

Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG

2018, 21(2), 51-64

DOI 10.4467/2543859XPKG.18.007.9350

Otrzymano (Received): 21.04.2018

Otrzymano poprawioną wersję (Received in revised form): 11.06.2018

Zaakceptowano (Accepted): 12.06.2018

Opublikowano (Published): 29.06.2018

POWIĄZANIA MIĘDZYWĘZŁOWE REGIONALNYM TRANSPORTEM KOLEJOWYM NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA OPOLSKIEGO

Internode regional rail connections on the example of the Opole province

Mateusz Smolarski

Zakład Zagospodarowania Przestrzennego, Wydział Nauk o Ziemi i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Wrocławski, Kuźnica 49/55, 50-137 Wrocław
e-mail: mateusz.smolarski@gmail.com

Cytacja:

Smolarski M., 2018, Powiązania międzywęzłowe regionalnym transportem kolejowym na przykładzie województwa opolskiego, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 21(2), 51–64.

Streszczenie: Rosnąca rola transportu kolejowego stanowi przyczynek do badań na temat regionalnych przewozów kolejowych w ramach poszczególnych województw. W kontekście przemieszczeń osobowych niezwykle istotną staje się faktyczna dostępność transportowa oparta na układzie połączeń osobowych. Obszarem badań jest województwo opolskie. Autor na podstawie powiązań międzywęzłowych: liczby połączeń bezpośrednich, liczby połączeń z przesiadkami, liczby przesiadek oraz czasu podróży, dokonał analizy sieci połączeń regionalnych. Za węzły uznane zostały stacje z co najmniej trzema czynnymi kierunkami osobowymi oraz lokalne centra aktywności – stolice gmin. Łączna liczba węzłów wyniosła 51. Analiza wykazała polaryzację oferty przewozowej (średnio z każdego węzła odjeżdża 10 par połączeń) oraz groźbę defragmentacji sieci na układy lokalne (Kluczbork oraz Opole). Za główny ciąg komunikacyjny została uznana trasa Brzeg–Opole–Strzelce Opolskie, która powinna stanowić szkielet regionalnego systemu transportowego. Do pozytywnych aspektów funkcjonowania autor zaliczył niską liczbę przesiadek niezbędnych do podróży międzywęzłowych. Większość przemieszczeń między węzłami jest możliwa z jedną przesiadką. W aspekcie powiązań sieciowych (połączeniami bezpośrednimi) średnia ranga węzła wyniosła 7 (czyli z tyloma węzłami w sieci miał średnio każdy węzeł powiązanie bezpośrednie). Sieć wykazuje dużą liczbę węzłów o niskim stopniu powiązań. Dodatkowo autor obliczył wskaźniki pośrednictwa oraz bliskości, które podkreśliły rolę najważniejszych węzłów: Opola, Kluczborka, Nysy. W układach sieciowych istotną rolę pełnią linie lokalne, które pozwalają na powiązanie dwóch sieci (np. Opole–Kluczbork). Do czynników rozwojowych transportu można zaliczyć oparcie powiązań na głównym korytarzu transportowym oraz systemie kolejowych linii dowozowych.

Słowa kluczowe: analiza sieciowa, dostępność, powiązania międzywęzłowe, regionalny transport kolejowy, systemy transportowe

