

Szymon Wiśniewski

Wydział Nauk Geograficznych, Uniwersytet Łódzki

e-mail: Szymon.Wisniewski@geo.uni.lodz.pl

TEORETYCZNA I RZECZYWISTA WEWNĘTRZNA DOSTĘPNOŚĆ TRANSPORTOWA ŁÓDZI

The theoretical and real internal transport accessibility of Łódź

Słowa kluczowe: dostępność czasowa, teoretyczny czas przejazdu, rzeczywisty czas przejazdu, Łódź

Key words: time accessibility, potential accessibility, theoretical transit time, real transit time, Łódź

WPROWADZENIE

Przesłanką dla realizacji prezentowanego badania jest przeanalizowanie różnic czasowej dostępności transportowej w ujęciu transportu samochodowego wynikających z oparcia obliczeń na dwóch źródłach danych odnoszących się do czasów przejazdów dla tej samej macierzy punktów (źródłowych i docelowych). Pierwsze z nich to obliczenia własne, których kluczowym założeniem jest przyjęcie, że pojazdy samochodowe poruszają się po sieci dróg z maksymalnymi dopuszczalnymi prędkościami przy wyłączeniu wszelkich innych zmiennych (jak np.: kongestia, warunki atmosferyczne czy cechy osobowe prowadzącego samochód). Szczegółowy opis pomiarów umieszczono w części pracy poświęconej metodologii zastosowanej w artykule. Drugim źródłem danych jest usługa *Distance Matrix Responses* świadczona przez Google Maps APIs. Dzięki niej możliwe jest pozyskanie danych na temat rzeczywistego czasu przejazdu pomiędzy dwoma dowolnymi punktami na Ziemi, do których możliwe jest dotarcie wybranym wcześniej środkiem transportu, tzn. jeśli łączy je stosowna sieć transportowa. Algorytm funkcjonowania aplikacji również wyjaśniony zostanie w kolejnej części pracy.

Pozyskanie danych z obu źródeł dla tej samej macierzy punktów umożliwia prowadzenie analiz porównawczych na płaszczyźnie czasu przejazdu oraz jego uśrednionej prędkości.

Obszarem, na bazie którego przeprowadzono badanie jest miasto Łódź, a włączone do analizy dane są aktualne na wrzesień 2016 r.

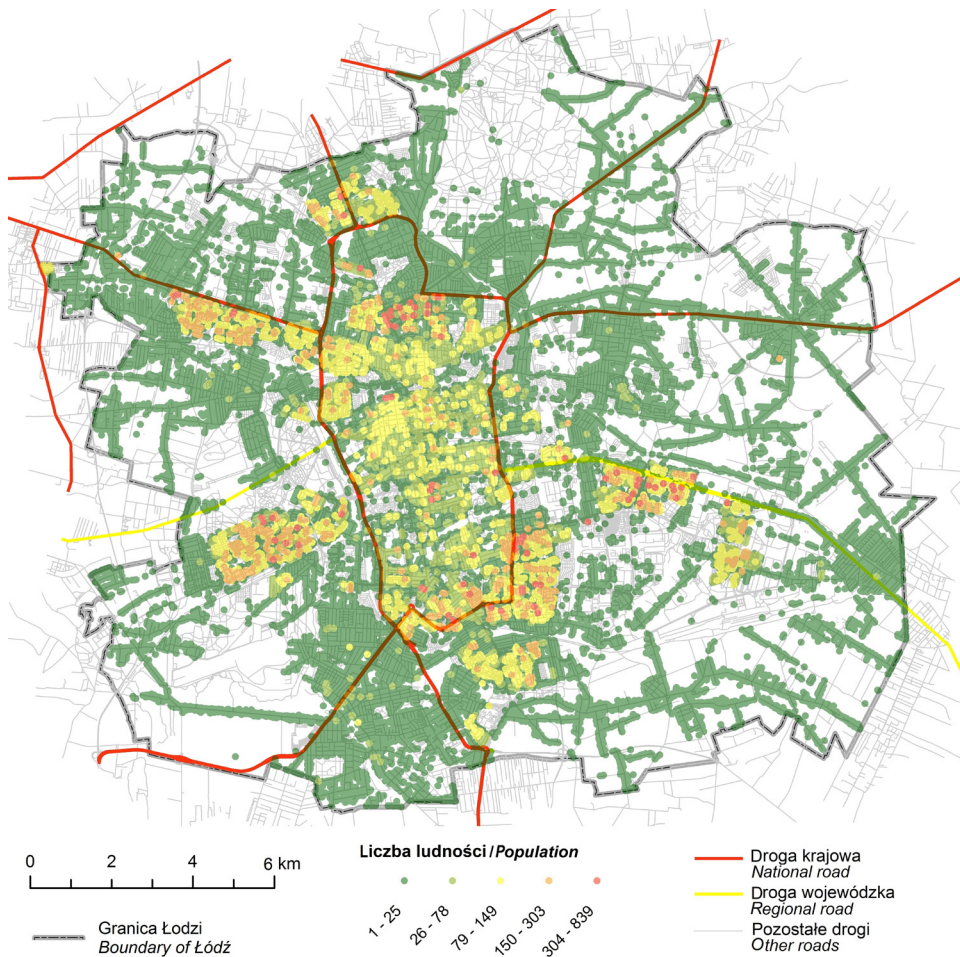
Artykuł przyjmuje dwa cele – o charakterze metodologicznym i poznawczym. Pierwszy z nich to ocena przydatności prezentowanych danych do badań w zakresie geografii transportu a szczególnie tych poświęconych dostępności. Drugi z celów koncentruje się na zbadaniu zróżnicowania (w tym przestrzennego) różnic czasów przejazdów wynikających z przyjęcia wariantu teoretycznego i rzeczywistego.

