

## Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG

2018, 21(1), 54-64

DOI 10.4467/2543859XPKG.18.005.9185

Otrzymano (Received): 01.02.2018

Otrzymano poprawioną wersję (Received in revised form): 16.03.2018

Zaakceptowano (Accepted): 26.03.2018

Opublikowano (Published): 30.03.2018

## DOSTĘPNOŚĆ GMIN TRANSPORTEM AUTOBUSOWYM

### *Bus accessibility of polish gminas*

**Piotr Rosik (1), Wojciech Pomianowski (2), Arkadiusz Kołoś (3), Robert Guzik (4), Sławomir Goliszek (5), Marcin Sępniaak (6), Tomasz Komornicki (7)**

(1) Zakład Przestrzennego Zagospodarowania, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: rosik@twarda.pan.pl

(2) Zakład Przestrzennego Zagospodarowania, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: wpo@twarda.pan.pl

(3) Zakład Geografii Ludności, Osadnictwa i Rolnictwa, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 7, 30-387 Kraków  
e-mail: arkadiusz.kolos@uj.edu.pl

(4) Zakład Rozwoju Regionalnego, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej, Uniwersytet Jagielloński, Gronostajowa 7, 30-387 Kraków  
e-mail: robert.guzik@uj.edu.pl

(5) Zakład Przestrzennego Zagospodarowania, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: sgoliszek@twarda.pan.pl

(6) Zakład Geografii Miast i Ludności, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: stepniak@twarda.pan.pl

(7) Zakład Przestrzennego Zagospodarowania, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: t.komorn@twarda.pan.pl

### **Cytacja:**

Rosik P., Pomianowski W., Kołoś A., Guzik R., Goliszek S., Sępniaak M., Komornicki T., 2018, Dostępność gmin transportem autobusowym, *Prace Komisji Geografii Komunikacji Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 21(1), 54-64.

**Streszczenie:** Celem głównym artykułu jest diagnoza stanu dostępności transportem autobusowym gmin w Polsce obliczonej za pomocą modelu potencjału. Analiza została przeprowadzona z uwzględnieniem możliwości przesiadek. Możliwe stało się porównanie dostępności autobusowej z dostępnością transportem indywidualnym zarówno dla krótkich, jak i długich podróży, co pozwoliło na rozpoznanie obszarów (gmin), gdzie jest szczególnie niekorzystna sytuacja w zakresie dostępności transportem autobusowym w porównaniu do transportu indywidualnego. W relacji do transportu indywidualnego „punkt ciężkości” dostępności w podróżach długich przesuwa się w kierunku Polski południowo-wschodniej. Bipolarny i heksagonalny układ wyższej dostępności widoczny w transporcie indywidualnym traci na znaczeniu na rzecz układu wyraźniej akcentującego rolę Lublina i Rzeszowa i wzajemnych powiązań ośrodków Polski centralnej i południowo-wschodniej.

**Słowa kluczowe:** dostępność potencjałowa, dostępność transportem autobusowym, sieć transportu autobusowego

**Abstract:** The main goal of the article is to diagnose the accessibility of municipalities by bus transport in Poland calculated using the potential model. The analysis was carried out taking into account the possibility of transfers. It has become possible to compare bus accessibility with the accessibility by individual transport for both short and long trips, which allowed to identify areas (municipalities), where there is a particularly unfavorable situation in terms of accessibility by bus in relation to individual transport. For bus transport the “center of gravity” of accessibility is shifting towards south-eastern Poland. Bipolar and hexagonal system of higher accessibility visible in individual transport is losing importance for a system that more clearly emphasizes the role of Lublin and Rzeszow and the interconnectedness of central and south-eastern Poland.

**Keywords:** potential accessibility, bus accessibility, bus network

## 1. Wstęp

Okres transformacji w zasadniczy sposób wpłynął na potrzeby przewozowe oraz ich realizację, czyli zachowania komunikacyjne. Pierwsze piętnaście lat XXI wieku w Polsce to okres przełomowy zarówno z punktu widzenia zmian w mobilności społeczeństwa, jak i pod względem realizowanych inwestycji infrastrukturalnych. Rozbudowa infrastruktury transportu jest jednym z czynników, które poprzez swój wpływ na zmiany czasowej i kosztowej przewagi konkurencyjnej oddziaływały na szybkość, kierunek oraz rozmieszczenie w przestrzeni przesunięć międzygałęziowych popytu (Rosik, Kowalczyk, 2015), a przede wszystkim na zmiany przestrzenne w zróżnicowaniu dostępności, zarówno tej mierzony w transporcie indywidualnym, jak i autobusowym.

Znaczna poprawa dostępności w Polsce nastąpiła przede wszystkim pod koniec okresu programowania lat 2007-2013. Zgodnie z filozofią wydatkowania środków unijnych w ramach tego okresu inwestycje infrastrukturalne w dużej mierze były realizowane do końca 2015 r. Tym samym koniec 2015 r. stał się pewnego rodzaju momentem przełomowym, w którym wypada podsumować dotychczasowe efekty rozbudowy infrastruktury, przede wszystkim drogowej, co przekłada się na wzrost dostępności w motoryzacji indywidualnej, jak i autobusowej. Potrzeba aktualności diagnozy wymogła również przyjęcie możliwie najnowszego stanu sieci oraz organizacji przewozów. Z powyższych względów w opracowaniu uwzględniono stan infrastruktury drogowej z końca 2015 r., rozkłady jazdy autobusów przekraczających granicę powiatu zebrane w latach 2014-2015 (pozwolenia wydane przez wszystkie 16 urzędów marszałkowskich) oraz rozkłady jazdy autobusów podmiejskich w 66 miastach na prawach powiatu zebrane w pierwszej połowie 2016 r. Ogrom prac związanych z gromadzeniem danych o charakterze sieciowym skutkowało pewnymi odstępami czasowymi między poszczególnymi typami danych. Jednak fakt, iż wszystkie dane są zebrane między drugą połową 2014 r., a pierwszą połową 2016 r. skutkuje zdaniem autorów możliwością porównywalności zarówno między sieciami, środkami transportu, jak i w kontekście czasu podróży. Badaniem dostępności autobusowej objęto cały kraj (macierz czasów i kosztów podróży jest zamknięta na granicach kraju; brak jest uwzględnienia przewozów i połączeń międzynarodowych). Podstawową jednostką badawczą była gmina, przy czym do celów analizy dostępności nastąpiła agregacja rejonów transportowych do liczby 2321 jednostek według kryteriów siedziby gminy (por. Rosik, 2012).

Celem głównym artykułu, mającym charakter poznawczy, jest diagnoza stanu dostępności transportem autobusowym gmin w Polsce obliczonej za pomocą modelu potencjału. Analiza została przeprowadzona z uwzględnieniem możliwości przesiadek. Możliwe stało się porównanie dostępności autobusowej z dostępnością transportem indywidualnym zarówno dla krótkich, jak i długich podróży, co pozwoliło na rozpoznanie obszarów (gmin), gdzie jest szczególnie niekorzystna sytuacja w zakresie dostępności transportem autobusowym w relacji do transportu indywidualnego.