Abstract: The growing role of rail transport is a contribution to research on regional rail transport within individual voivodships. In the context of personal transfers, the actual transport accessibility based on the real connections system becomes extremely important. The research area is the Opolskie Voivodeship. The author on the basis of inter-connection links: the number of direct connections, the number of connections with transfers, the number of transfers and travel time, has analyzed the regional connections network. Nodes are stations with at least three active personal directions and local activity centers – municipal capitals. The total number of nodes was 51. The analysis showed a significant polarization of the transport offer (on average, 10 pairs of connections depart from each node) and the threat of defragmenting the network to local systems (Kluczbork and Opole). The Brzeg–Opole–Strzelce Opolskie route has been recognized as the main route of communication, which should be the skeleton of the regional transport system. The positive aspects of the functioning of the transport system, author included: low number of transfers necessary for inter-node travel. Most displacements between nodes are possible with one change. In the aspect of network connections (direct connections), the average rank of the node was 7 (that is, with every node in the network, on average, each node had a direct connection). The network has a large number of nodes with low connections. In addition, the author calculated the betweenness and closeness indicators, which emphasized the role of the most important nodes: Opole, Kluczbork, and Nysa. Local networks play an important role in network systems, which allow linking two networks (eg. Opole–Kluczbork). The possibility of transport development includes the support of links to the main transport corridor and the system of railway feeder lines.

key words: accessibility, interstate connections, network analysis, regional rail transport, transport systems

1. Wstęp

Polska polityka transportowa w ostatnich latach doświadczyła wielu przekształceń funkcjonalno-organizacyjnych. Z. Taylor (2002) zwraca uwagę na brak spójnej polityki transportowej w Polsce, szczególnie w kontekście zachęcania do przesiadki na transport zbiorowy. Ograniczanie dostępności do transportu zbiorowego wpływało na rozwój motoryzacji indywidualnej.

Rola transportu kolejowego jest istotnym czynnikiem decydującym o mobilności społeczeństwa. Według danych Urzędu Transportu Kolejowego (UTK), od 2014 r. systematycznie rośnie liczba pasażerów kolei. Nastąpiło to po spadku ich liczby na przełomie 2009 i 2010 r. Dla podkreślenia roli niniejszych badań należy zwrócić uwagę, że 86% podróży w 2016 r. odbywało się na poziomie regionalnym oraz aglomeracyjnym. P. Rosik i K. Kowalczyk (2015) zauważają, że do 2050 r. nastąpi istotny wzrost odsetka przemieszczeń pasażerskich z wykorzystaniem transportu kolejowego. Transport regionalny (w tym kolejowy) może być określony jako „dobro społecznie pożądane” (Zajfert, 2015, s. 79). Z kolei A. Żurkowski (2009, s. 9) uznał, że „transport jest częścią naszej rzeczywistości. Trudno jest wyobrazić sobie funkcjonowanie nowoczesnego państwa, regionu czy miasta bez przemieszczania się osób oraz przewożenia ładunków”. Rola transportu kolejowego była podkreślana przez M. Kruszynę, który analizował koleje miejskie oraz regionalne w Polsce. Stwierdził przy tym, że „(...) rzesze podróżujących czekają na usprawnienie systemów lokalnych [transportu kolejowego]” (Kruszyna, 2018, s. 7). Wydaje się zatem uzasadnione badanie regionalnego transportu publicznego z wykorzystaniem możliwości faktycznych przemieszczeń, opartych na aktualnym rozkładzie jazdy.

2. Cel, zakres czasowy, źródła danych. Obszar badań

Celem zasadniczym badania jest ocena prawidłowości funkcjonowania regionalnego systemu kolejowego. Pytanie badawcze brzmi: Jakże istnieją możliwości przemieszczeń z wykorzystaniem pociągów osobowych (liczba połączeń bezpośrednich) i jakiej są one jakości (czas, liczba przesiadek)? Dodatkowo autor dokona próby rekomendacji dla funkcjonowania regionalnej kolei wewnątrzwojewódzkiej, na przykładzie województwa opolskiego. Należy jednak podkreślić, że jakość połączenia może być związana m.in. z wyposażeniem pojazdów (np. w klimatyzację, Wi-Fi) albo ze ściśle określonym miernikiem ilościowym, czyli czasem podróży. Analiza komfortu jazdy odczuwalnego przez pasażerów mogłaby być kolejnym etapem badania.

Badania przeprowadzono w marcu 2018 r. i objęto nimi wyłącznie połączenia regionalne¹.