Duże zainteresowanie badaczy zagadnieniem dostępności transportowej znajduje swoje odzwierciedlenie w licznych krajowych jak i zagranicznych publikacjach (Hansen 1959, Geurs, Van Eck 2001, Spiekermann, Neubauer 2002, Guzik 2003, Komornicki i in. 2010, Gutiérrez 2011, Rosik 2009, 2012, Stępnia, Rosik 2013, Koźlak 2012, Wiśniewski 2015). Biorąc pod uwagę przedmiot prowadzonego badania, wspomnieć należy ponadto o analizach opartych o modele ruchu. Teoria odnosząca się do modelowania prędkości jest obecnie dobrze rozwinięta, czego dowodem są m.in. publikacje: T. Dybicza (2001, 2008, 2009), P. Rosika (2012), A. Bujaka i in. (2014), P. Rosika i S. Goliszka (2015), T. Komornickiego i M. Stępnia (2015). Prowadzone są również badania wykorzystujące dane o ruchu pojazdów przekazywane w czasie rzeczywistym, lecz związanych z nimi publikacji jest znacząco mniej. Wskazać należy jednak m.in. publikacje autorstwa G. Rose (2006), H. Bar-Gera (2007), R.A. Backer i in. (2010), F. Calabrese i in. (2010), H. Gao i F. Liu (2013), M.S. Iqbal i in. (2014) czy B. Bartosiewicz i S. Wiśniewskiego (2015).

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE I METODY BADAWCZE

Dla zrealizowania przyjętych założeń badawczych konieczne było zgromadzenie danych odnoszących się do sieci drogowej Łodzi oraz rozmieszczenia jej potencjału demograficznego (ryc. 1). Informacje o przebiegu i dopuszczalnych prędkościach poruszania się na poszczególnych odcinkach sieci drogowej, na potrzeby obliczeń teoretycznego czasu przejazdu pozyskano z zasobów Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA), Zarządu Dróg Wojewódzkich (ZDW) w Łodzi oraz z baz danych OpenStreetMap (OSM). OSM jest projektem społecznościowym, który pozwala na użytkowanie danych oraz ich edytowanie na zasadzie licencji (Haklay 2010).

Dla porównania teoretycznych i rzeczywistych czasów przejazdów konieczne było w pierwszej kolejności zbudowanie macierzy źródeł i celów przejazdu. Jedną i drugą grupę stanowiły wygenerowane punkty, stanowiące wierzchołki kwadratów o boku 100 m budujących siatkę wpisaną w granicę Łodzi. Z całej zbiorowości punktów wyłączono jedynie te, do których dojazd był niemożliwy ze względu na brak sieci drogowej (np. punkty położone na terenie zbiornika). Otrzymano tym samym macierz 21 347 na 21 347. W związku z zastosowaniem interpolacji (ważone wartości odległości) dla określenia rozkładu przestrzennego badanych zmiennych (czas przejazdu, prędkość), prezentowane w dalszej części artykułu mapy, wskazu-



Ryc. 1. Rozmieszczenie mieszkańców Łodzi na tle sieci drogowej miasta; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Distribution of inhabitants of the city on the background of the road network; source: own elaboration

ją wyinterpolowane wartości również dla obszarów, dla których nie wygenerowano punktu pomiarowego.

Określenie teoretycznych czasów przejazdu przyjęło następującą formułę. Pierwszym krokiem była budowa sieci transportowej, na podstawie której obliczane były w dalszej kolejności czasy przejazdu. Na tym etapie każdemu segmentowi sieci drogowej, w zależności od tego, jakiego typu drogę reprezentuje, przypisywano maksymalną dopuszczalną prędkość podróżowania po nim. To z kolei pozwoliło na obliczenie czasu przebycia segmentu, a finalnie wybór najkrótszej ścieżki przejazdu pomiędzy przyjętymi punktami, zgodnie z algorytmem Dijkstry (Cichociński, Dębińska 2012).

Szerszego komentarza wymaga pozyskiwanie danych o rzeczywistych czasach przejazdu. W pierwszej kolejności uzasadnienia wymaga samo użycie określenia „rzeczywisty”. Zgodnie z instrukcją przedstawioną przez dostawcę usługi, czas przejazdu pomiędzy dowolną parą punktów jest określany jako wieloletni (baza danych obejmuje informacje od 1 stycznia 1970 r. dla wybranych obszarów Ziemi) średni czas przejazdu pojazdów pomiędzy tymi punktami. Oczywiście należy domniemywać, że wskazany zakres czasowy prowadzonych pomiarów nie odnosi się do obszaru Polski a tym bardziej Łodzi. Jest to zapewne zestaw danych dla wybranych obszarów Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, a Europa, szczególnie jej centralna i wschodnia część, monitorowana jest przez znacznie krótszy czas. Dostawca danych nie precyzuje w żaden sposób z jakiej liczby pomiarów i z jakiego okresu uśrednia wyniki. Należy w tym miejscu wskazać w jaki sposób Google pozyskuje dane o ścieżkach przejazdów. Aktualnie pobierane dane pochodzą z czujników rozmieszczonych na drogach, informacji od korporacji taksówkarskich, serwisów rządowych, prywatnych dystrybutorów baz danych oraz anonimowo przez użytkowników mobilnej wersji Google Maps dla systemów Android, IOS, Symbian, Windows Phone i innych, które to udostępniają dane o swojej lokalizacji. Usługodawca gromadzi dane na temat ścieżek przemieszczania się urządzeń i na podstawie ich uśredniania jest w stanie określić jak długo trwa średnio podróż pomiędzy danymi punktami w rzeczywistych warunkach w jakich odbywa się ruch pojazdów.

