odnoszących się do jego założeń strategicznych. Badanie zamyka część wnioskowa zawierająca ponadto rekomendacje dla postulatów modelu.

**Słowa kluczowe:** transport zbiorowy, dostępność, graf, analiza sieciowa, Łódź

**Abstract:** This article focuses on the evaluation of accessibility to the local public transport in Lodz. For the analysis was used, among others, graph approach and the availability of cumulative, extended to the analysis of the network. The research was based on the main part of the two databases up to date on the first quarter of 2016. This is the base received from the Board of Roads and Transport in Lodz, in the form of a list of all the stops, bus and tram lines, transit times between stops, frequency, and type of vehicles that support individual lines communication. Second base is information on the number, distribution and structure of the age and sex of the inhabitants of the city, according to the registration of the population of the City of Lodz. The article was accompanied by an original review model in terms of the provisions relating to its strategic objectives. The survey closes some of the conclusions and further comprising recommendations for the demands of the model.

**Key words:** public transport, accessibility, graph, network analyst, Łódź

---

## 1. Wstęp

W 2015 r. władze samorządowe Łodzi przystąpiły do prac nad nowym modelem organizacji transportu zbiorowego w mieście. Przy okazji tych prac nawiązała się współpraca Urzędu Miasta (osób odpowiedzialnych za przygotowanie modelu) oraz Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego. Autorzy, będący głównymi przedstawicielami tej współpracy ze strony Uczelni, podjęli się zadania w postaci oceny dostępności dla mieszkańców Łodzi do lokalnego transportu zbiorowego. Wyniki tego zadania zostały zamieszczone w prezentowanym artykule.

Głównym przedmiotem zainteresowania autorów jest ocena tej dostępności w zależności od miejsc zamieszkania ludności. Autorzy zdają sobie sprawę z faktu, że tego typu badania prowadzi się również w odniesieniu do rozmieszczenia miejsc pracy czy też usług (lub innych ognisk ruchu). W przypadku badań wewnątrzmijskich analizy te są jednakże dużo trudniejsze ze względu na dostępność do odpowiednich danych (w szczególności w zakresie dojazdów do pracy). Badania zostały wykonane przy zastosowaniu dwóch głównych baz danych. Pierwsza baza, otrzymana od Zarządu Dróg i Transportu w Łodzi, to wykaz wszystkich przystanków, linii autobusowych i tramwajowych, czasów przejazdu pomiędzy przystankami, częstotliwości oraz rodzaju taboru obsługującego poszczególne linie komunikacyjne. Druga baza to informacje nt. liczby, rozmieszczenia oraz struktury wieku i płci mieszkańców Łodzi wg danych ewidencyjnych ludności Urzędu Miasta Łodzi. Aktualność obu baz to I kwartał 2016 r.

Dodatkowo w trakcie badań, przy opracowaniu wyników, posłużono się powszechnie dostępnymi danymi z BDL GUS oraz materiałami kartograficznymi z portalu Open Street Map (dane nt. układu drogowego oraz sposobu zagospodarowania miasta). Wszelkie analizy w opracowaniu zostały wykonane z wykorzystaniem oprogramowania GIS – ArcMap firmy ESRI.

## 2. Przegląd literaturowy

Badania prowadzone na styku geografii transportu i analiz przestrzennych z wykorzystaniem oprogramowania GIS znajdują odzwierciedlenie w licznych publikacjach naukowych (Yigitcanlar i in., 2007; Alonso i in., 2013; Das i Pandit, 2016) i ekspertyzach wykonywanych na potrzeby samorządów terytorialnych (Jakimavičius i Burinskienė, 2009) czy zarządców transportu. Badania transportowe prowadzone z wykorzystaniem narzędzi GIS koncentrują się zazwyczaj na jednym z trzech nurtów: infrastrukturalnym (Banister i Berechman, 2002; Łatuszyńska, 2004; Domańska,

2006; Komornicki i in., 2013; Michniak i in., 2015), transporcie indywidualnym (Rosik i in., 2012; Rosik i Stępnia, 2015) lub transporcie zbiorowym (Mazurek, 1965; O'Sullivan i in., 2000; Guzik, 2003; Bryniarska, 2008, 2013; Bryniarska, Starowicz, 2010; Rechłowiec, 2010; Zych, Baran, 2012; Paczkowski, Budler, 2012; Kowalski, Wiśniewski, 2013; Siemieniak, Janczewski, 2014; Horak i in., 2014). Znacznie rzadziej realizowane są badania wielopłaszczyznowe, co wynikać może zapewne z rozległości wątków każdego z nurtów. Bardzo szeroki zestaw narzędziowy, jakim dysponują programy GIS, pozwala na badania każdego z elementów wchodzących w skład systemu transportowego (Goodchild, 2013). Posłużyć mogą do tego zarówno uniwersalne narzędzia do prowadzenia analiz przestrzennych, jak i te dedykowane problematyce transportowej.

Wektorowy obraz rzeczywistości, w którym poszczególne elementy przedstawiane są za pomocą obiektów punktowych, liniowych lub powierzchniowych idealnie nadaje się do przeniesienia poszczególnych realnych elementów systemu transportowego do analitycznej przestrzeni programów GIS (LaGro, 2013). Rozpoczynając rozważania od strony popytowej, należy wskazać liczbę, rozmieszczenie i cechy potencjalnych pasażerów komunikacji zbiorowej. Może być ona reprezentowana w ujęciu punktowym, kiedy to do punktu przypisany jest atrybut w postaci informacji o konkretnej osobie lub grupie osób zamieszkujących w danej lokalizacji. Innym podejściem jest analiza oparta na rejonach komunikacyjnych – poligonach, których tabela atrybutów zawiera dane o zamieszkujących dany region ludności (Zeng i in., 2010). Część z metod badawczych (np. metody oparte na potencjale) zmuszają do wyznaczenia punktu – reprezentanta (np. centroidu) dla danego regionu, który na zasadzie złączenia przestrzennego przejmuje niejako atrybuty całego poligonu (Rosik, 2009). Sama informacja o rozmieszczeniu potencjalnych użytkowników transportu zbiorowego stanowić może podstawę do postępowania badawczego z wykorzystaniem narzędzi z zakresu analiz przestrzennych. Wprowadzenie do badania różnego rodzaju strukturyzacji (np. płciowych, wiekowych, poziomu wykształcenia, wysokości zarobków itd.) potencjalnych użytkowników pozwala na dynamiczny przyrost kierunków analizy np. w poszukiwaniu prawidłowości rozmieszczenia.

W przypadku badań transportu zbiorowego, realnie występującymi reprezentantami pewnego obszaru poddanego analizie są przystanki. Stanowią one bowiem jedyne miejsce, gdzie potencjalny pasażer ma możliwość włączenia się w sieć połączeń. Przyjmując, że w ujęciu punktowym przedstawione może być rozmieszczenie potencjalnych pasażerów transportu zbiorowego, przystanki jako miejsca, gdzie

podróż środkiem transportu się zaczyna i w którym kończy to również, w ten sposób ująć można generatory ruchu. Gęstość generatorów ruchu i siła, z jaką ów ruch generują, uznać należy za stymulantę rozwoju transportowego. Elementy punktowe w analizach GIS mogą również pełnić funkcję destymulant – barier działania transportu zbiorowego. Tego rodzaju punkty wprowadzone do analiz sieciowych odzwierciedlać mogą np. czasowe wyłączenie skrzyżowania dróg z ruchu na skutek remontu czy wypadku drogowego.

Naturalnym przedstawieniem powiązań pomiędzy źródłem podróży a jej celem jest obiekt liniowy. Niezależnie, z jakiego rodzaju transportem zbiorowym badacz ma do czynienia, to powiązania poszczególnych punktów przemieszczania się środków transportu przyjmują postać liniową. Może odzwierciedlać ona różnie pojmowane odległości (czas, koszt itd.) i przyjmować różny przebieg (fizyczny, fizyczny rzeczywisty itd.). Tym samym linie prezentować będą w środowisku GIS wektor przemieszczenia czy w postaci infrastruktury drogowej, po której przemieszcza się środek transportu, czy grafu prezentującego w sposób uproszczony trasy środków transportu zbiorowego. W analizach poświęconych funkcjonowaniu systemów transportu zbiorowego uzasadnione jest włączanie do badania większego zakresu sieci infrastrukturalnej niżeli tylko tę, która jest niezbędna do funkcjonowania połączeń konkretnych środków transportu. Niezwykle rzadka jest bowiem sytuacja, w której pasażer wsiada i wysiada z transportu zbiorowego w początkowym i końcowym punkcie swojej podróży (Wibowo i Olszewski, 2005). Transport zbiorowy nie realizuje bowiem z założenia połączeń *door to door*. Dlatego też konieczne jest włączenie do badania ciągów pieszych czy pieszo-jezdnymi, którymi potencjalni pasażerowie mogą poruszać się z krańcowych przystanków lub zmieniać pojazd w ramach przesiadki. Zakres przestrzenny sieci, która pozostaje w zasięgu pieszego, jest różnie definiowany. W zależności od środka transportu, zagospodarowania przestrzeni czy cech samego pieszego przyjmowane są różne wartości izochron czy ekwidystant, stanowiących granicę akceptowalnej do przejścia odległości. Tak samo jak w przypadku elementów punktowych, również obiekty liniowe ujmowane mogą być w charakterze barier dla funkcjonowania transportu. Liniowe obiekty przyrodnicze (np. ciek) czy antropogeniczne (np. linia kolejowa, autostrada) w skali lokalnej stanowią mogą obiekty zmuszające organizatorów transportu zbiorowego do znacznego wydłużania tras i relokacji sieci przystanków.