Za podstawowe źródła danych autor uznaje obowiązujące rozkłady jazdy publikowane przez zarządcę infrastruktury (PKP Polskie Linie Kolejowe) oraz dostępne w internetowej wyszukiwarce połączeń kolejowych. Do wyznaczenia węzłów kolejowych wykorzystane zostało opracowanie kartograficzne polskiej sieci kolejowej (Stankiewicz, Stiasny, 2010) oraz źródła internetowe (m.in. Ogólnopolska Baza Kolejowa).

Województwo opolskie jest interesującym przypadkiem w kontekście funkcjonowania transportu kolejowego. Jego sieć opiera się na kilku głównych korytarzach transportowych, począwszy od głównych magistrali aż po lokalne połączenia niezelektryfikowane na peryferiach województwa (Koziarski, 2009). Należy zaznaczyć, że na terenie województwa opolskiego w latach 2012-2016 średnia liczba przejazdów na jednego mieszkańca spadła o ok. 30% i wynosiła w 2016 r. 5,1 przejazdu pociągiem osobowym rocznie. Średnia tego miernika dla Polski wynosiła 7,6 (Koleje pasażerskie w..., 2017, s. 21-22).

W kontekście gęstości linii kolejowych województwo opolskie znajduje się powyżej średniej (8,3 km/100 km², przy średniej dla Polski 5,97 km²). Biorąc pod uwagę stan infrastruktury kolejowej, województwo opolskie wpisuje się w ogólne wartości średniej dla Polski: 40% torów jest w dobrym stanie, 37% w dostatecznym, a 24% w niezadowolającym (Koleje pasażerskie w..., 2017, s. 42).

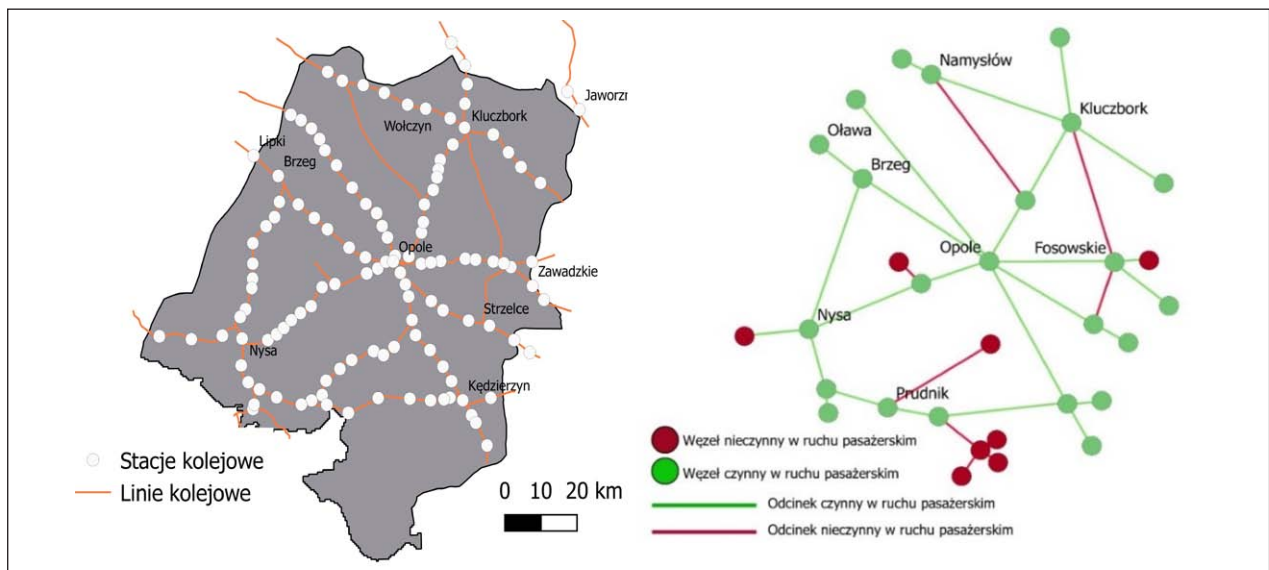
Badanie zostało oparte na węzłach kolejowych oraz stacjach końcowych na liniach ślepo zakończonych. Za węzeł uznane zostały stacje (miejscowości), z których pasażerski ruch kolejowy jest prowadzony w co najmniej trzech kierunkach (ryc. 1) (Koziarski, 1990, s. 299). Elementy takiego podejścia były stosowane w literaturze przedmiotu. Na przykład, S. Derrible i C. Kennedy (2010) w analizie sieci metra za węzeł kolejowy przyjęli stację, która umożliwia pasażerowi przesiadkę. Dodatkowo autor dokonał wyboru kryterium administracyjnego i uznał za węzły siedziby gminy mające dostęp do czynnej w ruchu stacji pasażerskiej². Jeżeli w miejscowości było więcej niż