Algorytm określania czasu przejazdu stosowany przez usługodawcę działa następująco. W pierwszej kolejności, dzięki „śledzeniu” przemieszczania się pojazdów po sieci drogowej (przy wykorzystaniu wskazanych wcześniej źródeł i technologii) usługodawca posiada bazę danych o wszelkich odnotowanych przemieszczeniach pojazdów. Dysponuje informacją o ścieżce przemieszczania się danego pojazdu/sygnалу wraz z atrybutem czasu. To pozwala na określenie czasu przejazdu poszczególnych segmentów sieci transportowej jak również średniej prędkości na danym odcinku. Tym samym usługodawca dysponuje bazą danych, w której każdy segment sieci opatrzony jest ciągle aktualizowaną uśrednioną wartością czasu przejazdu. Po wskazaniu przez użytkownika punktu startowego i końcowego przemieszczenia, algorytm wyszukuje najkrótszą (np. w ujęciu czasowym) ścieżkę przejazdu, biorąc pod uwagę wartości średniego czasu przejazdu każdego z segmentów, po którym odbywać będzie się przemieszczenie. Parametry aplikacji to m.in.: punkty startowe i końcowe (możliwe jest wprowadzenie jednego lub większej liczby lokalizacji w postaci współrzędnych geograficznych), tryb przemieszczania (środek transportu), wykluczenia (wyłączenia przemieszczeń infrastrukturą o określonych parametrach) czy model ruchu (przyjmujący wieloletni średni czas przejazdu, najdłuższy lub najkrótszy zaobserwowany w tym okresie czas przejazdu).

Pewną niedogodnością przy wykorzystywaniu danych o rzeczywistych czasach przejazdów są ograniczenia licencyjne liczby badanych relacji. Ich liczba jest nieograniczona jedynie w przypadku wniesienia odpowiedniej opłaty. W związ-

ku z tym problematyczna wydaje się sytuacja, w której na potrzeby badania liczba pozyskiwanych danych znacząco przekracza liczbę „darmowych” rekordów, a nie przewidziano funduszy na ich zakup w jednej transzy. Potrzebne dane można oczywiście pozyskiwać przez dłuższy okres, bowiem co 24 godziny odnawia się osiągalny bez opłat limit. Jednak przez każde 24 godziny serwery przyjmują liczne dane, które wpływają w pewien sposób na finalną wartość średnią czasu przejazdu na danym odcinku. Tym samym każdego dnia poboru danych prezentują one nieco inną sytuację. Różnice te, dla poszczególnych relacji są oczywiście znikome. Jednak jeśli badanie przyjmuje format relacji topologicznych a rozpatrywana jest bardzo duża grupa punktów startowych i końcowych, to różnice te mogą zapewne wpływać na końcowe wyniki.

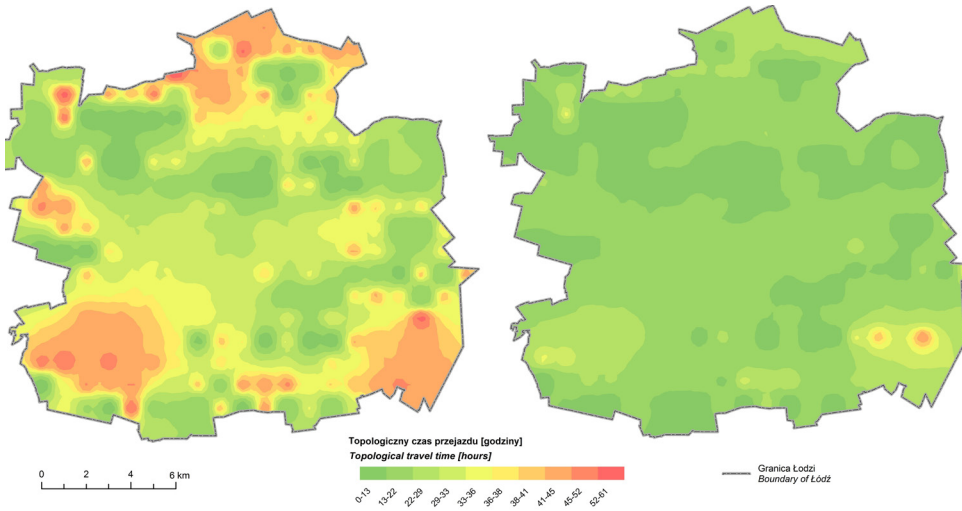
Utworzenie i zestawienie ze sobą macierzy z teoretycznymi i rzeczywistymi czasami przejazdów pomiędzy wszystkimi punktami w Łodzi umożliwiło analizy porównawcze, jak również w obrębie poszczególnych baz danych. Bazując na tak przygotowanym materiale badawczym przeanalizowano w ujęciach bilateralnych jak i topologicznych czasy przejazdów, ich średnią prędkość a po uwzględnieniu informacji o rozmieszczeniu mieszkańców miasta sięgnięto również do metody izochronowej.

DOŚPIĘCZNOŚĆ CZASOWA

Zestawienie teoretycznych i rzeczywistych czasów przejazdów w ujęciu topologicznym (skumulowana wartość czasów przejazdu pomiędzy danym punktem pomiarowym a pozostałymi 21 346) pomiędzy punktami testowymi w Łodzi pozwala na generalne stwierdzenie, że przemieszczanie się po mieście trwa średnio dłużej, niż wynikałoby to z jazdy zgodnie z przepisami ruchu drogowego (ryc. 2). Zakładając, że kierujący pojazdami przestrzegają jego zapisów, inny wniosek wydawałby się wręcz niemożliwy.