Opracowanie jest efektem prac prowadzonych w ramach grantu naukowego sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki, przyznanych na podstawie decyzji DEC-2012/05/E/HS4/01798. Wykorzystano również sieć transportu indywidualnego rozwiniętą w ramach grantu naukowego sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji DEC-2012/05/B/HS4/04147.

## 2. Badania dostępności transportem publicznym w Polsce

W polskiej literaturze przedmiotu badania dostępności autobusowej (i szerzej dostępności transportem publicznym) były przez długi czas ograniczone do analizy dostępności na obszarze miast lub aglomeracji. Wcześniejszy dorobek badawczy pozwolił na równoczesny rozwój metodologii. Wśród podstaw, które to umożliwiły wymienić należy dawniejsze prace prowadzone w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN (m.in. Potrykowski, 1980; Taylor, 1999; Lijewski, 1986) oraz na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu (Chojnicki, 1966; Czyż, 2002; Ratajczak, 1999). Do miejsc, w których prowadzi się badania dostępności w transporcie publicznym w ostatnich latach należą:

- ośrodek poznański: w tym badania na poziomie miast i aglomeracji (Majewski, Beim, 2008; Beim, 2014; Bul, Kaczmarek, 2014; Gadziński, Beim, 2010; Gadziński, Radziński, 2016; Gadziński, 2010, 2012a, 2012b, 2013, 2015, 2016) oraz dla województwa wielkopolskiego dotyczące syntetycznej liczby połączeń drogowych i kolejowych dla miast regionu z wykorzystaniem modelu potencjału (Ratajczak, 1999),
- ośrodek krakowski: dostępność transportem publicznym uzdrowisk (Guzik, Kołoś, 2003), szkolnictwa (Guzik, 2003) oraz badania wewnątrzregionalne dostępności – dla województwa małopolskiego (Guzik i in., 2010), pomorskiego (Guzik, Kołoś, 2015) oraz miejskiego obszaru funkcjonalnego Olsztyna (Guzik i in., 2016),

- ośrodek łódzki: Bartosiewicz, Pielesiak (2012), Bartosiewicz, Wiśniewski (2016) oraz dla miast województwa łódzkiego (Wiśniewski, 2015),
  - inne ośrodki: Soczówka (2012), Rechłowicz, Soczówka (2012) – prace uwzględniające m.in. aspekt częstotliwości, tj. sumaryczną liczbę połączeń międzygminnych, czyli łączną liczbę kursów realizowanych do pozostałych gmin (średnia ważona dla wszystkich dni tygodnia, uwzględniająca kursy w pełnych granicach administracyjnych oraz tylko w relacjach „centrum” – „centrum” (liczba kursów)).
  - Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie posiadający długą historię analiz dostępności transportem publicznym przy wykorzystaniu różnych wskaźników. Do starszych pozycji należą przede wszystkim prace T. Lijewskiego (1994), M. Kozaneckiej (1980, 1996) oraz Z. Taylora (1999, 2003). W latach 2000. szereg publikacji był związany z projektami realizowanymi na poziomie regionalnym lub krajowym, dotyczącymi potrzeby nowej wizji rozwoju infrastruktury transportowej (Komornicki i in., 2006), problematyki dostępności do portów lotniczych (Komornicki, Śleszyński, 2009), wariantowej dostępności w transporcie lądowym na potrzeby Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (Komornicki i in., 2008b) lub dostępności kolejowej (m.in. Rosik, 2012; Stępnia i in., 2013); prace te jednak do tej pory nie dotyczyły dostępności w transporcie autobusowym (z wyjątkiem m.in. Goliszek, Połom, 2016a; Goliszek, Połom, 2016b; Stępnia, Goliszek, 2017a, Goliszek, 2017b), a raczej w indywidualnym lub kolejowym.
- Reasumując, dotychczasowe badania dostępności potencjałowej prowadzone w ostatnich latach traktowały głównie o pojedynczych środkach transportu, w tym w szczególności dostępności transportem indywidualnym lub koleją (m.in. Rosik, 2012). Tym samym badanie zawarte w niniejszym artykule, dotyczące bezpośrednio obliczenia dostępności gmin transportem autobusowym z wykorzystaniem modelu potencjału, nie ma precedensu w polskiej literaturze przedmiotu, gdzie dominują badania na poziomie lokalnym i regionalnym, głównie z wykorzystaniem izochron jako narzędzi badawczych.

### 3. Źródła baz danych

Wykorzystywane w opracowaniu bazy danych mają dwójaki charakter. Część baz dotyczy infrastruktury liniowej i punktowej (sieci i podsieci, odcinków i węzłów/stacji/przystanków), co czyni je danymi sieciowymi. Dane o charakterze sieciowym dla transportu indywidualnego dla sieci dróg krajowych i wojewódz-

kich oraz wybranych dróg powiatowych i gminnych łączących ośrodki gminne pochodzą z baz zebranych w ostatnich latach podczas pracy projektowej w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN. Szerzej na ten temat pisał m.in. Rosik (2012).

W transporcie autobusowym w większości przypadków założono, że lokalizacja przystanków/dworców autobusowych pokrywa się z 2321 węzłami masowymi modelu, natomiast w większych miastach wyznaczono inne najważniejsze dworce autobusowe (również w ruchu podmiejskim), a następnie dokonano podłączenia dworców konektorami do węzłów masowych. Poszczególne urzędy marszałkowskie były źródłem danych dotyczących pełnego (obowiązującego w 2014 lub 2015 r.) wykazu zezwoleń na wykonywanie regularnych przewozów osób w krajowym transporcie drogowym, przekraczających granicę powiatu na obszarze województwa udzielonych przez marszałka województwa wraz z nazwą trasy, nazwą przewoźnika, stacją początkową, końcową, pełnym rozkładem jazdy (wraz z czasem przejazdu) oraz częstotliwością kursów. Częściowo, w niektórych województwach dane te były dostępne on-line (m.in. małopolskie, podkarpackie i świętokrzyskie). Jednak dla pozostałych województw zgromadzenie informacji wymagało odrębnej pracy polegającej na kontakcie z osobami odpowiedzialnymi za gromadzenie danych o regularnych przewozach w krajowym transporcie drogowym, a także wysyłanie próśb o dostarczenie tych danych w formie elektronicznej lub drukowanej. W niektórych przypadkach zaistniała potrzeba osobistego wyjazdu do urzędu marszałkowskiego w celu wykonania kserokopii lub zdjęć rozkładów jazdy. W przypadku autobusów podmiejskich w 66 miastach na prawach powiatu dane sieciowe zostały uzyskane na podstawie przeglądu stron internetowych miejskich przewoźników. Na ostatnim etapie, po uzyskaniu materiału w postaci ponad ośmiu tysięcy rozkładów jazdy przystąpiono do wprowadzenia danych w formacie GIS za pomocą specjalnie stworzonej do tego aplikacji.