¹ Na badanym obszarze pociągi wyższej kategorii zatrzymują się tylko na kilku stacjach, m.in. w Opolu i Brzegu.

² Jeżeli siedziba gminy nie ma dostępu do stacji kolejowej, a na terenie gminy jest jakakolwiek stacja kolejowa wykorzystywana w ruchu pasażerskim, to została ona wzięta pod uwagę. Pozwala to na uchwycenie w badaniu gmin, których siedziby były pozbawione dostępu do kolei. Jeżeli zlokalizowanych jest więcej stacji, to do analizy wybierana jest ta w miejscowości z większą liczbą mieszkańców (jako mająca teoretycznie większy potencjał przewozowy).

jedna stacja to zostały one wszystkie zagregowane do poziomu miejscowości³.

bezpośredniość podróży (Rosik, 2016, s. 12; Rosik i in., 2017, s. 36). Na gruncie badań empirycznych wyko-



Ryc. 1. Sieć kolejowa województwa opolskiego.

Źródło: opracowanie własne.

Autor dokonał analizy powiązań międzywęzłowych opierając się na:

- liczbie połączeń bezpośrednich,
- liczbie połączeń przesiadkowych,
- liczbie przesiadek niezbędnych do odbycia podróży⁴,
- czasie podróży.

3. Problematyka badawcza funkcjonowania regionalnych systemów transportowych

Podejście badawcze wykorzystujące analizę połączeń bezpośrednich zostało podjęte w szeregu prac badawczych (Derrible, 2012; Liberthal-Blumenfeld, 2009). Relatywnie wiele badań dotyczy transportu lotniczego. J. Lin (2012) wykorzystał powiązania bezpośrednie do analizy systemu połączeń lotniczych w Chinach; J. Wang i in. (2011) dodatkowo zbadali wskaźnik centralności węzłów dla chińskich miast połączonych transportem lotniczym.

W literaturze polskiej również podkreślona została rola bezpośrednich połączeń (Rosik, 2016; Rosik i in., 2017), przy czym jednym z elementów modelu dostępności NeST są uwarunkowania sieciowe, w tym

rzystujących analizę połączeń bezpośrednich należy wspomnieć analizę miast województwa łódzkiego przeprowadzoną przez S. Wiśniewskiego (2015). T. Lijewski (1985) w analizie infrastruktury transportowej wszystkich województw Polski zwracał uwagę na dwa wskaźniki w ocenie układów komunikacyjnych: średnią liczbę połączeń oraz czas jazdy między węzłami. Ten sam autor podkreślał istotną rolę transportu kolejowego w przemieszczeniach pasażerskich oraz uznawał połączenia bezpośrednie jako istotny element układów komunikacyjnych poszczególnych województw.

Przesiadki w przemieszczeniach transportem publicznym są elementem niezbędnym. Niemożliwe jest stworzenie systemu, w którym z każdego punktu początkowego będą istnieć połączenia bezpośrednie do wszystkich pozostałych stacji (miejsc docelowych). J. Rychlewski (2015) określił dwa rodzaje przesiadek: [1] obligatoryjne, [2] fakultatywne (np. służące, z perspektywy podróżnego, do przyspieszenia podróży).