Wzrost topologicznego czasu przejazdu (niezależnie czy teoretycznego czy rzeczywistego) wraz z oddalaniem się od geometrycznego centrum Łodzi wynika oczywiście z faktu, iż dostępność czasowa była analizowana wyłącznie wewnątrz miasta – jego granica administracyjna stanowiła barierę dla przemieszczeń. Gdyby badaniu miała podlegać dostępność transportowa przestrzeni miasta w ogóle, wprowadzanie tego rodzaju bariery uznać należałoby za błąd. W niniejszym badaniu jednak kluczowe jest wystąpienie różnic w czasach przejazdów i ich rozmieszczenie w granicach gminy.

Analiza zróżnicowania przestrzennego teoretycznego topologicznego czasu przejazdu pozwala zauważyć znaczącą rolę wewnętrznej obwodnicy Łodzi w kształtowaniu dostępności transportowej przestrzeni miasta. Obszary wyraźnie podwyższonego topologicznego czasu przejazdu uwidaczniają się również na zewnątrz przebiegu linii kolei obwodowej. Wszystkie przejazdy pomiędzy centralną częścią miasta a obszarami położonymi na zewnątrz obszaru ograniczonego przez



Ryc. 2. Interpolowane zróżnicowanie przestrzenne rzeczywistego (lewa mapa) oraz teoretycznego (prawa mapa) topologicznego czasu przejazdu pomiędzy punktami pomiarowymi w Łodzi; źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Interpolated spatial differentiation of real (left map) and theoretical (right map) topological travel time between the measuring points in Łódź; source: own elaboration

linię kolejową muszą odbywać się przez ograniczoną liczbę przejazdów kolejowych. Choć w przestrzeni miejskiej, odległości pomiędzy nimi nie są bardzo duże, to jednak w znacznej części przepływów zmuszają do znacznego „nadłożenia” drogi w stosunku do ścieżki przejazdu możliwej do uzyskania przy wyłączeniu bariery liniowej, jaką jest kolej. Przebieg izolinii jednakowego czasu przejazdu opartych o dane o rzeczywistych przemieszczeniach w znaczny sposób uwydatnia te występujące w przestrzeni miasta prawidłowości.

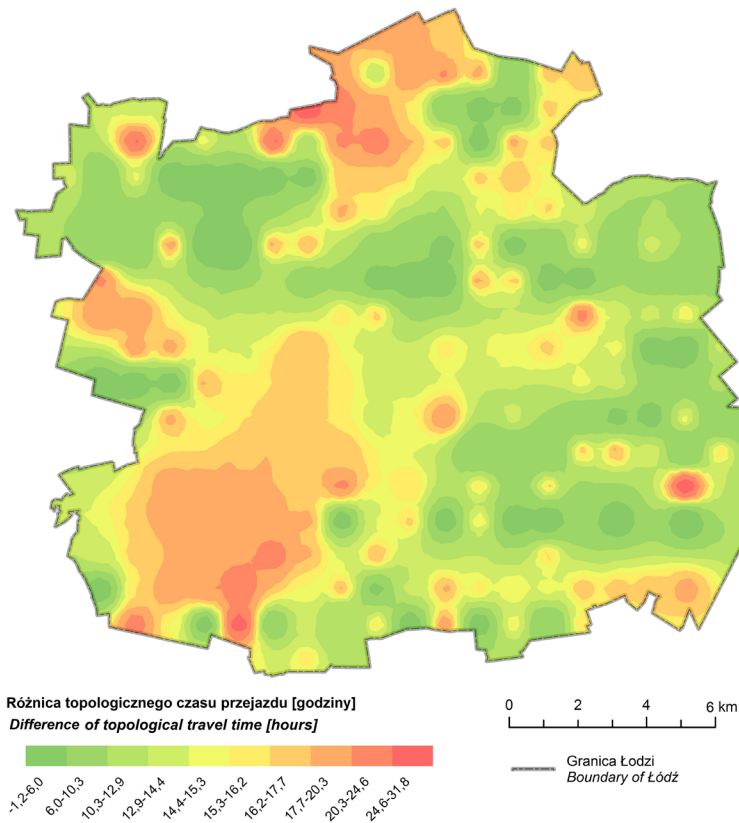
Tę wyraźną różnicę interpretować można dwojako. Po pierwsze wnioskować można o występowaniu czynników zaburzających płynne i szybkie przemieszczanie się miejską siecią dróg. Za przykłady podać można kongestię, oczekiwanie związane ze zmianą cyklu sygnalizacji świetlnej czy np. zatrzymania związane z parkowaniem lub wjazdem lub wyjazdem z posesji.

Drugie wytłumaczenie natomiast związane jest z samymi danymi o czasie przejazdu. Dostawca przedstawia uśrednione wyniki z wielolecia, a znaczna część sieci dróg o najwyższych parametrach (np. trasa WZ, czy wschodnia autostradowa obwodnica miasta) powstawała na terenie Łodzi w przeciągu ostatnich kilkunastu miesięcy. Rzeczywiste, krótsze czasy przejazdów będące wynikiem implementacji tejże infrastruktury stanowią jeszcze na tyle niewielki odsetek wszystkich pomiarów, że ich wpływ na średni wynik jest ograniczony.