Zestaw danych zawierający wymienione powyżej elementy pozwala na utworzenie zestawu danych sieciowych, w oparciu o który rozpocząć można prowadzenie analiz sieciowych. Oczywiście im bogatszy

będzie opis atrybutowy każdego z elementów wprowadzanych do badania, tym szerszy jest wachlarz możliwych do uzyskania analiz wyjściowych.

### 3. Metodologia badań

W zakresie metod badawczych sięgnięto do powszechnie stosowanych w analizach poświęconych transportowi zbiorowemu analiz dostępności – dostępność kumulatywną oraz dostępność mierzoną odległościami. Pierwsza z nich zwana jest również dostępnością izochronową. Dostępność tego rodzaju jest mierzona przez oszacowanie zbioru celów podróży dostępnych w określonym czasie, przy określonym koszcie lub wysiłku podróży (Rosik, 2012). W niniejszym badaniu zliczaniu podlegali mieszkańcy Łodzi, których fizyczna rzeczywista odległość dojścia do poszczególnych przystanków transportu lokalnego nie przekraczała 1000 m w interwałach o różnych wartościach. Po wyrysowaniu ekwidystant dojścia do poszczególnych przystanków w granicach Łodzi połączono przebiegi izolinii o tych samych, możliwie najniższych wartościach. Pozwoliło to na określenie przestrzennego zróżnicowania dostępności w granicach miasta. Dla każdego budynku (adresu) w granicach miasta wygenerowano punkt centralny i przypisano mu liczbę mieszkańców zgodnie z danymi Urzędu Miasta Łodzi aktualnymi na I kwartał 2016 r. W Polsce zwyczajowo przyjmuje się, że strefa oddziaływania przystanków transportu publicznego obejmuje obszar o promieniu od 500 m do 1 km. Oznacza to, że mieszkańcy mogą dotrzeć do przystanku, idąc pieszo, w czasie od 6 do 12 min przy założeniu, że średnia prędkość ich przemieszczania wynosi 5 km/h (Majewski i Beim, 2008). Oczywiście, taki model nie odzwierciedla możliwości generowania przez przystanek popytu na usługi transportu zbiorowego, nawet jeśli byłby realizowany we wszystkich możliwych kierunkach i przy maksymalnej częstotliwości. Wynika to z faktu, iż każdy z mieszkańców może mieć inną odległość graniczną, wraz z którą rezygnuje ze skorzystania z przystanku. Dodatkowo, dla hipotetycznego użytkownika transportu zbiorowego liczą się obok odległości także możliwe udogodnienia, ułatwiające dotarcie na przystanek bądź bariery utrudniające jego osiągnięcie. Siła oddziaływania tych czynników jest inna dla każdego mieszkańca i jest silnie zdeterminowana cechami indywidualnymi każdego z użytkowników, takimi jak ich wiek, stan zdrowia, płeć, miejsce zamieszkania etc. (Gadziński, 2010).

Zasadniczo w literaturze napotyka się metodologiczne problemy związane z odległością graniczną dla różnych typów transportu. W Wielkiej Brytanii za



maksymalny dystans dojazdu do przystanku autobusowego w mieście przyjmuje się ekwidystantę 640 m, zaś do kolei regionalnej bądź metra 960 m (Majewski i Beim, 2008). Niemieccy urbaniści z kolei uznają za maksymalną drogę dojazdu do przystanku autobusowego odległość 300 m, tramwajowego 400 m, zaś do kolei regionalnych 500 m (Loose, 2001). Różnice w wyznaczaniu odległości granicznych względem środka transportu wynikają z kilku zasadniczych kwestii. Większe odległości od przystanku tramwajowego względem autobusowego zmniejszają nakłady inwestycyjne poniesione na budowę nowych linii tramwajowych przy jednoczesnym założeniu, że mieszkańcy są w stanie dalej dojechać do przystanku, jeżeli będą mogli szybciej i bardziej komfortowo dotrzeć do celu.

W niniejszym badaniu przyjęto więc kilka wariantów granicznego dystansu, jaki zmuszony jest pokonać pieszo potencjalny pasażer, aby dotrzeć do przystanku. Przy ustaleniu odległości przyjęto metrykę Manhattan. O ile prawidłowość zastosowania w badaniu odległości 250-500 m znajduje swoje uzasadnienie w literaturze przedmiotu, to wprowadzenie większych odległości może wydawać się dyskusyjne. W niniejszym badaniu zdecydowano się na wprowadzenie również izolacji o wartościach 750 i 1000 m przy analizach połączeń nocnych. Przyjąć należy, że potencjalni pasażerowie są skłonni pokonać większą odległość do najbliższego przystanku, po pierwsze w związku z brakiem alternatywy w postaci innych środków transportu zbiorowego, po drugie w związku z organizacją nocnego transportu, który dzięki punktowi przesiadkowemu umożliwia przy jednej przesiadce dotarcie w dowolne miejsce objęte nocnym transportem. Trzeci argument, który uzasadniać może zwiększenie obszaru badania, to poczucie bezpieczeństwa podczas poruszania się nocą po mieście. Założyć należy, że podróż autobusem daje odczucie większego komfortu przejazdu niżeli piesze pokonanie danej odległości (niebrane pod uwagę w tym zakresie są: transport indywidualny i taksówki). Tym samym przyjęto, że mieszkańcy będą skłonni skorzystać z transportu zbiorowego niż przejść pieszo dany odcinek, nawet jeśli w dzień byłoby do tego skłonni. Niezmiernie ważne jest w tym względzie rozmieszczenie przystanków nocnego transportu zbiorowego i głównych generatorów ruchu nocnego.

W zakresie oceny dostępności czasowej mieszkańców miasta za pośrednictwem lokalnego transportu zbiorowego przyjęto czasy przejazdów autobusów i tramwajów pomiędzy poszczególnymi przystankami zgodnie z rozkładem jazdy przewoźnika (czasy te nie są zawsze dotrzymywane, ale na potrzeby badania wydają się odpowiednie). Następnie, zgodnie z wcześniej przedstawioną metodologią, zliczano potencjalnych pasażerów, którzy zamieszkują w danej ekwidy-

stancie od danego przystanku z przypisanym czasem dojazdu do węzła przesiadkowego.