Dodatkowo należy podkreślić fakt, że wśród rodzajów dostępności wyróżnia się dostępność fizyczną oraz realną. Ta pierwsza odnosi się do istnienia infrastruktury transportowej, która daje potencjalną możliwość przemieszczeń⁵. Z kolei druga dotyczy rzeczywistych możliwości przemieszczeń, np. związanych z ofertą przewozową. Tym bardziej zasadna

³ Innymi słowy, połączenie Opole Zachodnie–Nysa, było agregowane do postaci Opole–Nysa. Na badanym obszarze jednak większość połączeń kończy bieg na głównej stacji w miejscowości i tego typu uproszczenie w ogóle nie było potrzebne.

⁴ Autor uznał kryterium tzw. dogodnej przesiadki, czyli o czasie przesiadki do 30 min, bez sztucznego wydłużania odległości podróży, oraz wyłącznie z wykorzystaniem jednego przewoźnika (Przewozy Regionalne).

⁵ T. Lijewski (1985) zwracał uwagę, że nie zawsze rozwinięta sieć transportowa gwarantuje efektywne możliwości przemieszczeń. Uważał, że „dogodność dojazdu nie idzie w parze z gęstością sieci” (Lijewski, 1985, s. 19).

jest analiza funkcjonowania regionalnych systemów transportowych w kontekście realnych możliwości przemieszczeń.

Badania związane z analizą sieci kolejowych na poziomie wewnątrzregionalnym prowadzone były m.in. przez S. Koziarskiego (1990), który badał odcinki międzywęzłowe oraz dostępność węzła kolejowego w makroregionie południowym. W pracy dokonał typologii linii kolejowych oraz węzłów. Podobne badania (oparte na randze węzła i sumie połączeń kolejowych oraz głównym kierunku przewozów) przeprowadzone zostały dla województwa katowickiego przez J. Runge i A. Surmacza (1986). S. Koziarski (2009) analizował również funkcjonowanie transportu na Śląsku, m.in. na terenie województwa opolskiego. Podkreślał on centralny (równoleżnikowy) charakter głównej magistrali kolejowej E-30. Obszar konurbacji rybnickiej z kolei był objęty badaniami M. Rechłowicza i A. Soczówki (2012), które uwzględniały analizy transportu zbiorowego (autobusowego i kolejowego) w ujęciu regionalnym. Autorzy opierali się m.in. na sumarycznym wskaźniku obsługi transportem kolejowym, ale odnosili go do poszczególnych stacji, a nie węzłów. Badania prowadzone w skali lokalnej skupiały się z kolei głównie na obszarach szczególnie atrakcyjnych turystycznie, m.in. Beskidach i Pogórzu Śląskim (Dziadek, 1996, 1998). Problematykę funkcjonowania transportu kolejowego, ze szczególnym uwzględnieniem połączeń między stolicami gmin na obszarze pogranicza polsko-czeskiego podejmował także M. Smolarski (2017). Kwestie wygaszania połączeń kolejowych w kontekście regionalnego systemu transportowego poruszył S. Komusiński (2010). W analizie obejmującej lata 2000-2010 przedstawił on regres kolei pasażerskiej w województwie lubelskim. W szerszej skali badania zjawiska wygaszania ruchu osobowego na liniach kolejowych podjął J. Majewski (2002), zwracając przy tym uwagę na jego związek z peryferyjnością badanego obszaru oraz wynikającym z tego faktu problemem wzrostu liczby miast pozbawionych w ogóle dostępu do transportu kolejowego.