Interesująco w związku z tym prezentuje się również zróżnicowanie przestrzenne różnic topologicznego czasu przejazdu w ujęciu teoretycznym i rzeczywistym

(ryc. 3). Uwidaczniają się tutaj straty czasu w przypadku podróży rozpoczynających się z obszaru przebiegającego z południowego zachodu na północny wschód miasta. Szczególnie problematyczna w tym ujęciu wydają się dostępność jednostek osiedlowych położonych w części południowo zachodniej (Osiedle Nad Nerem), zachodniej (część Złotna), południowo wschodniej (Wiskitno) oraz północnej (Radogoszcz, Łagiewniki) Łodzi.

Nałożenie przebiegu izolinii jednakowej różnicy czasu na rozmieszczenie mieszkańców Łodzi pozwoliło na określenie, jaki udział społeczeństwa miasta objęty jest poszczególnymi przyspieszeniami lub opóźnieniami względem teoretycznych czasów przejazdu (tab. 1).



Ryc. 3. Interpolowane zróżnicowanie przestrzenne różnicy pomiędzy rzeczywistym i teoretycznym topologicznym czasem przejazdu pomiędzy punktami pomiarowymi w Łodzi; źródło: opracowanie własne

Fig. 3. Interpolated spatial differentiation of the difference between the actual and theoretical topological travel time between the measuring points in Łódź; source: own elaboration

Tabela 1. Liczba mieszkańców Łodzi w poszczególnych izoliniach różnicy topologicznego czasu przejazdu

Table 1. The number of inhabitants of Łódź in particular areas of difference topological travel time

Różnica topologicznego czasu przejazdu [godz.] <i>Difference of topological travel time [h.]</i>	Liczba mieszkańców <i>The number of residents</i>	Udział [%] <i>Participation [%]</i>
-1,2-6,0	25 124	3,81
6,0-10,3	103 202	15,67
10,3-12,9	125 366	19,04
12,9-14,4	114 060	17,32
14,4-15,3	88 930	13,50
15,3-16,2	79 834	12,12
16,2-17,7	92 716	14,08
17,7-20,3	23 898	3,63
20,3-24,6	5 371	0,82
24,6-31,8	72	0,01
suma	658 573	100

Źródło: opracowanie własne/ Source: own elaboration

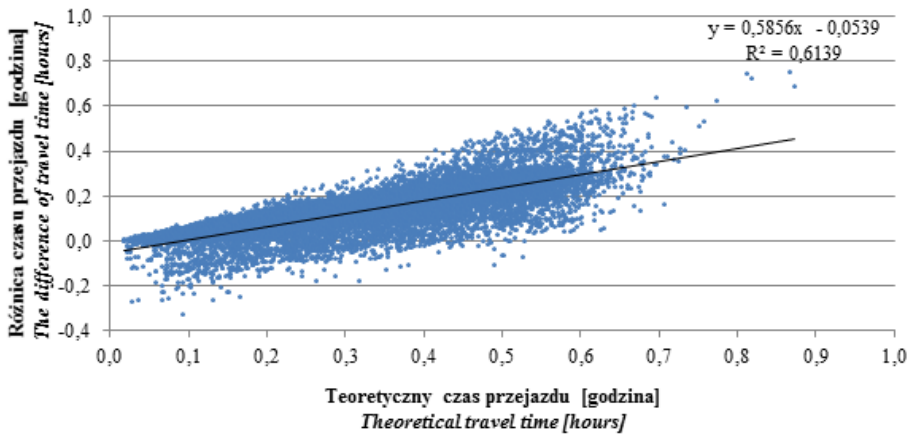
Powyższe zestawienie wskazuje, że wyłączone niespełna 2% mieszkańców miasta (a z ryciny 3 wiadomo, że są to obszary znacznie rozproszone), poruszając się po jego sieci drogowej dociera do celu nieco szybciej niż jest to wskazane przez przepisy ruchu drogowego. Pozostali mieszkańcy Łodzi realizują swoje podróże wewnątrzmiastowe dłużej niż umożliwiają im to warunki infrastrukturalne.

Przyglądając się teoretycznym i rzeczywistym czasom przejazdu w ujęciu poszczególnych relacji (ryc. 4), należy generalnie stwierdzić, że im dłuższa podróż tym straty czasu w stosunku do teoretycznych możliwości są coraz większe. Jednocześnie należy podkreślić dużą zmienność tej zależności, bowiem funkcja liniowa charakteryzująca się najwyższym współczynnikiem determinacji, wyjaśnia ją zaledwie w około 60%.

Mając na uwadze powyższe, można stwierdzić, że podróż samochodem osobowym po łódzkiej sieci dróg, która zgodnie z przepisami powinna trwać pół godziny, w rzeczywistości trwać będzie prawie 45 minut.