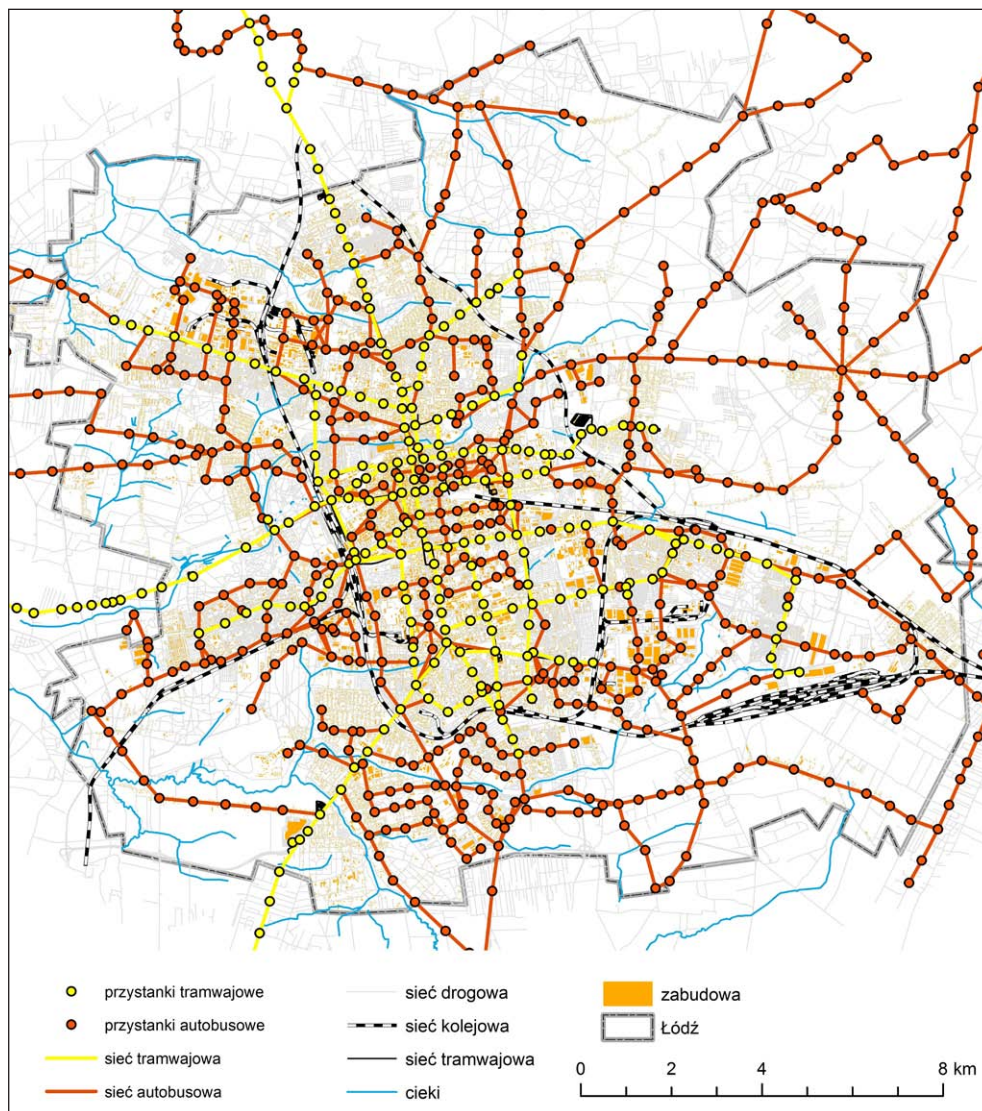
W ujęciu fizycznym, sieć transportową można postrzegać jako zbiór węzłów, które pozwalają na rozprzestrzenianie się strumieni ruchu. Zbiór węzłów jest dodatkowo wyposażony w urządzenia techniczne, które umożliwiają i ułatwiają ruch (tunele, wiadukty, mosty, systemy sygnalizacji, stacje, urządzenia rozładunkowe, skrzyżowania wielopoziomowe, a przede wszystkim różnej klasy drogi, linie kolejowe i tramwajowe). Tak postrzegana sieć transportowa może zostać przedstawiona jako graf fizyczny będący schematem technicznym sieci. Jeżeli graf fizyczny podda się generalizacji do postaci, w której jako węzły występują tylko stacje/przystanki pasażerskie i towarowe, a jako krawędzie występują tylko drogi lub linie kolejowe czy tramwajowe łączące węzły i zlokalizuje się tak zgeneralizowany graf na mapie, to powstaje graf geograficzny. Pozwala on na sformułowanie zagadnień dotyczących np. wyboru położenia geograficznego fizycznych węzłów sieci, wyboru położenia geograficznego dróg je łączących czy optymalnego zakresu przepustowości tych dróg (Ratajczak, 1980).

Ze względu na wysoką użyteczność poznawczą i metodologiczną, metody grafowe zostały wykorzystane w szeregu dyscyplin naukowych, m.in. geografii na potrzeby analizy różnorodnych struktur. Na polu geografii metody grafowe znalazły również szerokie zastosowanie w analizach struktur sieci transportowych (oraz powiązań w zakresie innych elementów infrastruktury technicznej i społecznej), powiązań ludnościowych, powiązań gospodarczych czy też w charakterystyce struktury funkcjonalnej obszaru (Taylor, 1989). Na każdej wymienionej płaszczyźnie uwidacznia się najważniejsza zaleta analiz grafowych, a więc możliwość zgeneralizowania określonej struktury zjawiska do możliwie prostej postaci (Wiśniewski, 2014). Wyróżnione są jedynie najważniejsze elementy owej struktury, czyli węzły oraz powiązania między nimi (krawędzie). Taki sposób przedstawienia rzeczywistości, który eliminuje zbędne w kontekście celu badania elementy, jest szczególnie użyteczny w niniejszej pracy, pozwalając na równoczesną analizę poprzez zastosowanie różnorodnych miar topologicznych (Ratajczak, 1980). Podstawowym wymogiem analiz topologicznych jest prezentacja rzeczywistej sieci transportowej w formie abstrakcyjnego zbioru punktów (węzłów, wierzchołków) połączonych zbiorem linii (odcinków, krawędzi, łuków). Podejście grafowe podkreśla układ połączeń pomiędzy węzłami, pomijając informacje na temat odległości metrycznych. Sieć połączeń transportu zbiorowego w Łodzi przedstawiono w postaci skończonego grafu płaskiego nieskierowanego.

Budowa grafu polega na zastąpieniu rzeczywistego przebiegu połączeń liniami prostymi. Natomiast wzajemne położenie węzłów (przystanków, grup przystanków) pozostaje bez zmian. Przy budowie grafu przyjęto pewne założenia wstępne. Krawędzie grafu odwzorowują ujmowane multimodalnie (autobusowe i tramwajowe) połączenia pomiędzy tymi przystankami/węzłami, które są włączone w sieć tramwajową i autobusową. W przypadku połączeń alternatywnych – substytucyjnych pomiędzy przystankami/węzłami zastosowane narzędzie badawcze wybierze tę formę przewozu, która zagwarantuje krótszy sumaryczny czas przejazdu na całej zadanej do badania trasie. O ile badanie generalnie prowadzone jest w granicach miasta, to przy budowie grafu włączono również przystanki/węzły pozostające poza ową granicą, jeśli są obsługiwane przez lokalnego przewoźnika dla uniknięcia sztucznego efektu granicy.

#### 4. Organizacja i funkcjonowanie lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi

Lokalny transport zbiorowy, obsługiwany przez miejskiego przewoźnika MPK, składa się z dwóch komplementarnych i na wielu odcinkach (w szczególności w śródmieściu oraz wzdłuż głównych dróg) substytucyjnych względem siebie systemów: autobusowego i tramwajowego. Transport zapewniany jest przez blisko 80 tras autobusowych oraz 22 linie tramwajowe, które obsługują Łódź oraz gminy sąsiednie (głównie transportem autobusowym, w trzech kierunkach również tramwajowym). Transport nocny obsługiwany jest przez osiem tras autobusowych i od niedawna również przez jedną tramwajową. Lokalny transport zbiorowy w Łodzi to łącznie ponad 2,2 tys. przystanków, z tego ok. 200 poza granicami miasta (por. ryc. 1).



Ryc. 1. System lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi

Źródło: opracowanie własne.



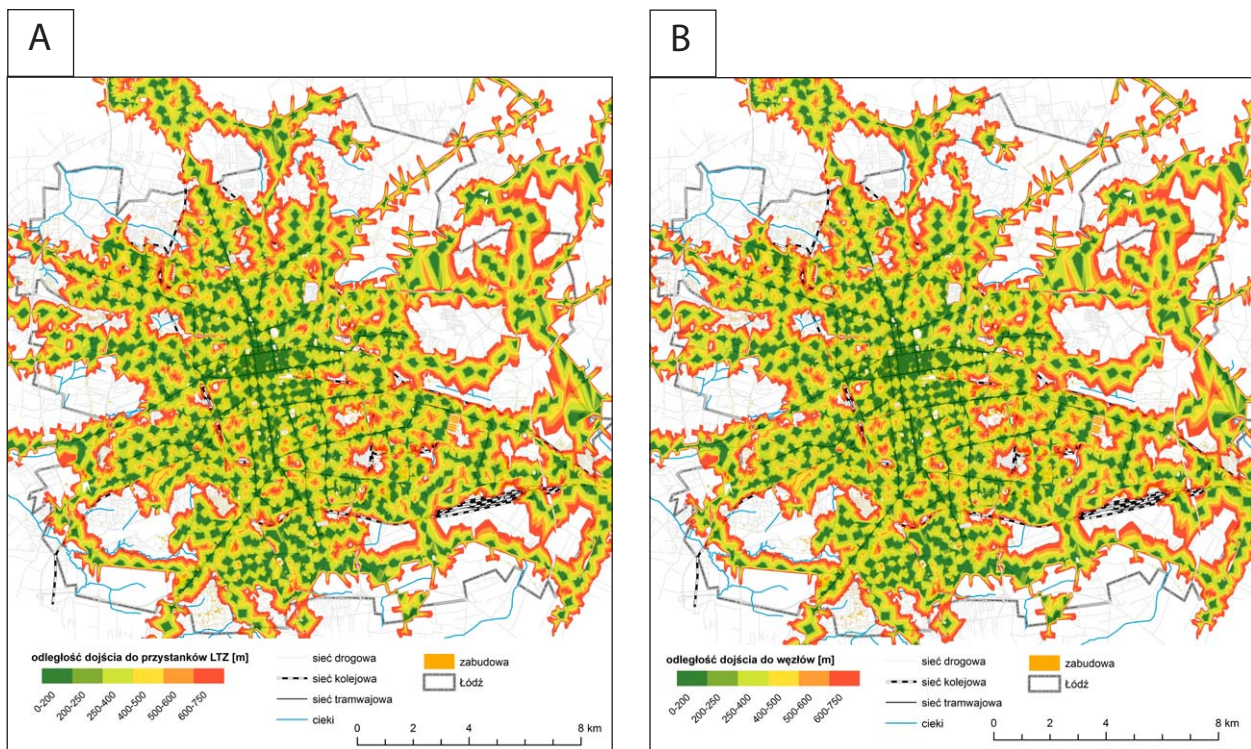
Łódzka sieć tramwajowa jest jedną z czternastu sieci tramwajowych w Polsce, a szerokość jej toru wynosi 1000 mm. Obsługuje ona następujące jednostki administracyjne: m. Łódź, m. Pabianice, m. Konstantynów Łódzki, m. Zgierz, gm. Zgierz, m. Ozorków, gm. Lutomiersk, gm. Ksawerów. Obecnie eksploatowanych jest 17 linii tramwajowych kursujących w granicach Łodzi oraz 5 linii tramwajowych łączących Łódź z innymi miastami (gminami). W skład sieci tramwajowej wchodzi 23 krańcówki tramwajowe, z czego 5 położonych jest poza miejskim obszarem Łodzi

#### 4.1. Dostępność do dziennego systemu transportu zbiorowego

Ocena dostępności do transportu zbiorowego w mieście jest podstawowym i kluczowym badaniem, które powinno poprzedzać jakiegokolwiek decyzje w zakresie reorganizacji, poprawy czy budowy od nowa systemu transportu zbiorowego.