Szczególnie interesujące są analizy dotyczące transportu publicznego w regionach peryferyjnych, w ujęciu regionalnym, a nie tylko z perspektywy dużych aglomeracji miejskich. T. Chaberko (2010) ocenił funkcjonowanie kolei w dużych miastach, ale tylko w oparciu o ofertę przewozową i rozwiązania organizacyjne. Z kolei praca R. Guzika (2012) dotyczyła rozwoju transportu regionalnego na obszarach wiejskich i peryferyjnych Polski, Słowacji oraz Czech. W swojej analizie odnosił się on również do transportu kolejowego. Traktował przy tym transport kolejowy jako rdzeń transportu publicznego, m.in. w Szwajcarii (Guzik, 2016).

Przekształcenia systemów transportowych w zakresie organizacji przewozów dotknęły również transport kolejowy, dlatego też warto odnieść się do aspektów funkcjonowania i organizacji regionalnego transportu kolejowego w Polsce. Początkowe zmiany dotyczyły Polskich Kolei Państwowych, które funkcjonowały na zasadzie monopolisty na rynku przewozów kolejowych (Taylor, Ciechański, 2017). Celem reform była poprawa sytuacji finansowej przedsiębiorstwa (Taylor, 2002).

Należy jednak zauważyć, że przewozy regionalne praktycznie w całej Europie wymagają dopłat ze strony państwa (Massel, 2004). Jednym z przejawów przeprowadzanych zmian było przekazanie odpowiedzialności za przewozy regionalne samorządom wojewódzkim (Dyr, 2008; Górny, 2016; Taylor, Ciechański, 2017). Niektóre województwa dodatkowo zaczęły organizować kolejowe przewozy pasażerskie poprzez własne spółki przewozowe (np. Koleje Dolnośląskie, Koleje Śląskie). W niektórych województwach spółki „wojewódzkie” całkowicie zdominowały regionalny rynek przewozów kolejowych. Taka sytuacja miała miejsce w województwach mazowieckim⁶ oraz śląskim (Kołoś i in., 2017, s. 38).

Możliwe jest wyznaczenie dwóch procesów charakterystycznych dla funkcjonowania transportu kolejowego w Europie na początku XXI wieku. Są to z jednej strony przekształcenia przewoźników narodowych, a z drugiej regionalizacja przewozów kolejowych, polegająca na przekazywaniu odpowiedzialności za przewozy na niższe poziomy administracji terytorialnej (Dyr, 2005, s. 39). Proces regionalizacji transportu kolejowego powinien być czynnikiem wpływającym na wzrost konkurencyjności regionów (Dyr, 2008, s. 51) i może być definiowany jako „odpowiedzialność [za transport kolejowy] organizacyjna i finansowana na poziomie regionu w województwie”. Skutki procesu regionalizacji nie mogą być jednoznacznie definiowane jako pozytywne bądź negatywne (Dyr, 2005). Do zalet przeprowadzonej z sukcesem regionalizacji zaliczyć można m.in.: poprawę sytuacji finansowej przewoźników regionalnych (Wróbel, 2000) oraz dopasowanie oferty przewozowej do potrzeb społeczeństwa (Dyr, 2005, s. 42). Niezależnie od tego należy jednoznacznie podkreślić ważną rolę regionalnych i lokalnych przewozów kolejowych oraz potrzebę dążenia do przywrócenia ich ważności (Kruszyna, 2018, s. 7).

Zjawisko regionalizacji kolei było przedmiotem badań A. Kołosa wraz z zespołem (2017), którzy analizowali związek między przekształceniami organizacyjnymi a funkcjonowaniem regionalnego transportu kolejowego w czterech województwach w Polsce

⁶ W 2005 r. została uruchomiona spółka Koleje Mazowieckie (Kołoś i in., 2017; Taylor, Ciechański, 2017).