### 4. Opracowanie sieciowych baz danych

Jednym z najbardziej czasochłonnym i pracochłonnym zadań było opracowanie sieciowych baz danych dla transportu publicznego. Wymagało to z jednej strony wprowadzenia ogromnej ilości danych (szczegółowe dane o ponad ośmiu tysiącach unikatowych tras autobusowych), a z drugiej – geokodowania tych tras, tak aby umożliwić autorskiej aplikacji pracę z tymi zbiorami. Niestety, pozyskane informacje o trasach, ich czasach przejazdu i częstotliwościach kursów miały często format uniemożliwiający automatyczną obróbkę tych danych. Wykazy posiadały

głównie formę zeskanowanych, nieedytowalnych dokumentów (w formatach pdf lub jpg). W nielicznych przypadkach pozyskane dane były opracowane jako pliki excel. Niestety brak ujednoczonej struktury tych plików również uniemożliwiał automatyzację pracy. W efekcie opracowanie bazy danych GIS wymagało ręcznego wprowadzenia wszystkich niezbędnych informacji. Na potrzeby tej pracy została przygotowana oryginalna aplikacja „Trasowanie” umożliwiająca pracę w środowisku GIS i przynajmniej częściową automatyzację zadań. Aplikacja została napisana w języku MapBasic i umożliwiała pracę w oprogramowaniu MapInfo. Jako podstawową bazę danych przygotowano warstwę punktową zawierającą lokalizację wszystkich wykorzystywanych w projekcie przystanków autobusowych. Z kart informacyjnych ręcznie wprowadzane były następujące informacje:

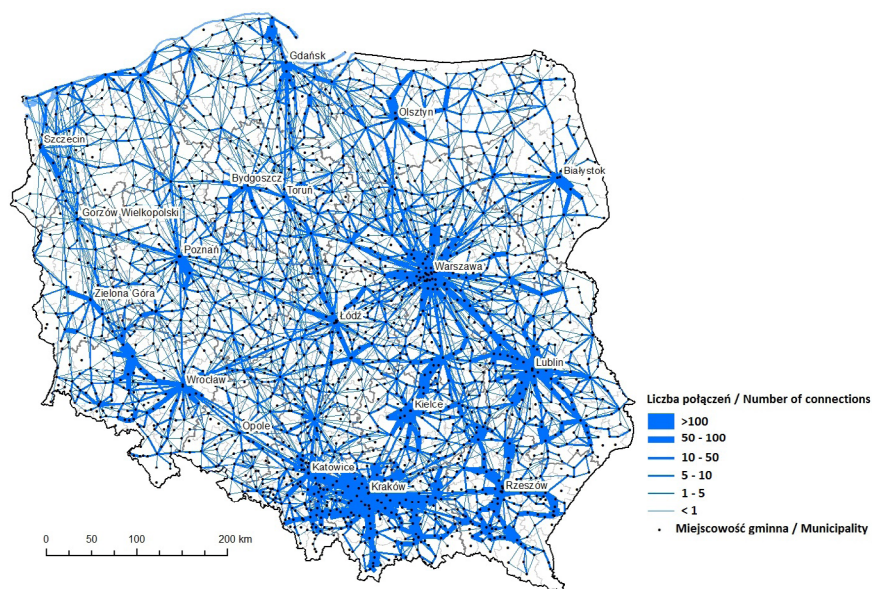
- nazwa przewoźnika: przede wszystkim w celu łatwiejszej weryfikacji wprowadzonych danych;
- liczba połączeń w dniu roboczym oraz w dni weekendu: aplikacja umożliwiała wprowadzenie dwóch różnych wartości (jeśli liczba kursów AB była różna od liczby kursów BA) lub automatyczne wpisanie liczby kursów, jeśli były to wartości tożsame (tj. bez wtórnego wprowadzania tej samej wartości);
- czas jazdy w minutach: wprowadzano jedynie całkowity czas jazdy pomiędzy pierwszym a ostatnim wprowadzonym przystankiem na trasie;
- liczba przystanków: odczytaną z karty całkowitą liczbę przystanków, co umożliwiało np. wyselekcjonowanie kursów przyspieszonych; zmienna ta

także ułatwiała weryfikację wprowadzonych danych.

Po wprowadzeniu powyższych informacji aplikacja automatycznie uzupełniała dany rekord o nazwy przystanków początkowego i końcowego oraz czterocyfrowe identyfikatory wszystkich wprowadzonych przystanków na trasie. Po opracowaniu sieci transportu publicznego niezbędne było jeszcze wygenerowanie dodatkowych połączeń zapewniających spójność topologiczną sieci (tzw. konektorów).

## 5. Organizacja przewozów

Według danych zgromadzonych na potrzeby badania (dane z 16 urzędów marszałkowskich) w Polsce w latach 2014-2015 udzielono ponad 8 tys. zezwoleń na prowadzenie komunikacji międzypowiatowej – wojewódzkiej, z których ponad ¼ dotyczyła powiązań międzywojewódzkich, przekraczających granice województw. Przewozy wykonywało ponad 1,5 tys. przewoźników, w większości mikro i małych przedsiębiorstw. 1/5 przewoźników realizuje zaledwie mniej niż dwa kursy, wyłącznie w dni robocze. Mali przewoźnicy są niewątpliwie bardziej elastyczni, ale jednocześnie dźwigają wyższe koszty stałe i mają utrudnione możliwości reakcji w przypadku awarii lub zdarzeń losowych, co wpływa na pewność usługi. W dzień roboczy w Polsce międzypowiatowa komunikacja autobusowa realizuje ok. 58 tys. kursów (ryc. 1). W dni wolne liczba ta zmniejsza się o około połowę – zmniejszenie to dotyczy przede wszystkim komunikacji regionalnej i lokalnej.



Ryc. 1. Sieć krajowych regularnych przewozów autobusowych międzypowiatowych (w przewozach krajowych i wojewódzkich).

Źródło: Opracowanie własne.

## 6. Wskaźnik dostępności

Dostępność może być mierzona za pomocą wielu metod (por. Rosik, 2012). Jednak najczęściej wykorzystywaną formułą jest dostępność potencjałowa (Czyż, 2002; Ratajczak, 1999). Główna formuła dostępności potencjałowej, która stanowi punkt wyjścia do rozważań modelowych i aplikacji przyjęła w badaniu następującą postać:

$$A_i = M_i \exp(-\beta c_i) + \sum_j M_j \exp(-\beta c_j) \quad (1)$$

gdzie:

- $A_{im}$  – dostępność transportowa rejonu transportowego  $i$ ;
- $M_i$  – masy (atrakcje) dostępne w rejonie transportowym  $i$  (źródła i cele podróży),
- $M_i \exp(-\beta c_{ii})$  – tzw. potencjał własny,
- $c_{ijm}$  – czas podróży w środku transportu w transporcie indywidualnym lub autobusowym,
- $\beta$  – parametr określający długość podróży.