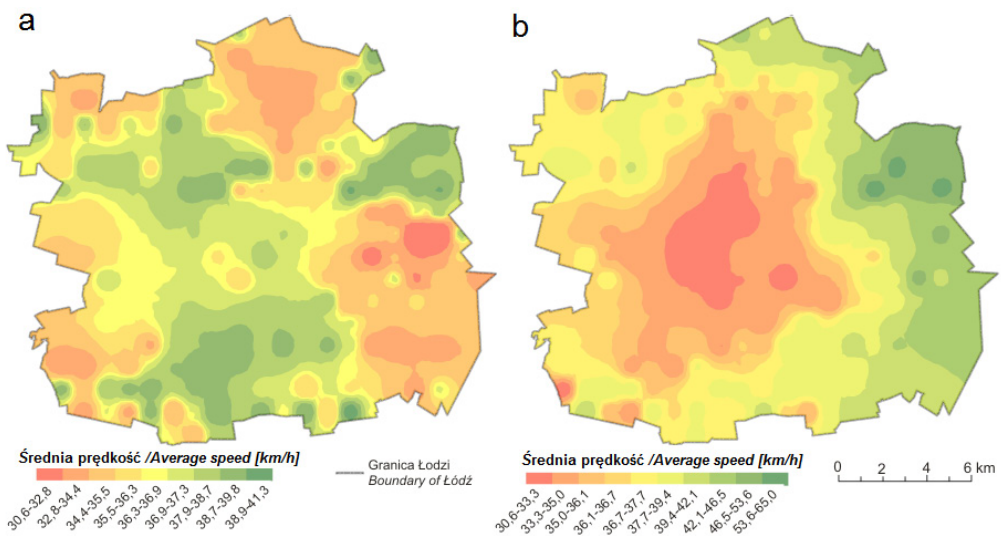
PRĘDKOŚĆ PRZEJAZDU

Uzyskane dane o teoretycznych i rzeczywistych czasach przejazdu pozwoliły jednocześnie na analizę rozbieżności pomiędzy średnimi prędkościami poruszania się w obu wariantach badania (ryc. 5). Należy podkreślić, że prezentowane ryciny



Ryc. 4. Zależność pomiędzy długością teoretycznego czasu przejazdu a jego różnicą w stosunku do czasu rzeczywistego dla punktów pomiarowych w Łodzi; źródło: opracowanie własne

Fig. 4. The relationship between the length of the theoretical travel time and its difference with the real-time for data points in Łódź; source: own elaboration



Ryc. 5. Interpolowane zróżnicowanie przestrzenne rzeczywistej (lewa mapa) i teoretycznej (prawa mapa) średniej prędkości przejazdu z danego punktu pomiarowego do 21 346 pozostałych punktów w Łodzi; źródło: opracowanie własne

Fig 5. Interpolated spatial differentiation of real (left map) and theoretical (right map) average speed of travel of the measuring point to 21 346 other points in Łódź; source: own elaboration

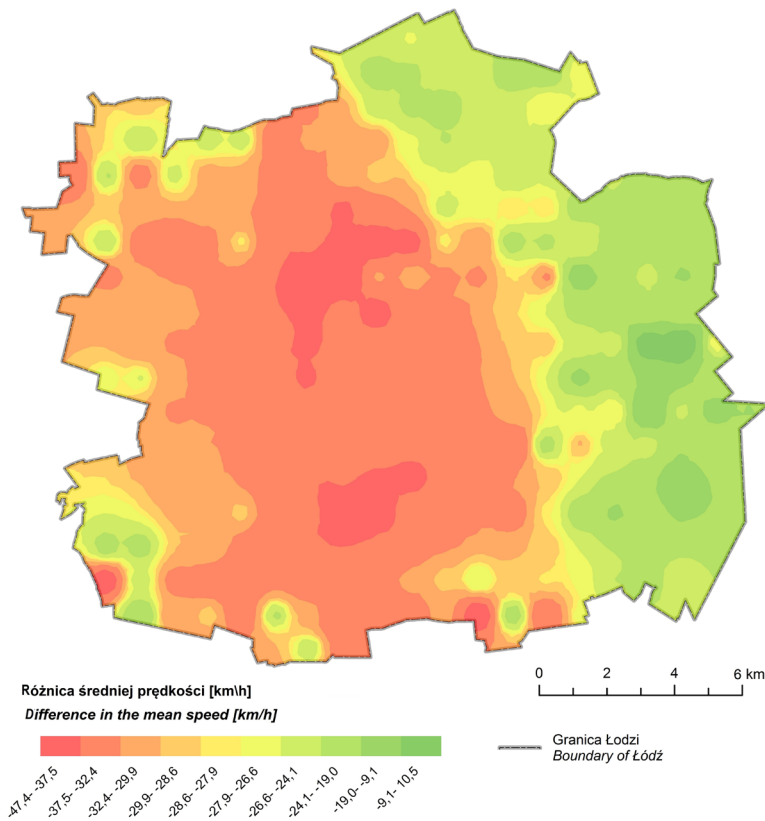
nie wskazują z jaką średnią prędkością poruszają się pojazdy w danym obszarze miasta, lecz z jaką średnią prędkością porusza się pojazd, który rozpoczyna przejazd w danym obszarze miasta i przemieszcza się do wszystkich pozostałych 21 346 punktów pomiarowych.

Ta cecha wewnątrzmijskich przemieszczeń również charakteryzuje się wyraźnym zróżnicowaniem przestrzennym. Jako wartość średnia ze wszystkich przeanalizowanych relacji nie jest zależna od rozmieszczenia punktów pomiarowych względem geograficznego centrum miasta.