Na ryc. 2 zaprezentowana została dostępność piesza do lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi w sześciu ekwidystantach (od 200 do 750 m). Na pierwszej mapie zilustrowano dostępność do przystanków, a po lewej do wyznaczonych węzłów transportowych, jednocześnie, upraszczając jego obraz i przystosowując do dalszych analiz, w tym budowy grafu. Wyniki na obu mapach są do siebie zbliżone, stąd

wego konieczne było przekształcenie sieci przystanków na system węzłów. Przekształcenie przebiegało według następującego algorytmu postępowania. W pierwszym kroku łódzkie przystanki zostały pogrupowane. O utworzeniu grupy decydowała bliskość przestrzenna. Grupy stanowią więc np. przystanki po przeciwnych stronach ulicy, z których pasażer może rozpocząć podróż w dwóch kierunkach, czy też przystanki rozmieszczone w obrębie jednego skrzyżowania, z których podróż jest najczęściej możliwa w więcej niż dwóch kierunkach. W przypadku, kiedy dany przystanek nie pozostawał w bezpośredniej bliskości z innymi, stanowił grupę jednoelementową. W drugim kroku każdemu z przystanków z danej grupy przypisywano numer identyfikacyjny danej grupy. Następnie, bazując na współrzędnych geograficznych przystanków należących do danej grupy, wygenerowano punkty o współrzędnych stanowiących ich średnią arytmetyczną. Wygenerowanym punktom przypisano zarówno numer identyfikacyjny grupy, jak również ID każdego z przystanków stanowiących grupę. W ten sposób otrzymano system punktów – węzłów, które stanowią rzeczywisty obraz punktowych elementów sieci transportowych, jednocześnie, upraszczając jego obraz i przystosowując do dalszych analiz, w tym budowy grafu. Wyniki na obu mapach są do siebie zbliżone, stąd



Ryc. 2. Dostępność piesza do przystanków (A) oraz węzłów lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi (B)

Źródło: opracowanie własne.

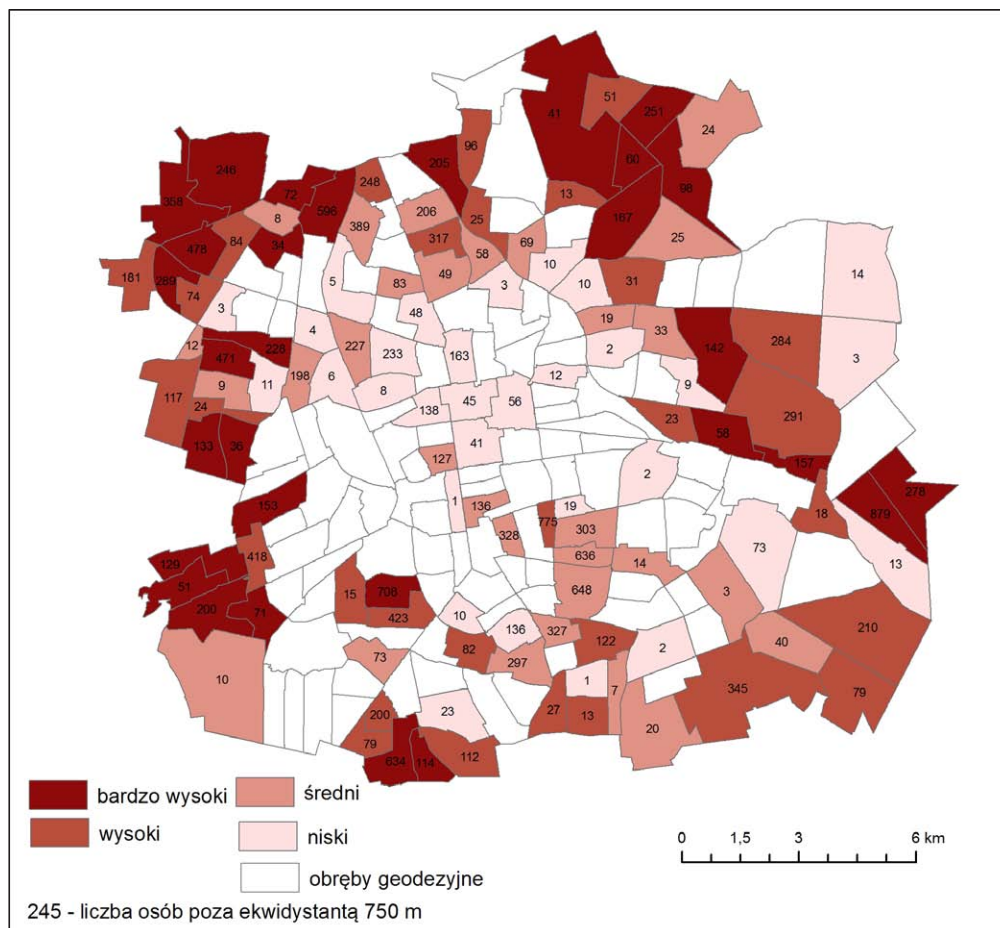
dalsze analizy będą prowadzone jedynie w odniesieniu do węzłów transportowych.

W odległości dojścia do węzła transportowego, większej niż 750 m znajduje się 30% powierzchni miasta (90 km<sup>2</sup>). Z wyjątkiem niewielkich powierzchni terenów w śródmieściu, największe kompleksy wykluczenia transportowego (ze względu na znaczącą odległość do przystanków tak można określać te obszary) występują na obszarach położonych peryferyjnie, które cechuje otwarty krajobraz leśny bądź rolniczy, w większości pozbawiony zwartej zabudowy mieszkaniowej.

Rozpatrując dostępność do transportu zbiorowego, dużo ważniejszą kwestią niż wskazanie konkretnych fragmentów miasta jest określenie liczby mieszkańców wykluczonych z możliwości korzystania z transportu zbiorowego i ich rozmieszczenia w mieście

(w badanym przypadku tych zamieszkałych w odległości pow. 750 m od węzłów transportowych). Grupa ta stanowi w Łodzi ponad 17 tys., czyli niespełna 3% mieszkańców miasta. Są to głównie mieszkańcy terenów peryferyjnych. Większość z nich to ludzie w wieku produkcyjnym, najprawdopodobniej pracujący w mieście, dowożący swoje dzieci do szkół. Przy braku transportu zbiorowego korzystają oni z transportu indywidualnego. Jeżeli założymy, że tylko połowa z tych osób codziennie dojeżdża do pracy w obrębie Łodzi, a średnio w aucie przemieszczają się dwie osoby, to daje kilka tysięcy samochodów w mieście każdego dnia.

Odnosząc liczbę „wykluczonych transportowo” do ogółu mieszkańców obrębów geodezyjnych<sup>1</sup>, największy ich udział pokrywa się z powyżej zidentyfikowanymi terenami wykluczenia transportowego<sup>2</sup> (por. ryc. 3). Warto jednak w tym przypadku zwrócić uwagę



Ryc. 3. Udział ludności mieszkającej w większej odległości niż 750 m dojścia do przystanku LTZ w ogóle mieszkańców obrębu geodezyjnego

Źródło: opracowanie własne.

<sup>1</sup> Analizy dotyczące dostępności ludności do węzłów transportowych zostały przeprowadzone w oparciu o 215 obrębów geodezyjnych w Łodzi.

<sup>2</sup> Kategoria wykluczonych transportowo nie powinna obejmować osób dysponujących własnym środkiem trans-

portu. Autorzy, nie mając możliwości identyfikacji tej grupy, celowo jako wykluczonych traktują wszystkich mieszkańców o ograniczonym dostępie do transportu zbiorowego.