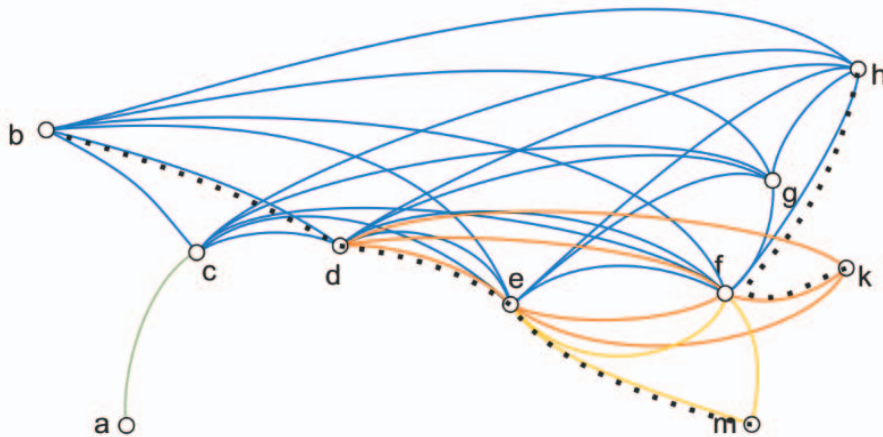
Proces modelowania, zrealizowany w oprogramowaniu OGAM.Multimodal, składa się z następujących etapów:

1. zasilenie w dane dotyczące tras i dane mas węzłów (rejonów transportowych),
2. przekształcenie tras w krawędzie grafu transportowego,
3. odnalezienie najkrótszych ścieżek między każdą parą węzłów za pomocą algorytmu Dijkstry,
4. obliczenie czasów podróży dla każdej pary węzłów,
5. obliczenie dostępności według wzoru 1.

Kluczowy z punktu widzenia modelowania transportu publicznego jest etap 2. Pojedyncza tra-

sa, która w ogólnym przypadku składa się z ciągu  $n$  przystanków, generuje  $\frac{n(n-1)n(n-1)}{2}$  krawędzi grafu, na przykład trasa  $\{d,e,f,k\}$  na ryc. 2 generuje sześć krawędzi oznaczonych kolorem pomarańczowym. Tak skonstruowany graf gwarantuje swobodę pasażera w wykorzystaniu każdego fragmentu trasy, a nie tylko całej trasy i umożliwia na kolejnym etapie zastosowanie standardowego algorytmu najkrótszych ścieżek. Obliczenia czasu podróży, z uwagi na brak szczegółowych informacji o czasach odjazdu, oparto na częstotliwościach kursowania. Łączny czas podróży krawędzią jest sumą czasu przejazdu i czasu dostępu do usługi (czas oczekiwania). Czas podróży jest zaczerpnięty z opublikowanego rozkładu jazdy, natomiast czas dostępu jest obliczony na podstawie częstotliwości  $f$  według wzoru  $t = \frac{f-1}{2}t = \frac{f-1}{2}$ . Istotnym *novum* projektu było specjalne traktowanie krawędzi, na których przebiega wiele tras, a więc występuje wiele częstotliwości jednocześnie. Zamiast stosowania częstotliwości sumarycznej, obliczono częstotliwość łączną, która uwzględnia zjawisko intermodulacji i daje bardziej realistyczne oszacowanie faktycznego czasu oczekiwania (szerzej Rosik i in., 2017).

Źródłem i celem podróży jest liczba mieszkańców gmin w Polsce. Na poziomie gminnym wyodrębniono w Polsce 2321 rejonów transportowych. Spośród zbioru 2478 gmin w Polsce wybrano miasta (lub wsie), w których znajduje się siedziba gminy. W ten sposób otrzymano 2321 miejscowości węzłowych (w zbiorze miejscowości węzłowych znajdują się zarówno miasta, jak i wsie). W każdym z rejonów transportowych wyodrębniono w ten sposób miejscowość węzłową, przy czym jeżeli siedziba gminy wiejskiej i miejskiej znajdowała się w tym samym mieście, wówczas obie jednostki agregowano tworząc jeden rejon transportowy z jedną miejscowością węzłową. Wybrane



Ryc. 2. Najkrótsze ścieżki w grafie transportowym.

Źródło: Opracowanie własne.

w ten sposób rejony transportowe tylko w części odpowiadają układowi administracyjnemu na poziomie gminnym. Kryterium wyboru siedziby gminy jako miejscowości węzłowej (a nie np. centroidu gminy), wynika nie tylko z tego, że w siedzibie gminy znajduje się urząd gminy i siedziba władz administracyjnych, ale głównie z faktu, że miejscowość, w której mieści się siedziba gminy jest zazwyczaj punktem ciężkości demograficznej rejonu komunikacyjnego oraz punktem, w którym może znajdować się najważniejszy w gminie dworzec/przystanek autobusowy. W celu łatwiejszej prezentacji wyników (wartości liczbowe w przedziale od kilku do kilkuset) całą dostępną „masę” (czyli ludność) w Polsce oszacowano na ok. 1000 jednostek. Przyjęta długość podróży determinuje spadek atrakcyjności celu podróży. W analizie wykorzystano funkcję wykładniczą  $f(c_{ij}) = \exp(-\beta t_{ij})$ , gdzie wskazano jako właściwy parametr  $\beta = 0,0347$  dla podróży krótkich i 0,0116 dla podróży długich (por. dyskusja w: Stępnia, Rosik, 2013; Rosik i in., 2015; Stępnia, Rosik, 2017). Co prawda w dotychczasowych pracach w IGiPZ PAN często wykorzystywano dla określenia krótkich podróży parametr  $\beta=0,0231$  odpowiadający spadkowi atrakcyjności celu podróży do połowy po 30 minutach) (por. m.in. Rosik i in., 2015), to jednak przyjęcie w niniejszym opracowaniu długich podróży w skali kraju dla  $\beta = 0,0116$  wymaga odpowiedniego zróżnicowania między krótkimi i długimi podróżami. Zatem w świetle przyjętych założeń w podróżach krótkich atrakcyjność celu podróży zmniejsza się do połowy dla czasu podróży wynoszącego dokładnie 20 minut, a dla ok. 40 minut atrakcyjność ta spada do ok. 25% (np. gdy celem podróży jest miasto liczące 100 tys. mieszk. odległe o 20 minut podróży jego atrakcyjność spada do 50 tys. mieszk., a dla 40 minut podróży, już tylko 25 tys. mieszk.). W przypadku podróży długich wykorzystano parametr  $\beta = 0,0116$  ze względu na fakt, iż w świetle jednej z często wykorzystywanych definicji podróży długich są to takie podróże, które są realizowane na odległość powyżej 100 km. W tym przypadku miasto 100 tys. odległe o godzinę jazdy ma atrakcyjność równą 50 tys. mieszk., po dwóch godzinach podróży – 25 tys. mieszk., a po 200 minutach podróży – 10 tys. mieszk.