Zestawienie wyników (ryc. 6) ujawnia wyraźne, że występują stosunkowo niewielkie obszary koncentracji miejsc, z których podróż po Łodzi przebiega średnio o około 10 km/h szybciej niż pozwalają na to przepisy. Są to wschodnie krańce miasta (okolice Mileszek i Andrzejowa) oraz jego niewielki obszar na północnym wschodzie (Osiedla Wzniesień Łódzkich). W przypadku dwóch pierwszych obszarów wynika to w dużej mierze z położenia przy równoleżnikowej osi drogowej miasta – ul. Rokicińska oraz al. Piłsudskiego (ryc. 1), która pozwala na sprawne przemieszczanie się w kierunku centrum miasta i w jego zachodnie części. Z drugiej strony obszary te posiadają również efektywne połączenia z peryferyjnymi częściami Łodzi na wschodzie i zachodnie. W przypadku wystąpienia kongestii na drogach prowadzących w kierunku centrum Łodzi, przemieszczenia ze wschodnich krańców miasta (obszar Mileszek i Andrzejowa) mogą odbywać się z ich pominięciem. Z drugiej zaś strony, wyspowo występują również obszary, z których przejazdy są średnio ponad 40 km/h wolniejsze od dozwolonych prawem. Są to jednostki osiedlowe: Górniak, Katedralna oraz Bałuty–Doły, zlokalizowane w centralnej części miasta. W przypadku dwóch pierwszych jednostek, obniżenie średniej prędkości jest wynikiem przede wszystkim kongestii. Jest ona potęgowana kształtowaniem sieci drogowej, która sprzyjać ma korzystaniu przez mieszkańców miasta z transportu zbiorowego (np. buspasy, strefy wydzielone dla ruchu tramwajowego). O ile przepisy ruchu drogowego pozwalają na poruszanie się w obrębie analizowanych obszarów z prędkościami w zakresie 30–50 km/h to intensywność ruchu pojazdów i liczne „przeszkody” powodują znaczne spowolnienia.

WNIOSKI

Poprzez przeprowadzone postępowanie badawcze zrealizowano przyjęte na wstępie cele artykułu. W odniesieniu do celu metodologicznego, należy uznać dane pozyskane z serwerów Google za wysoce przydatne dla realizacji badań z zakresu geografii transportu, w tym analiz dostępności czasowej. Nie można jednak podchodzić do prezentowanych przez nie prawidłowości bezkrytycznie i wykorzystywać do dowolnych analiz. Ich bardzo cenną cechą a jednocześnie niewątpliwą wadą jest uśrednianie wyników. Dane o średnich czasach przejazdów pomiędzy dowolnymi punktami na Ziemi, zbierane przez wiele lat to bogaty materiał badawczy, który pozbawiony jest zniekształceń wyników związanych z nietypowy-



Ryc. 6. Interpolowane zróżnicowanie przestrzenne różnicy pomiędzy rzeczywistą i teoretyczną średnią prędkością przejazdu z danego punktu pomiarowego do 21 346 pozostałych punktów w Łodzi; źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Interpolated spatial differentiation of the difference between the actual and theoretical average speed of travel of the measuring point to 21 346 other points in Łódź; source: own elaboration

mi sytuacjami na drodze. Uśrednienie wyników „spłaszcza” wszelkie wyjątkowo długie lub krótkie przejazdy na danym odcinku sieci drogowej. Nieznaczny jest tym samym wpływ zdarzeń losowych, sezonowości czy zmian w ruchu pojazdów związanych np. z różnego rodzaju świętami. Tym samym dane te idealnie nadają się do badań zachowań transportowych, które nakierowane są na wychwycenie generalnych cech przemieszczeń na danym obszarze. Jednocześnie nie mają absolutnie zastosowania do analiz dynamicznych zjawisk. Nie oddadzą np. zmiany czasu przejazdu wynikającej z włączenia do ruchu nowego odcinka autostrady czy drogi ekspresowej lub zamknięcia ulicy w mieście na czas remontu nawierzchni. Owszem, usługodawca odnotuje odpowiednio krótsze lub dłuższe czasy przejazd-

du. Jednak uśrednienie wyników z wielolecia spowoduje, że zmiany te staną się niedostrzegalne. Uwidocznia się dopiero po znacznym czasie, kiedy liczba nowych pomiarów czasu przejazdu stanowić będzie odpowiedni udział całego zbioru pomiarów.

W odniesieniu do celu poznawczego artykułu, należy wskazać, że zróżnicowanie (w tym również przestrzenne) różnic czasów przejazdów wynikających z przyjęcia wariantu teoretycznego i rzeczywistego dla relacji pomiędzy punktami pomiarowymi w Łodzi jest znaczące. Postawiony cel przyjmuje formę uniwersalną, natomiast badanie przeprowadzono na stosunkowo niewielkim obszarze. Wykonano je jednak dla dość dużej, ponad 200 milionowej grupy relacji. Oczywiście uzasadnione wydaje się przeprowadzenie podobnych badań dla innych zakresów przestrzennych (np. region, kraj) oraz obszarów o innej charakterystyce sieci osadniczej czy układzie sieci drogowej. Nie mniej jednak, w ramach zrealizowanego badania, znalazły się relacje o różnej długości trwania przejazdu, prowadzące przez bardzo zróżnicowany pod względem zagospodarowania obszar oraz przebiegające przez bardzo zróżnicowaną pod względem parametrów i stanu technicznego sieć drogową miasta. Można więc przyjąć, że uzyskane wyniki nie będą charakterystyczne tylko i wyłącznie dla Łodzi lecz prezentują prawidłowości, które mogą wystąpić w przypadku badań prowadzonych na innych obszarach, pomiędzy innymi punktami referencyjnymi. Uzasadnione wydaje się również, że w dalszych badaniach można by posłużyć się konkretnymi punktami w obrębie miasta (ważne obiekty, skrzyżowania, punkty na granicach miasta, lub między takimi punktami – jako uzupełnienie) – to pozwoliłoby na pełniejsze uchwycenie różnic między obiema metodami. Bardziej przemawiające może być porównanie czasów dojazdu między dwoma znanymi punktami niż dość abstrakcyjnym zbiorem punktów.