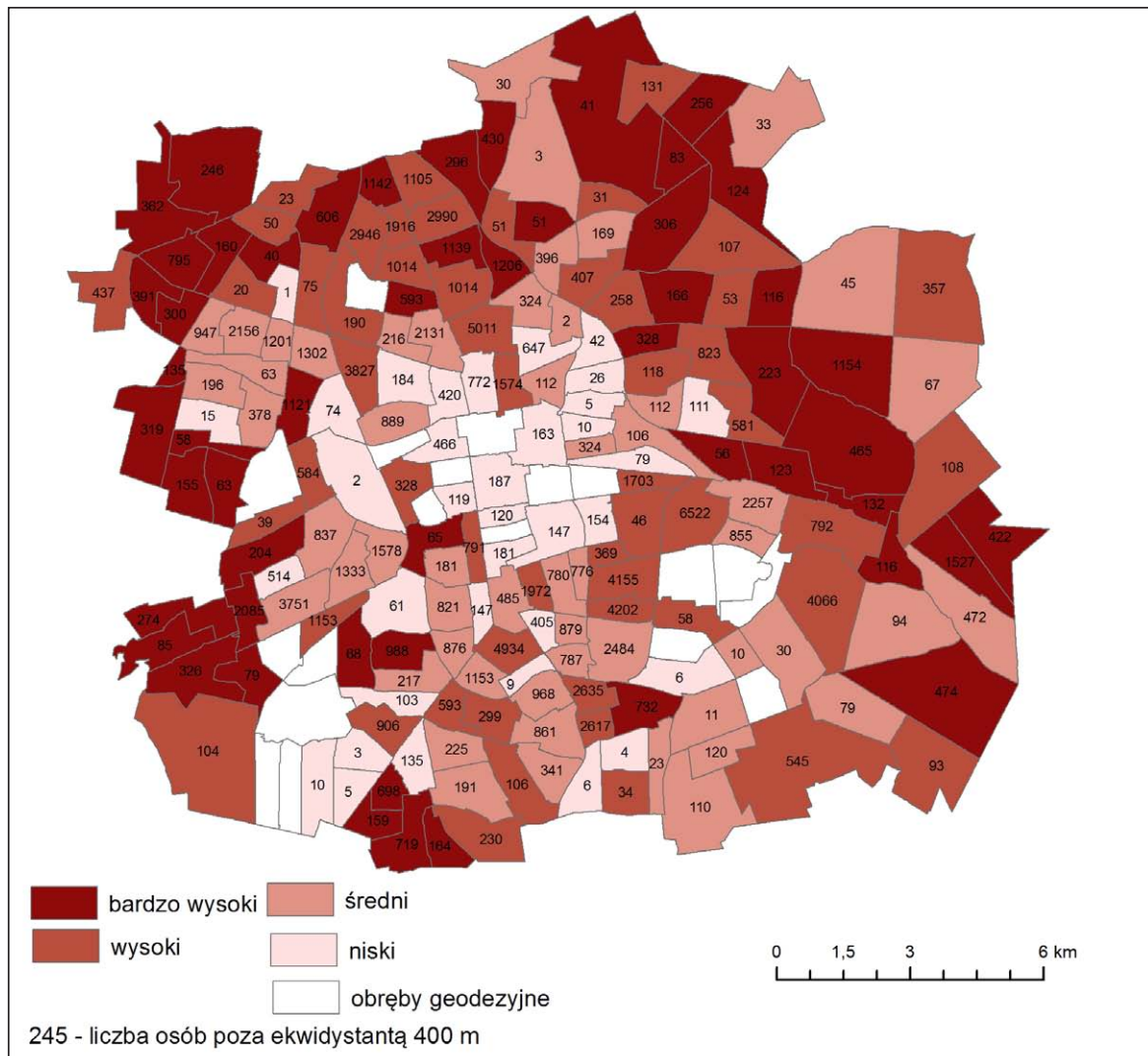
na bezwzględną liczbę tych osób w poszczególnych obrębach, gdyż wyliczone wskaźniki, w przypadku obrębów zamieszkałych przez niewielką liczbę mieszkańców nie pokazują rzeczywistej skali problemu.

Dla obszarów miejskich ekwidystanta 750 m dościa do przystanku lokalnego transportu zbiorowego to odległość bardzo duża. Tak jak opisano w metodologii, w większości opracowań poświęconych dostępności jako akceptowalną granicę dościa do przystanku wskazuje się najczęściej ekwidystantę 400 – 500 m, czyli czas dościa do 5 min. W przypadku Łodzi, ze względu na zachodzące dynamiczne procesy starzenia się społeczeństwa jako graniczną ekwidystantę dościa do przystanku przyjęto 400 m.

W odległości większej niż 400 m od węzła transportowego mieszka 127 tys. osób, a jednocześnie nie większej niż 750 m ok. 110 tys. łodzian (co szósty mieszkaniec miasta).

Poza obszarami peryferyjnymi, zdecydowana większość osób z tej grupy zamieszkuje wybrane fragmenty dużych osiedli wielorodzinnych: Teofilowa, Retkini, Zarzewia, Dąbrowy, Radogoszcza, Julianowa, Dołów, Widzewa, Olechowa czy Chojen (por. ryc. 4). Stanowią oni ok. 60% spośród wszystkich mieszkających w odległości pow. 400 m od węzłów transportowych. Są to obszary o dużej gęstości zaludnienia.

Budowane w II połowie XX w. osiedla mieszkaniowe cechują się niską gęstością zabudowy oraz dużym udziałem terenów zielonych i ciągów pieszych. Często poszczególne części osiedli tworzą duże powierzchniowo kwartały, co siłą rzeczy zwiększa odległości do najbliższych ulic. Problemem nie jest więc tylko przebieg tras transportu zbiorowego, ale również fizjonomia oraz sposób zagospodarowania osiedli. Rozwiązaniem w takiej sytuacji jest zorganizowanie tras wewnątrz osiedli za pomocą mniejszych



Ryc. 4. Udział ludność mieszkającej w większej odległości niż 400 m dościa do przystanku LTZ w ogóle mieszkańców obrębu geodezyjnego

Źródło: opracowanie własne.

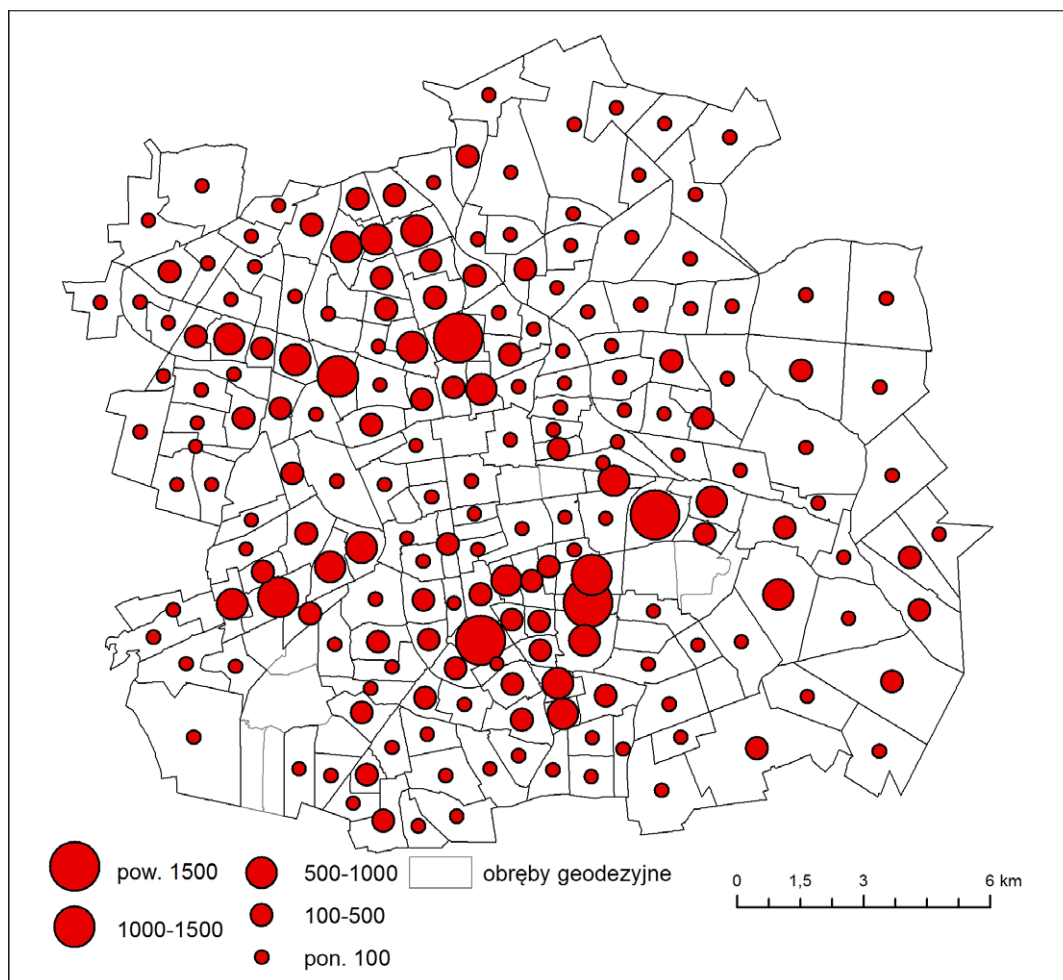


pojazdów, co będzie jednakże trudne ze względu na duże zatłoczenie tych ulic przez parkujące tam samochody. Na wszystkich wymienionych powyżej osiedlach występuje duży problem z miejscami do parkowania. Stąd wraz z działaniami na rzecz poprawy dostępności do LTZ, poprzez prowadzenie nowych tras istniejącymi już ulicami, niezbędne są prace związane z poprawą oferty parkingowej na osiedlach mieszkaniowych. Dodatkowo warto rozważyć przebicie dużych kwartałów osiedlowych nowymi ulicami, co sprzyałoby poprawie dostępności do LTZ dla mieszkańców.