## 7. Rezultaty badania – dostępność w transporcie autobusowym w podróżach krótkich

Zróżnicowanie przestrzenne dostępności transportem autobusowym wyraźnie różni się od obrazu dostępności w transporcie indywidualnym. W podróżach krótkich ( $\beta = 0,0347$ ) dostępność transportem autobusowym jest wyraźnie wyższa w aglomeracjach i stolicach województw, a w dalszej kolejno-

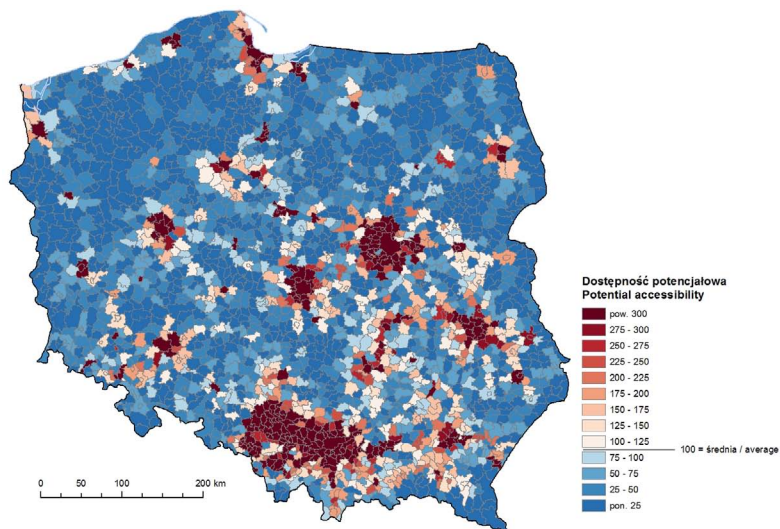
ści – również w ośrodkach subregionalnych, w tym przede wszystkim w dawnych (sprzed 1999 r.) miastach wojewódzkich. Układ przestrzenny dostępności jest wyraźnie zróżnicowany na pojedyncze miasta (względnie niewielka strefa podmiejska) o zdecydowanie wyższym poziomie wskaźnika, otoczone rozległymi obszarami o kilku- lub nawet kilkunastokrotnie niższej dostępności. W ramach projektu zbadano również wpływ na zmiany dostępności sieci komunikacji podmiejskiej. Systemy autobusowej komunikacji podmiejskiej wpływają na relatywną poprawę dostępności przede wszystkim w województwie śląskim oraz w Wielkopolsce (w dojazdach do takich miast jak Poznań, Kalisz lub Konin), a w mniejszym stopniu – stanowią istotną poprawę w dojazdach do Warszawy, Szczecina oraz Trójmiasta. Generalnie istnieje duże zróżnicowanie stopnia oddziaływania systemów podmiejskiej komunikacji zarówno na szczeblu wojewódzkim, jak i podregionalnym. Znaczenie systemów komunikacji podmiejskiej jest znacznie niższe w województwie warmińsko-mazurskim, lubuskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, a także w Kotlinie Kłodzkiej. Z kolei gęsta sieć autobusów podmiejskich skutkuje wzrostem w podróżach krótkich dostępności Kielc, Jeleniej Góry, Nowego Sącza, Krosna lub Płocka. W podróżach długich efekt poprawy procentowej dostępności dla autobusów podmiejskich niknie na obszarach o „wysokiej” bazie dostępności autobusowej, czyli w Polsce południowo-wschodniej. Z kolei w Polsce północno-zachodniej efekt komunikacji podmiejskiej w sensie poprawy dostępności jest wyższy ze względu na ogólnie niskie pokrycie obszaru siecią autobusową.

Generalnie, w podróżach krótkich zdecydowanym beneficjentem usług w transporcie autobusowym jest konurbacja górnośląska oraz Polska południowo-wschodnia rozumiana jako cztery województwa (małopolskie, podkarpackie, świętokrzyskie i lubelskie), przede wszystkim trasy dojazdowe do Krakowa, Lublina, Rzeszowa i Kielc obsługiwane przez bardzo dużą liczbę przewoźników, w zasadzie we wszystkich kierunkach. Częściowo zróżnicowanie przestrzenne dostępności pokrywa się również z gęstością zaludnienia. Przede wszystkim taka sytuacja ma miejsce w Polsce południowo-wschodniej.

Widoczne stają się rozległe peryferie wewnętrzne, np. na styku województw łódzkiego i świętokrzyskiego, a także na rozległym obszarze między Wrocławiem, Łodzią i konurbacją górnośląską. Relatywnie gorzej dostępne jest również północne Mazowsze. Najgorzej dostępnymi obszarami kraju są obszary o niskiej gęstości zaludnienia w pasie od województwa lubuskiego przez Pomorze Środkowe, północną Wielkopolskę do zachodniej części województwa pomorskiego, a także północne Mazowsze, Mazury,

Podlasie (z wyjątkiem okolic Białegostoku) i Bieszczady (ryc. 3).

w układzie równoleżnikowym – Łódź–Radom–Puławy–Lublin a także, ponownie, ośrodki lubelski i rzeszowski.



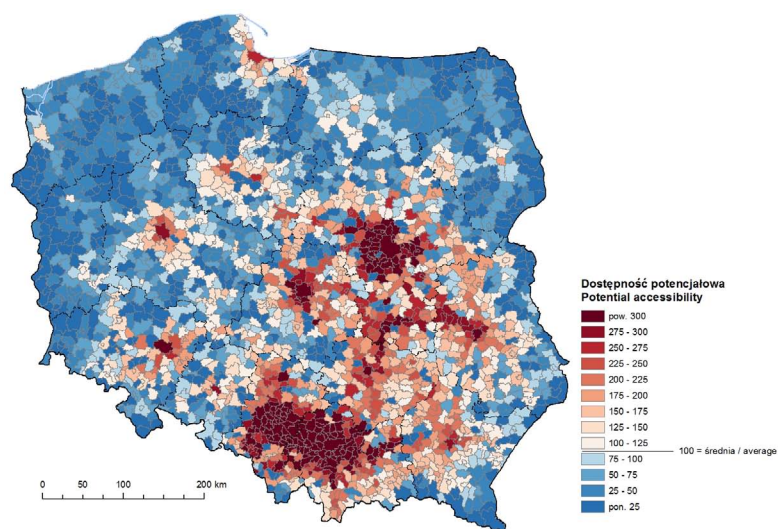
Ryc. 3. Dostępność transportem autobusowym (wariant autobus) – podróże krótkie ( $\beta = 0,0347$ ).

Źródło: Opracowanie własne.