Literatura

- Bar-Gera H., 2007, Evaluation of a cellular phone-based system for measurements of traffic speeds and travel times: a case study from Israel, *Transportation Research Part C*, 15, 380–391.
- Bartosiewicz B., Wiśniewski S., 2015, The use of modern information technology in research on transport accessibility, [w:] A. Śładkowski (red.) *Transport Problems* 10, z. 3, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 87-98.
- Becker R.A., Caceres R., Hanson K., Loh J.M., Urbanek S., Varshavsky A., Volinsky C., 2011, Route classification using cellular handoff patterns, *Ubicomp*, 11, 17-21.
- Bujak A., Kobyłt A., Topolska K., Topolski M., 2014, Inteligentne rozwiązanie sterowania ruchem drogowym w logistyce miasta, *Logistyka* 5, 1755-1759.
- Calabrese F., Colonna M., Lovisolo P., Parata D., Ratti C., 2010, Real-time urban monitoring using cell phones: a case study in Rome, *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 12(1), 141-151.
- Cichociński P., Dębińska E., 2012, Badanie dostępności komunikacyjnej wybranej lokalizacji z wykorzystaniem funkcji analiz sieciowych, *Roczniki Geomatyki-Annals of Geomatics* 10, 4(54).

- Dybiczy T., 2001, Modelowanie ruchu generowanego przez centra usługowo-handlowe, XLVII Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZTIB, 4, 15-22.
- Dybiczy T., 2008, Zwiększenie wiarygodności modelowania ruchu w skali makro poprzez zastosowanie mikrosymulacji ruchu, Problemy naukowo-badawcze budownictwa, *Zagadnienia materiałowo-technologiczne infrastruktury i budownictwa* 5, 157-163.
- Dybiczy T., 2009, Modelowanie i symulacje ruchu, rys historyczny i aktualnie stosowane oprogramowanie, *Zeszyty naukowo-techniczne SITK RP*, oddział w Krakowie, 148.
- Gao H., Liu F., 2013, Estimating freeway traffic measures from mobile phone location data, *European journal of operational research* 229, 252–260.
- Geurs, K.T., Van Eck, J.R.R., 2001, *Accessibility measures: review and applications*, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Gutiérrez, J., Condeço-Melhorado, A., López, E., Monzón, A., 2011, Evaluating the European added value of TEN-T projects: a methodological proposal based on spatial spillovers, accessibility and GIS, *J. Transp. Geogr.* 19, pp. 840–850. doi:10.1016/j.jtrangeo.2010.10.011.
- Guzik R., 2003, *Przestrzenna dostępność szkolnictwa ponadpodstawowego w województwie małopolskim*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Haklay M., 2010, How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets, *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 37, 682-703.
- Hansen W.G., 1959, How accessibility shapes land-use, *Journal of the American Institute of Planners*, vol. 25, no. 2, 73-76.
- Iqbal M.S., Choudhury C.F., Wang, P. González M.C., 2014, Development of origin–destination matrices using mobile phone call data, *Transportation Research Part C*, 40, 63-74.
- Komornicki T., Śleszyński P., Rosik P., Pomianowski W., 2010, Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej, *Biuletyn KPZK PAN* 241, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa.
- Komornicki T., Stępiak M., 2015, New investment projects in the road corridors and the improvement of the potential accessibility in Poland, *Europa XXI* 28, 33-52.
- Koźlak A., 2012, Dostępność transportowa a mobilność przestrzenna na rynku pracy w województwie pomorskim [w:] P. Rosik, R. Wiśniewski (red.), *Dostępność i mobilność w przestrzeni*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa, 119-128.
- Rose G., 2007, Mobile phones as traffic probes: practices, prospects and issues, *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal* 26 (3), 275-291.
- Rosik P., 2009, Potencjał własny oraz szacowanie parametrów modelu dostępności wewnętrznej na przykładzie Warszawy, *Czasopismo Geograficzne* 80, z. 1–2, 78–95.
- Rosik P., 2012, Dostępność lądowa przestrzeni polski w wymiarze europejskim, *Prace Geograficzne* 233, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- Rosik P., Goliszek S., 2015, Impact of selected road investments on traffic safety, *Europa XXI* 28, 71-90.

- Spiekermann K., Neubauer J., 2002, *European accessibility and peripherality: concepts, models and indicators*. Nordregio, Stockholm.
- Stępnia M., Rosik P., 2013, Accessibility improvement, territorial cohesion and spillovers: a multidimensional evaluation of two motorway sections in Poland, *Journal of Transport Geography* 31, 2, 154-163.
- Wiśniewski S., 2015, Zmiany dostępności miast województwa łódzkiego w transporcie indywidualnym w latach 2013-2015, *Przegląd Geograficzny* 87, 2, 321-341.

Summary

The article presents the results of studies on the comparison of intraurban transport accessibility of the city of Łódź in the light of the theoretical and real transit times of individual car transportation. Article adopts both methodological and cognitive objectives. The first one is the evaluation of the data usefulness in geography of transport and especially in studies focusing on transport accessibility. The second objective focuses on examining diversification (including spatial) of differences in transit times resulting from the adoption of the theoretical and real-time approaches. Data on the theoretical transit times are calculated based on assumption that the motor vehicles move along the street network with the maximum speed permitted by law, with the exclusion of all other variables. The second source of data (real-times) is a service Distance Matrix Responses provided by Google Maps APIs. By using isochronic method, it was found that the data collected from the Google servers are highly useful for research in the field of geography of transport, including analysis of transport accessibility. However, patterns revealed by the data can not be utilized uncritically and used for any analysis. With respect to the cognitive objective, it was found that the diversification (including spatial) of differences in transit times resulting from the adoption of theoretical and real-time approach in relationship to reference points in the city of Łódź is significant.