Poza osiedlami zabudowy wielorodzinnej należy również wskazać na wybrane obszary o gęstej zabudowie jednorodzinnej, które cechuje również niska dostępność do transportu zbiorowego. Należą do

nich: Smulsko, Julianów, Andrzejów (część północna) oraz południowo-zachodnia część Nowosolnej.

Analizując dostępność do transportu zbiorowego w Łodzi, nie można zapominać o trudnej sytuacji demograficznej miasta, czyli depopulacji i silnych procesach starzenia się społeczeństwa. Problem, który w najbliższych latach będzie narastał, wymaga nie tylko inwestycji w tabor przystosowany do przewozu osób starszych i niepełnosprawnych, ale także rozpoznania, gdzie transport zbiorowy wymaga reorganizacji, aby w jak największym stopniu ułatwić przemieszczanie się osób starszych. Na ryc. 5 wskazano te miejsca w Łodzi, gdzie wg obrębów geodezyjnych mieszka najwięcej osób pow. 60 roku życia (tych, których miejsce zamieszkania oddalone jest od przystanku LTZ o co najmniej 400 m).



Ryc. 5. Liczba osób w wieku 60+ mieszkająca w odległości pow. 400 m od przystanku lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi wg obrębów geodezyjnych

Źródło: opracowanie własne.

Ogółem jest to 38 tys. osób, czyli blisko 30% wszystkich zamieszkałych dalej niż 400 m od przystanku LTZ. Największa ich liczba zamieszkuje fragmenty osiedli mieszkaniowych z lat 60. i 70. XX w.

położonych najbliżej strefy śródmiejskiej miasta. W Łodzi osiedla mieszkaniowe budowano generalnie odśrodkowo i te najbliżej centrum były zasiedlane w pierwszej kolejności – głównie przez ludzi młodych,

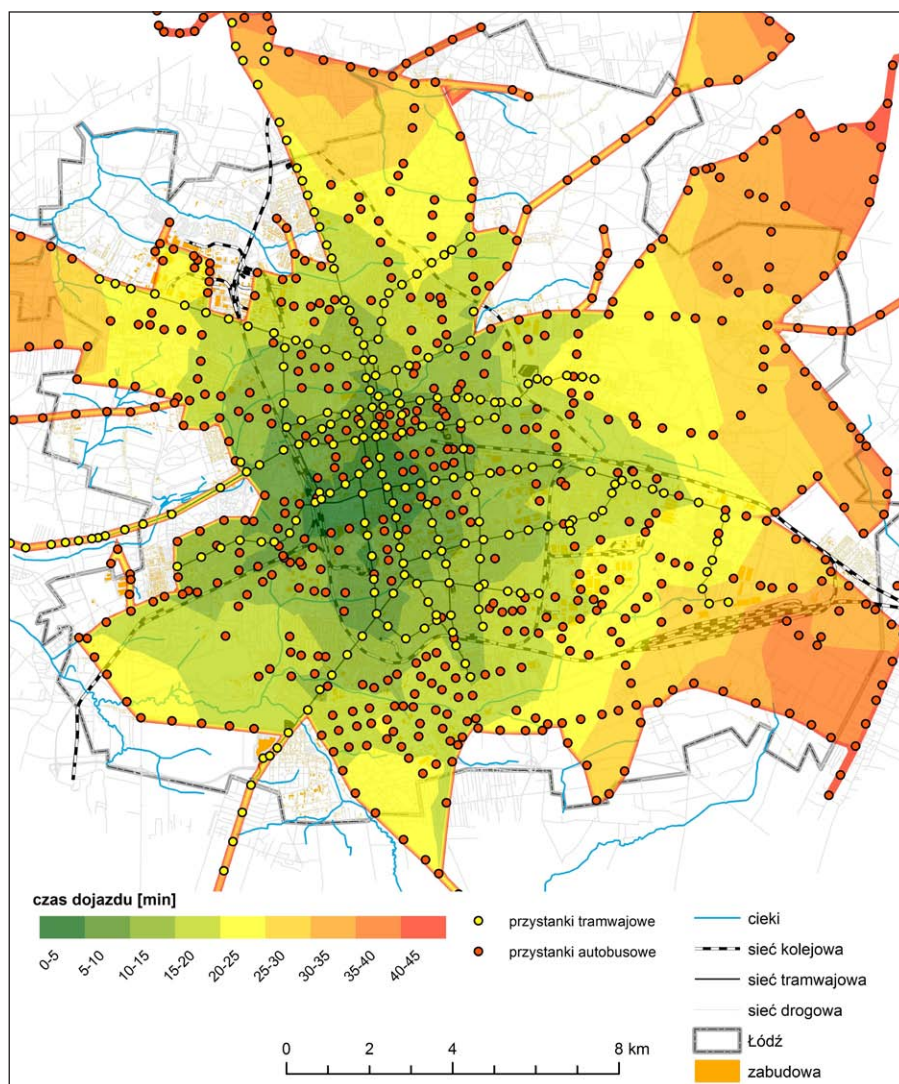
stąd dziś są to najstarsze pod względem demograficznym łódzkie osiedla.

Dostępność do transportu zbiorowego to nie tylko odległość do przystanków dla mieszkańców. To także dostępność czasowa mierzona czasem, jaki jest potrzebny aby przemieścić się z jednego do drugiego punktu w mieście. Trudno jest taką dostępność zmierzyć, bo potrzeby w tym zakresie są mocno zindywidualizowane wśród użytkowników transportu zbiorowego.

Z punktu widzenia dostępności istotnym jest wskazanie czasu dojazdu z różnych miejsc Łodzi do najważniejszych węzłów transportowych miasta, czyli przystanku Centrum (por. ryc. 6) (miejsca koncentracji szeregu linii tramwajowych i autobusowych w mie-

ście) oraz dwóch głównych dworców: Kaliskiego i Fabrycznego (por. ryc. 7).

Najlepszą dostępnością czasową dojazdu lokalnym transportem zbiorowym cechuje się węzeł transportowy zlokalizowany przy dworcu Łódź Fabryczna, dla którego, wyłączając tereny pozbawione dostępności do transportu zbiorowego, czas dojazdu z najdalej części miasta nie przekracza 35 min. Do najsłabiej skomunikowanych (pod względem czasu dojazdu) obszarów z głównymi węzłami transportowymi należy ogólnie wschodnia część miasta. W przypadku strefy wielkomiejskiej, czyli szeroko rozumianego śródmieścia miasta, czas dojazdu do głównych węzłów nie przekracza 15 min<sup>3</sup>.



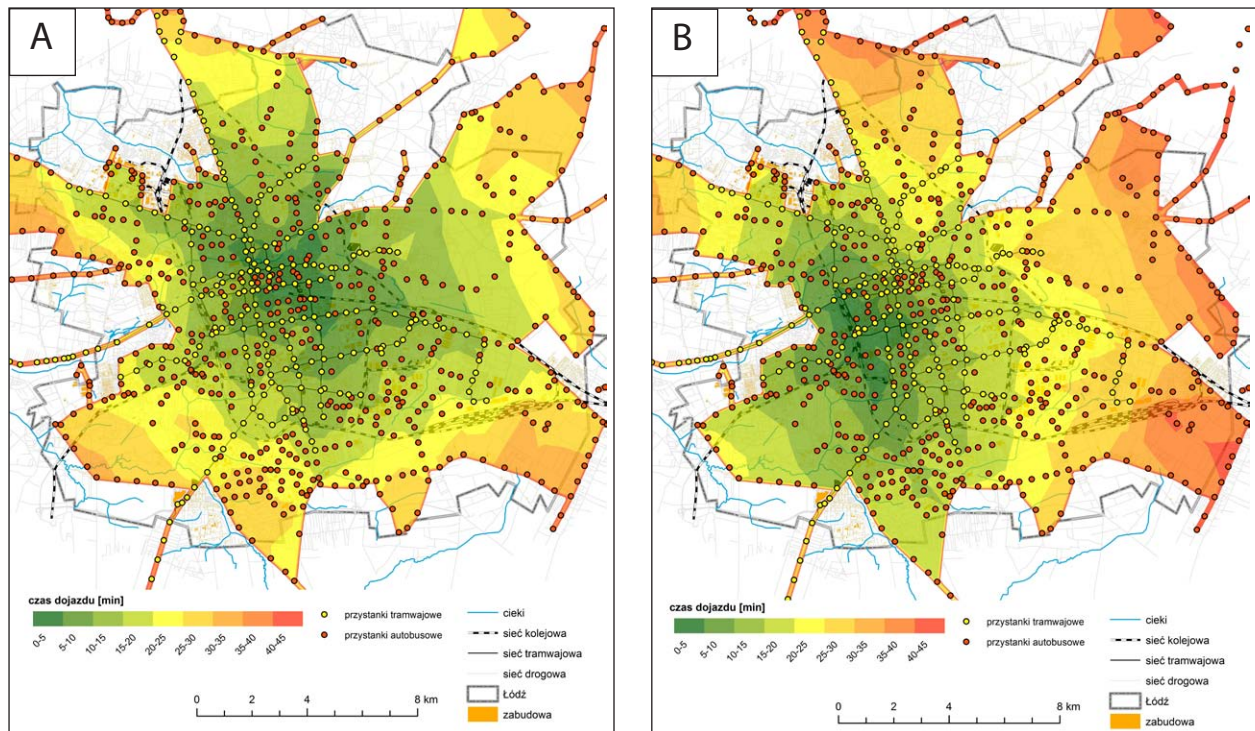
Ryc. 6. Czas dojazdu lokalnym transportem zbiorowym do przystanku Centrum (Mickiewicza /Piotrkowska)

Źródło: opracowanie własne.