### 8. Rezultaty badania – dostępność w transporcie autobusowym w podróżach długich

W podróżach długich ( $\beta = 0,0116$ ) w transporcie autobusowym zaznacza się jeszcze wyraźniej obraz wyższej dostępności Polski południowo-wschodniej i Polski centralnej, w tym południowego i centralnego Mazowsza (szczególnie wzdłuż głównych dróg na dojazdach do Warszawy). Widoczna jest również dobra dostępność w relacji Warszawa–Radom–Kielce–Kraków oraz

Zasięg oddziaływania aglomeracji Polski zachodniej i północnej (trójmiejska, poznańska i wrocławska) jest wyraźnie niższy, co wynika z faktu, iż dłuższe dojazdy w tej części kraju są realizowane również z wykorzystaniem transportu kolejowego. Najniższa dostępność cechuje Polskę północno-zachodnią oraz Podlasie i Mazury. Relatywnie słabo dostępna jest również Wielkopolska. Widoczny jest pas peryferii wewnętrznych rozdzielających aglomeracje zachodniej Polski (Poznań i Wrocław) od układu wyższej dostępności Polski centralnej i południowo-wschodniej (ryc. 4).



Ryc. 4. Dostępność transportem autobusowym (wariant autobus) – podróże długie ( $\beta = 0,0116$ ).

Źródło: Opracowanie własne.

Niezależnie od analizowanej gałęzi transportu na zróżnicowanie przestrzenne poziomu dostępności ogromny wpływ ma tzw. efekt bazy, czyli znacznie niższy poziom na peryferiach kraju, a wyższy w jego centralnej i gęsto zaludnionej południowej części. Z tego względu interesujące są mapy prezentujące różnice w poziomie dostępności w ujęciu międzymodalnym, np. między transportem indywidualnym a autobusowym.

Należy zaznaczyć, że transport kolejowy jest konkurencyjny względem transportu autobusowego, a wyników nie można traktować jako zbiorczych dla całego systemu transportu publicznego. W wielu regionach kolej wyparła autobusy, np. między Legnicą a Wrocławiem. Szerzej to zjawisko opisują np. Abramowicz i Abramowicz (2016), Smolarski i Suszczewicz (2016) oraz Rosik i Kowalczyk (2015).

## 9. Porównanie dostępności w transporcie autobusowym i w transporcie indywidualnym

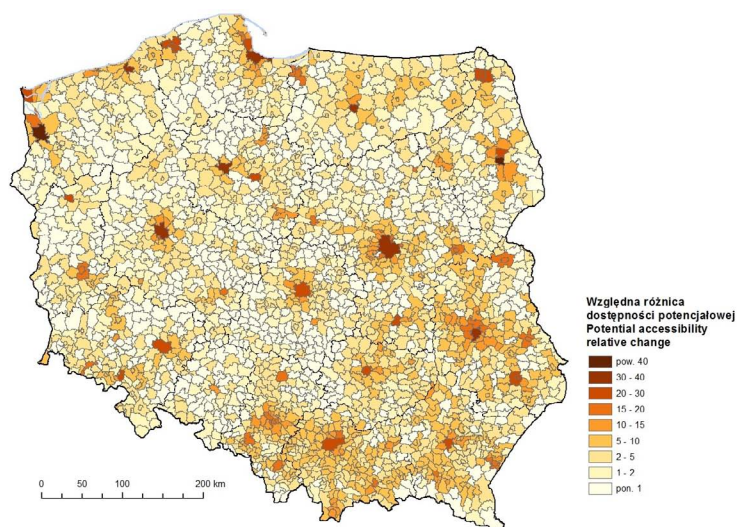
Porównując dostępność transportem indywidualnym, która została obliczona na podstawie modelu prędkości ruchu opracowanego w IGiPZ PAN (por. Rosik, 2012), i autobusowym należy mieć na uwadze wielokrotną (kilku-, kilkunasto-, a nawet kilkudziesięciokrotną) różnicę w dostępności między tymi gałęziami transportu. Średnioważona powierzchnią rejonu transportowego dostępność w transporcie autobusowym jest w podróżach krótkich prawie 25-krotnie niższa niż dostępność w transporcie indywidualnym.

W podróżach krótkich zróżnicowanie przestrzenne różnic procentowych wskazuje na pewną mozaik-

kowość i relatywnie wyższą wagę transportu autobusowego w obszarach aglomeracji oraz dla ośrodków subregionalnych (tam poziom dostępności autobusowej jest nawet wyższy niż 20% poziomu dostępności w transporcie indywidualnym, a ponad 40% w Białymstoku i Szczecinie), w Polsce południowo-wschodniej oraz w miejscach atrakcyjnych turystycznie jak Mazury, Podhale lub Pobrzeże Bałtyku. Zaznacza się relatywnie dobry poziom dostępności autobusowej (w relacji do poziomu dostępności w transporcie indywidualnym) również na Podlasiu.

Z kolei z drugiej strony, bardzo słabo transport autobusowy wypada na tle samochodu osobowego na obszarach peryferii wewnętrznych, m.in. dla granic województwa łódzkiego, ale także między województwem pomorskim i kujawsko-pomorskim, między Gorzowem Wielkopolskim a Zieloną Górą, na północnym Mazowszu lub w województwie opolskim. Na obszarach tych dostępność transportem autobusowym jest nawet ponad stukrotnie niższa niż analogiczny wskaźnik dostępności transportem indywidualnym (ryc. 5).

W podróżach długich różnice w dostępności między transportem indywidualnym a autobusowym są już generalnie niższe, choć nadal na większości obszaru kraju przewyższają pięciokrotność (średnioważona powierzchnią rejonu transportowego dostępność w transporcie autobusowym jest dla długich podróży prawie 12-krotnie niższa niż dostępność w transporcie indywidualnym). Mniej niż pięciokrotna przewaga w dostępności transportu indywidualnego nad publicznym dotyczy jedynie części aglomeracji warszawskiej i krakowskiej, a także okolic Lublina i Puław. Relatywnie dobra sytuacja w tym względzie jest również w części obszaru Polski południowo-



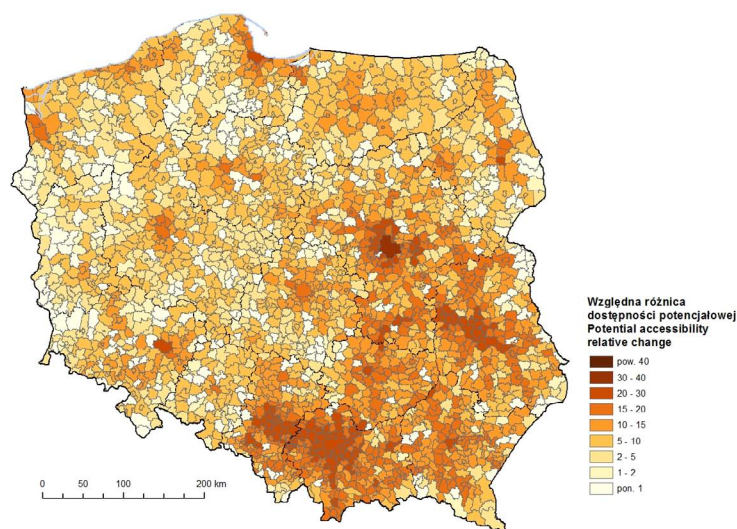
Ryc. 5. Różnice w dostępności. Autobus / samochód. Wariant samochód = 100%. Podróże krótkie ( $\beta = 0,0347$ ).

Źródło: Opracowanie własne.



wschodniej, konurbacji górnośląskiej oraz wybranych miast i części ich aglomeracji (Poznań, Wrocław, Szczecin, Trójmiasto, Toruń, Bydgoszcz, Olsztyn, Białystok, Łódź i Opole). Zachowana jest mozaikowość zjawiska świadcząca o istnieniu wielu peryferii wewnętrznych na granicach województw oraz w ciągach korytarzowych obsługiwanych przez transport kolejowy (ryc. 6).

wyższej dostępności Polski południowo-wschodniej i Polski centralnej, w tym południowego i centralnego Mazowsza. Widoczna jest również dobra dostępność w relacji Warszawa–Radom–Kielce–Kraków oraz w układzie równoleżnikowym Łódź–Radom–Puławy–Lublin, a także ośrodki lubelski i rzeszowski. Zasięg oddziaływania aglomeracji Polski zachodniej i północnej (trójmiejska, poznańska i wrocławska) jest wyraźnie



Ryc. 6 Różnice w dostępności. Autobus / samochód. Wariant samochód = 100%. Podróże długie ( $\beta = 0,0116$ ).

Źródło: Opracowanie własne.

Podsumowując, w relacji do transportu indywidualnego „punkt ciężkości” dostępności w podróżach długich przesuwają się w kierunku Polski południowo-wschodniej. Bipolarny i heksagonalny układ wyższej dostępności widoczny w transporcie indywidualnym traci na znaczeniu na rzecz układu wyraźnie akcentującego rolę Lublina i Rzeszowa i wzajemnych powiązań ośrodków Polski centralnej i południowo-wschodniej kosztem aglomeracji Polski północnej i zachodniej (Poznań i Wrocław) oddzielonych od lepiej dostępnych terenów pasem gorszej dostępności w postaci peryferii wewnętrznych.

## Podsumowanie

Dostępność w transporcie autobusowym w podróżach krótkich jest wyraźnie wyższa w aglomeracjach, stolicach województw oraz w ośrodkach subregionalnych. Układ przestrzenny dostępności jest zróżnicowany na pojedyncze miasta (względnie niewielka strefa podmiejska) o zdecydowanie wyższym poziomie wskaźnika, otoczone rozległymi obszarami o kilku- lub nawet kilkunastokrotnie niższej dostępności. W podróżach długich zaznacza się jeszcze wyraźniej obraz

niższy. Najniższa dostępność cechuje Polskę północno-zachodnią oraz Podlasie i Mazury. Widoczny jest pas peryferii wewnętrznych rozdzielających aglomeracje zachodniej Polski (Poznań i Wrocław) od układu wyższej dostępności Polski centralnej i południowo-wschodniej.

Średnioważona powierzchnia rejonu transportowego dostępność w transporcie autobusowym jest w podróżach krótkich prawie 25-krotnie niższa, a w podróżach długich – 12-krotnie niższa niż dostępność w transporcie indywidualnym. W podróżach długich mniej niż pięciokrotna przewaga w dostępności transportu indywidualnego nad publicznym dotyczy jedynie części aglomeracji warszawskiej i krakowskiej, a także okolic Lublina i Puław. Relatywnie dobra sytuacja w tym względzie cechuje również część obszaru Polski południowo-wschodniej, konurbacji górnośląskiej oraz wybranych miast i części ich aglomeracji. Generalnie, w relacji do transportu indywidualnego „punkt ciężkości” dostępności w podróżach długich przesuwają się w kierunku Polski południowo-wschodniej.

W przyszłości badanie multimodalnej dostępności transportowej należy rozszerzyć m.in. w kierunku

ku bardziej lokalnym, w tym uwzględnić zróżnicowanie wewnątrz dużych miast (rejon transportowe w dzielnicach miast oraz transport miejski). Należy także uwzględnić, na podstawie pewnej kwerendy, połączenia autobusowe wewnątrz powiatów, tak by oszacować skalę „białych plam”, tj. obszarów, w których rzeczywista obecność transportu publicznego jest wyższa niż ta obliczona z wykorzystaniem dostępnych danych z urzędów marszałkowskich.