<sup>3</sup> Czasy dojazdu zostały określone na podstawie obowiązującego w styczniu 2016 r. rozkładu jazdy. W ich obliczaniu uwzględniono połączenia wymagające przesiadek. Jedno-

częściej nie uwzględniono czasu potrzebnego na przesiadkę oraz czasu dojścia do przystanku, z którego rozpoczynała się podróż do badanych węzłów transportowych.





Ryc. 7. Czas dojazdu lokalnym transportem zbiorowym do dworca Fabryczna (A) i Kaliska (B)

Źródło: opracowanie własne.

#### 4.2. Dostępność do nocnego systemu transportu zbiorowego

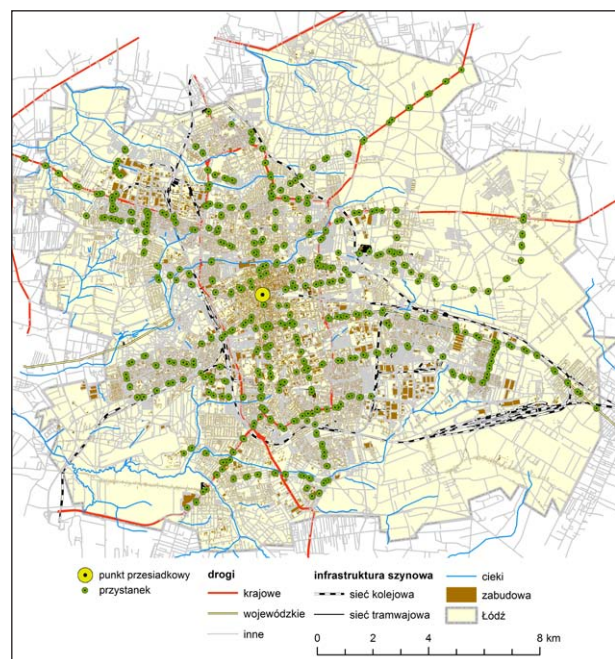
Transport nocny w obrębie miasta organizowany jest przez osiem tras autobusowych. Cechą charakterystyczną tego systemu jest, że wszystkie trasy posiadają wspólny przystanek, zlokalizowany w centrum miasta, na ul. Kościuszki (w okolicach ul. Zielonej). Transport nocny obsługuje trasy biegnące wzdłuż głównych dróg i dociera przede wszystkim na większe osiedla mieszkaniowe (por ryc. 8). Dodatkowo obsługuje trzy podłódzkie miasta: Pabianice, Aleksandrów Łódzki, Konstantynów Łódzki oraz gminę Andrespol.

Zakres operowania autobusowego transportu nocnego w Łodzi jest porównywalny do zasięgu systemu tramwajowego.

Największa gęstość tras transportu nocnego występuje w obrębie szeroko rozumianego śródmieścia Łodzi, gdzie czas przejazdu z punktu przesiadkowego nie przekracza 15-20 min. Dobłą dostępnością czasową cechuje się również osiedle Retkinia. W przypadku pozostałych osiedli ta dostępność jest już dużo niższa i najczęściej przekracza 30-40 min (por. ryc. 9).

W przypadku transportu nocnego akceptowalna odległość dojazdu do przystanku jest zdecydowanie wyższa. Biorąc pod uwagę ekwidystantę 750 m (por. ryc. 10), w jej zasięgu znajduje cała strefa śródmiej-

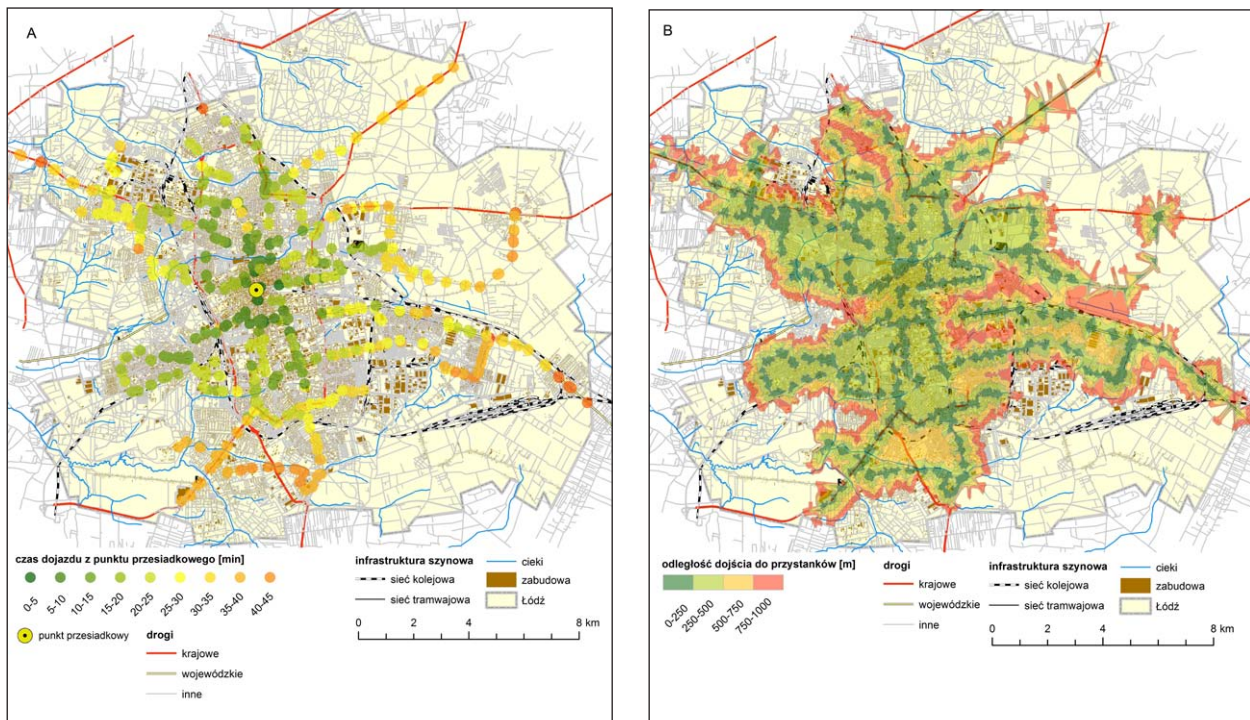
ska oraz wszystkie osiedla mieszkaniowe. Wyłączone z obsługi nocnej transportem zbiorowym (poza 1 km dojazdu do przystanku) są tereny o niskiej gęstości zaludnienia, dominującej zabudowie jednorodzinnej czy też tereny przemysłowe.



Ryc. 8. System nocnego autobusowego transportu zbiorowego w Łodzi

Źródło: opracowanie własne na podstawie S. Wiśniewski, 2016.





Ryc. 9. Czas dojazdu do punktu przesiadkowego (A) oraz ekwidystanty dojścia do przystanków (B) transportu nocnego w Łodzi

Źródło: opracowanie własne na podstawie S. Wiśniewski, 2016.

## 5. Wnioski

Analizy dostępności wykorzystujące dane nt. rozmieszczenia i struktury ludności miasta to jedna z najbardziej precyzyjnych metod pozwalających w sposób całościowy ocenić funkcjonowanie systemu lokalnego transportu zbiorowego. Nie wyczerpują one oczywiście w pełni problematyki dostępności. Pomijają choćby rozmieszczenie miejsc pracy czy usług. Niezależnie od tego wydają się one bardzo potrzebne z punktu widzenia poznawczego, jak i metodologicznego (w szczególności pod kątem wykorzystania w tym zakresie narzędzi GIS) oraz przede wszystkim aplikacyjnego (wykorzystania wyników do kształtowania polityki transportowej miasta).

Otrzymane w toku analiz wyniki wskazują, że problem wykluczenia transportowego dotyczy jedynie 2-3% mieszkańców Łodzi, którzy zamieszkują odległe peryferie miasta. Jest to bardzo ważny wniosek pozwalający pozytywnie oceniać obecny system transportu zbiorowego w Łodzi, choć należy mieć na uwadze, że prowadzone analizy nie uwzględniały, jakie możliwości (w odniesieniu do czasu i kierunku przejazdu) daje zamieszkanie w pobliżu konkretnego przystanku LTZ.