## Piśmiennictwo

- Abramowicz A., Abramowicz M., 2016, *Konkurencja na rynku pasażerskich przewozów międzyaglomeracyjnych w Polsce*, Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 5, 13-21.
- Bartosiewicz B., Pieleśiak I., Marszał T. (red.), 2012, *Spójność terytorialna Łódzkiego Obszaru Metropolitalnego*, Studia KPZK PAN, T. CXLVII, Warszawa.
- Bartosiewicz B., Wiśniewski Sz., 2016, Lokalny transport zbiorowy w Łodzi w świetle badań dostępności, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), 31-43.
- Beim M., 2014, Wpływ dostępności transportem publicznym na rozwój społeczno-ekonomiczny województwa wielkopolskiego, *Wielkopolskie Regionalne Obserwatorium Terytorialne, Urząd Marszałkowski Województwa Wielkopolskiego*, Poznań.
- Beim M., Gadziński J., 2009, ????
- Bul R., 2014, Migracje wahadłowe ludności w aglomeracji poznańskiej, *Biblioteka Aglomeracji Poznańskiej*, 24, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Chojnicki Z., 1966, Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych, *Studia*, 14, KPZK PAN, Warszawa.
- Czyż T., 2002, Application of the potential model to the analysis of regional differences in Poland, *Geographia Polonica*, 75(1), 13-24.
- Gadziński J., 2010, Ocena dostępności komunikacyjnej przestrzeni miejskiej na przykładzie Poznania, *Biuletyn Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 13, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Gadziński J., 2012a, Dostępność transportu publicznego w aglomeracji poznańskiej [w:] P. Rosik, R. Wiśniewski (red.), *Dostępność i mobilność w przestrzeni*, IGiPZ PAN, Warszawa, 185-195.
- Gadziński J., 2012b, Lokalizacja przystanków a konkurencyjność transportu publicznego w aglomeracji poznańskiej [w:] M. Szymczak (red.), *Transport publiczny w aglomeracji poznańskiej – propozycje usprawnień*, Biblioteka Aglomeracyjna, 9, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 69-90.
- Gadziński J., 2013, Funkcjonowanie lokalnego systemu transportowego na tle współczesnych procesów urbanizacyjnych. Przykład aglomeracji poznańskiej, *Bogucki Wydawnictwo Naukowe*, Poznań.
- Gadziński J., 2016, Wpływ dostępności transportu publicznego na zachowania transportowe mieszkańców – przykład aglomeracji poznańskiej, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(1), 31-42.
- Gadziński J., Beim M., 2010, Public transport accessibility in Poznań, *REAL CORP reviewed paper*, [http://www.corp.at/archive/CORP2010\\_70.pdf](http://www.corp.at/archive/CORP2010_70.pdf).
- Gadziński J., Radzinski A., 2016, The first rapid tram line in Poland: How has it affected travel behaviours, housing choices and satisfaction and apartment prices?, *Journal of Transport Geography*, 54, 451-463.
- Goliszek S., 2017a, Udział transportu zbiorowego w poprawie dostępności do usług w Gdyni, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 20(1), 36-49.
- Goliszek S., 2017b, Space-time variation of accessibility to jobs by public transport – a case study of Szczecin, *Europa XXI* 33, 49-66.
- Goliszek S., Połom M., 2016a, Porównanie dostępności komunikacyjnej transportem zbiorowym w ośrodkach wojewódzkich Polski Wschodniej na koniec perspektywy UE 2007-2013, *Transport Miejski i Regionalny* 3, 16-27.
- Goliszek S., Połom M., 2016b, The use of general transit feed specification (GTFS) application to identify deviations in the operation of public transport at morning rush hour on the example of Szczecin, *Europa XXI* 31, 51-60.
- Guzik R., Kołoś A., 2003, Evolution of accessibility in Carpathian spa resorts between 1938 and 2000, [w:] W. Kurek (red.), *Issues of Tourism and Health Resort Management*, Prague: *Prace Geograficzne, Instytut Geografii UJ*, 111, 356-368.
- Guzik R., Kołoś A., 2015, Dostępność komunikacyjna [w:] R. Guzik, A. Kołoś (red.), *Relacje funkcjonalno-przestrzenne między ośrodkami miejskimi i ich otoczeniem w województwie pomorskim*, *Pomorskie Studia Regionalne, Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego*, Gdańsk, 217-268.
- Guzik R., Kołoś A., Gwosdz K., Biernacki W., Działek J., Kocaj A., Panecka-Niepsuj M., Wiedermann K., 2016, Dostępność, relacje i powiązania przestrzenne w miejskim obszarze funkcjonalnym Olsztyna, *Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ*, Kraków.
- Guzik R., Zborowski A., Kołoś A., Micek G., Gwosdz K., Trzepacz P., Chaberko T., Kretowicz P., Ciechowski M., Dej M., Grad N., 2010, Dostępność komunikacyjna oraz delimitacja obszarów funkcjonalnych [w:] B. Domański, A. Noworól (red.), *Małopolskie miasta - funkcje, potencjał i trendy rozwojowe*, *Małopolskie Obserwatorium Polityki Rozwoju*, Kraków, 88-134.
- Komornicki T., Śleszyński P. (red.), 2009, *Studia nad lokalizacją regionalnych portów lotniczych na Mazowszu*, *Prace Geograficzne*, 220, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Komornicki T., Śleszyński P., Siłka P., Stępiak M., 2008, Wariancowa analiza dostępności w transporcie lądowym [w:] *Ekspertyzy do Koncepcji...*, 133-334.

- Komornicki T., Śleszyński P., Węclawowicz G., 2006, O potrzebie nowej wizji rozwoju infrastruktury transportowej Polski, *Przegląd Komunikacyjny*, 6, 13-20.
- Kozanecka M., 1980, *Tendencje rozwojowe komunikacji autobusowej w Polsce. Studium geograficznoekonomiczne*, Prace Geograficzne, nr XXXVI, Wydawnictwo Naukowe WSP, Kraków.
- Kozanecka M., 1996, Komunikacja autobusowa jako miernik powiązań przestrzennych województwa przemysłowego, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG, I*, Warszawa-Rzeszów, 109-124.
- Lijewski T., 1986, *Geografia transportu Polski*, PWE, Warszawa.
- Lijewski T., 1994, Infrastruktura komunikacyjna Polski wobec zmian politycznych i gospodarczych w Europie Środkowo-Wschodniej, *Zeszyty IGiPZ PAN*, Warszawa.
- Majewski B., Beim M., 2008, Dostępność komunikacji publicznej w Poznaniu [w:] T. Strykiewicz, P. Churski (red.), *Nowe kierunki i metody w analizie regionalnej*, Biuletyn IGSE i GP UAM, Seria Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna.
- Potrykowski M., 1980, Modele grawitacji i potencjału w badaniach przestrzeni transportowej, *Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej*, 4, 121-139.
- Ratajczak W., 1999, *Modelowanie sieci transportowych*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Rechłowiec M., Soczówka A., 2012, Publiczny transport zbiorowy w przestrzeni konurbacji rybnickiej, *Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego*, 78, Sosnowiec.
- Rosik P., 2012, Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim, *Prace Geograficzne*, 233, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Rosik P., Kowalczyk K., 2015, Rozwój infrastruktury drogowej i kolejowej a przesunięcie modalne w Polsce w latach 2000-2010, *Prace Geograficzne*, 248, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Rosik P., Stępnia M., Komornicki T., 2015, The decade of the big push to roads in Poland: impact on improvement in accessibility and territorial cohesion from a policy perspective, *Transport Policy*, 37, 134-146.
- Rosik P., Pomianowski W., Goliszek S., Stępnia M., Kowalczyk K., Guzik R., Kołoś A., Komornicki T., 2017, Multimodalna dostępność transportem publicznym gmin w Polsce (MULTIMODACC), *Prace Geograficzne*, 258, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Smolarski M., Suszczewicz M., 2016, Wpływ niezależnego przewoźnika pasażerskiego (polskibus.com) na rynek przewozów międzywojewódzkich z miast średniej wielkości, *Studia Miejskie*, 23, 157-169.
- Soczówka A., 2012, Zróżnicowanie struktury przestrzennej komunikacji miejskiej w konurbacji katowickiej, *Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego*, 76, Sosnowiec.
- Stępnia M., Goliszek S., 2017, Spatio-temporal variation of accessibility by public transport - the equity perspective [w:] I. Ivan, A. Singleton, J. Horák, T. Inspektor (red.), *The rise of big spatial data*, Springer International Publishing, 241-261 (Lecture Notes in Geoinformation and Cartography).
- 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, 154-63.
- Stępnia M., Rosik P., 2017, The Role of Transport and Population Components in Change in Accessibility: the Influence of the Distance Decay Parameter, *Networks and Spatial Economics*, <https://doi.org/10.1007/s11067-017-9376-8>.
- Stępnia M., Rosik P., Komornicki T., 2013, Accessibility patterns: Poland case study, *EUROPA XXI*, 24, 77-93.
- Taylor Z., 1999, *Przestrzenna dostępność miejsc zatrudnienia, kształcenia i usług a codzienna ruchliwość ludności wiejskiej*, Prace Geograficzne, 171, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Taylor Z., 2003, Accessibility to facilities versus daily mobility of rural dwellers: The case of Poland [w:] G. Higgs (red.), *Rural Services and Social Exclusion*, European Research in Regional Science, 12, London, Pion, 95-125.
- Wiśniewski S., 2015, *Zróżnicowanie dostępności transportowej miast w województwie łódzkim*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.