Jako podstawowy problem w zakresie dostępności do LTZ w Łodzi należy wskazać sytuację na łódzkich osiedlach zabudowy blokowej – terenów o dużej gęstości zaludnienia, gdzie specyfika układu przestrzennego zabudowy utrudnia dostęp do LTZ (zna-

cząca część mieszkańców mieszka dalej niż 400 m, od przystanku tramwajowego albo autobusowego).

Z punktu widzenia miasta szybko starzejącego się, a takim jest Łódź, należy również oceniać dostępność do LTZ pod kątem struktury wieku mieszkańców. Pod tym względem ocena dla Łodzi wypada poniżej oczekiwań. Co trzeci łódzianin posiadający utrudniony dostęp do transportu zbiorowego ma więcej niż 60 lat. Ze względu na postępujące starzenie społeczeństwa należy uwzględnić jego potrzeby nie tylko przez pryzmat odpowiedniego taboru, ale również dostępności do LTZ.

Podsumowując, system lokalnego transportu zbiorowego w Łodzi pod względem dostępności należy oceniać raczej pozytywnie. Nie zmienia to faktu, że w związku z realizowanymi inwestycjami infrastrukturalnymi oraz powstawaniem nowych osiedli mieszkaniowych niezbędne są zmiany dostosowujące nie tyle do obecnego, ale do przyszłościowego zapotrzebowania na transport zbiorowy w mieście.

## Piśmiennictwo

- Alonso B., Moura L. J., Ibeas A., dell'Olio L., 2013, Using O-D matrices for decision making in road network management, *Transport*, 28(1), 31-37.
- Banister D., Berechman J., 2002, The Economic Development Effects of Transport Investments [w:] A. Pearman, P. Mackie,

- J. Nellthorp, L. Giorgi (red.), *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation, Needs and Capabilities*, Ashgate, Aldershot, 291-293.
- Bryniarska Z., 2008, Komunikacja nocna w dużych miastach, *Transport Miejski i Regionalny*, 2, 13-22.
- Bryniarska Z., 2013, Komunikacja nocna w Krakowie w latach 2007-2013, *Transport Miejski i Regionalny*, 9, 27-36.
- Bryniarska Z., Starowicz W., 2010, *Wyniki badań systemów publicznego transportu zbiorowego w wybranych miastach*, Wydawnictwo PiT, Kraków.
- Das S., Pandit D., 2016, Methodology to determine service delivery levels for public transportation, *Transportation Planning and Technology*, 39, 2, 195-217.
- Domańska A., 2006, *Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny*, PWN, Warszawa.
- Feltynowski M., 2009, Dostępność komunikacyjna jako element rozwoju gmin wiejskich w Łódzkim Obszarze Metropolitalnym [w:] *Infrastruktura i ekologia obszarów wiejskich*, nr 6, Polska Akademia Nauk oddział w Krakowie, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków, 197-207.
- Gadziński J., 2010, Ocena dostępności komunikacyjnej przestrzeni miejskiej na przykładzie Poznania, *Biuletyn IGSE i GP UWAM, Seria Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 13, Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań.
- Goodchild M.F., 2013, *Geographic Information Systems* [w:] Gomez B., Jones III J. P. (red.), *Research Methods in Geography*, Wiley-Blackwell, 376-391.
- Guzik R., 2003, *Przestrzenna dostępność szkolnictwa ponadpodstawowego*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Horak J., Ivan I., Fojtik D., 2014, Time of Day Dependency of Public Transport Accessibility in the Czech Republic, *Geoinformatics for Intelligent Transportation, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, 93-108.
- Jakimavičius M., Burinskienė M., 2009, A GIS and multi-criteria-based analysis and ranking of transportation zones of Vilnius city, Technological and economic development of economy, *Baltic Journal on Sustainability*, 15(1), 39-48.
- Kellerman A., 1981, *Centographic Measures in Geography*, CAT MOG 32.
- Komornicki T., Rosik P., Śleszyński P., Solon J., Wiśniewski R., Stępnia M., Czapiewski K., Goliszek S., 2013, *Wpływ budowy autostrad i dróg ekspresowych na rozwój społeczno-gospodarczy i terytorialny Polski*, Opracowanie wykonane przez Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Warszawa.
- Kowalski M., Wiśniewski S., 2013, Ocena możliwości realizacji transportu zbiorowego przez miejskie przedsiębiorstwo komunikacyjne w Łodzi na terenie kształtującego się Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego, *Transport Miejski i Regionalny*, 3, 26-32.
- LaGro Jr. J. A., 2013, *Site Analysis. Informing Context-Sensitive and Sustainable Site Planning and Design*, Wiley, New Jersey.
- Łatuszyńska M., 2004, Metody przewidywania efektów rozwoju międzynarodowej infrastruktury transportu, *Problemy Ekonomiki Transportu*, 1, 29-39.
- Loose W., 2001, *Flächennutzungsplan 2010 Freiburg – Stellungnahme zu den verkehrlichen Auswirkungen*, Öko-Institut e.V., Freiburg.
- Majewski B., Beim M., 2008, Dostępność komunikacji publicznej w Poznaniu [w:] Czyż T., Stryjakiewicz T., Churski P. (red.), *Nowe kierunki i metody w analizie regionalnej*, *Biuletyn IGSE i GP UWAM, Seria Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 3, Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań, 115-124.
- Mazurek T., 1965, *Komunikacja miejska. Cz. 1. Planowanie tras komunikacyjnych w miastach oraz eksploatacja komunikacji miejskich*, PAN, Łódź.
- Michniak D., Więckowski M., Stępnia M., Rosik P., 2015, The impact of selected planned motorways and expressways on the potential accessibility of the Polish-Slovak borderland with respect to tourism development, *Moravian Geographical Reports*, 23, 1, 13-20.
- O'Sullivan D., Morrison A., Shearer J., 2000, Using desktop GIS for the investigation of accessibility by public transport: an isochrone approach, *International Journal of Geographical Information Science*, 14, 1, 85-104.
- Paczkowski K., Budler M., 2012, *Funkcjonowanie transportu zbiorowego w Łódzkim Obszarze Metropolitalnym - wstępne analizy*, BPPWŁ, Łódź.
- Ratajczak W., 1980, *Analiza i modele wpływu czynników społeczno-gospodarczych na kształtowanie się sieci transportowej*, PWN, Warszawa - Poznań.
- Rechłowicz M., 2010, Wykorzystanie tramwajów w komunikacji nocnej, *Transport Miejski i Regionalny*, 6, 9-15.
- Rosik P., 2009, Potencjał własny oraz szacowanie parametrów modelu dostępności wewnętrznej na przykładzie Warszawy, *Czasopismo Geograficzne*, 80, 1-2, 78-95.
- Rosik P., 2012, Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim, *Prace Geograficzne*, 233, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Rosik P., Stępnia M., 2015, Monitoring of changes in road potential accessibility at municipality level in Poland. 1995-2015, *Geographia Polonica*, 88, 4, 607-620.
- Rosik P., Stępnia M., Komornicki T., Pomianowski P., 2012, *Monitoring spójności terytorialnej gmin w skali krajowej i międzynarodowej w latach 1995-2030*, IV edycja konkursu dotacji Ministerstwa Rozwoju Regionalnego.
- Siemieniak D., Janczewski J., 2014, Organizacyjne i techniczne cechy procesu tworzenia rozkładów jazdy komunikacji miejskiej na szczególnym przykładzie MPK-Łódź Sp. z o.o., *Zarządzanie innowacyjne w gospodarce i biznesie*, 2(19), Łódź, 103-112.
- Wibowo S. S., Olszewski P., 2005, Modeling walking accessibility to public transport terminals: case study of Singapore mass rapid transit, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 147-156.
- Wiśniewski S., 2014, Spójność sieci transportowych województwa łódzkiego w świetle analiz grafowych, *Transport Miejski i Regionalny* nr 9; Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej, Kraków, 23-29.
- Wiśniewski S., 2016, *Funkcjonowanie nocnego transportu zbiorowego w Łodzi*, *Przegląd Komunikacyjny* (red. A. Szydło); Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa, w druku.
- Witryna internetowa Miejskiego Przedsiębiorstwa Komunikacyjnego w Łodzi, [www.mpk.lodz.pl/rozklady/linie.jsp](http://www.mpk.lodz.pl/rozklady/linie.jsp).
- Yigitcanlar T., Sipe N., Evans R., Pitot M., 2007, A GIS based land use and public transport accessibility indexing model, *Australian Planner*, 44(3), 30-37.
- Zeng W., Chang X., Lv J., 2010, Design of Data Model for Urban Transport GIS, *Journal of Geographic Information System*, 2, 106-112.
- Zych M., Baran J., 2012, Porównanie organizacji komunikacji miejskiej w wybranych miastach świata i Polski, *Logistyka*, 6, 637-645.