(dolnośląskie, kujawsko-pomorskie, podlaskie oraz małopolskie). Stwierdzili oni, że pojawienie się nowych przewoźników samorządowych może być uznane jako czynnik rozwoju transportu kolejowego, niemniej nie jest on „ani najistotniejszy (...) ani niezbędny” (Kołoś i in., 2017, s. 49). Z kolei z badań M. Beima oraz J. Gądzińskiego (2010) wynika, że liberalizacja rynku (na przykładzie pojawienia się przewoźnika PCC Arriva w województwie kujawsko-pomorskim), a co za tym idzie regionalizacja przewozów wpłynęła na polepszenie funkcjonowania transportu kolejowego. Natomiast w województwie mazowieckim, po przejściu obsługi regionalnego transportu kolejowego przez Koleje Mazowieckie, nie został zauważony wzrost zadowolenia pasażerów z jakości usług przewozowych (Dyr, 2008).

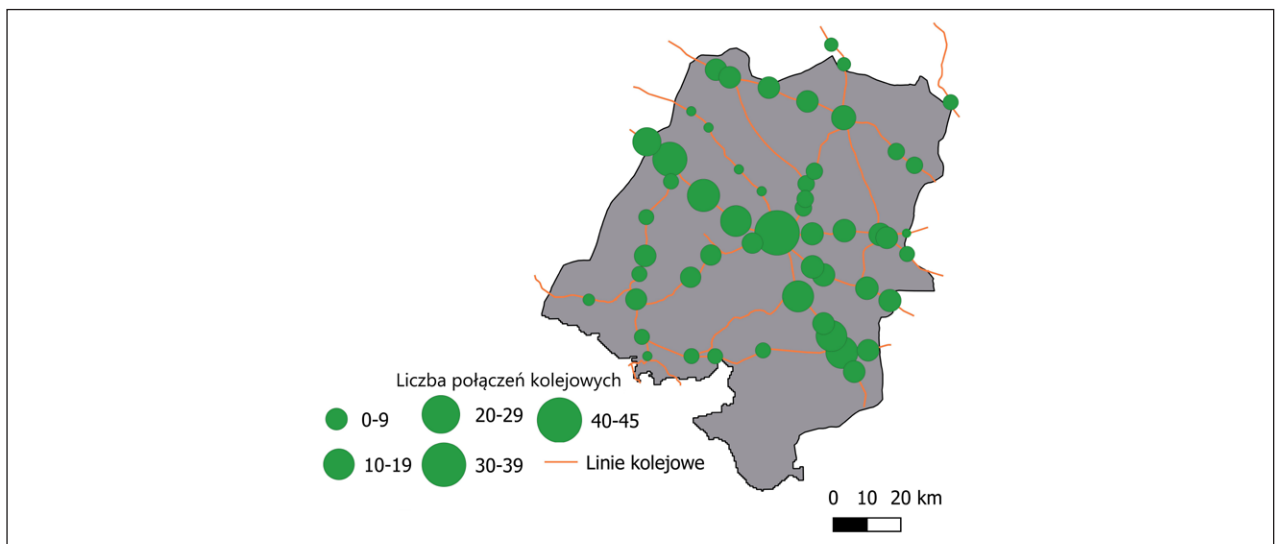
Proces regionalizacji kolei był objęty badaniami m.in.: A. Massela (2004) analizującego procesy decentralizacji w zakresie organizacji transportu kolejowego w różnych krajach europejskich⁷, J. Górnego (2013) oceniającego regionalne połączenia kolejowe w kontekście polityki transportowej proponowanej przez Unię Europejską oraz M. Beima i M. Heilmanna (2012) badających funkcjonowanie transportu kolejowego w kraju związkowym Nadrenii-Palatynatu.

Funkcjonowanie regionalnych systemów kolejowych w ujęciu porównawczym stanowiło przedmiot analizy J. Taczanowskiego (2015), który oceniał ich działanie w Czechach, Austrii, Słowacji oraz w Polsce. Uznał, że każdy z systemów wykazuje odmienną

charakterystykę. Niemniej zaznaczył, że lokalne linie kolejowe powinny być dalej użytkowane (Taczanowski, 2015, s. 266). System kolei regionalnej wykazywał również istotne różnice w porównaniu Polski oraz ówczesnej Czechosłowacji, co spowodowane było m.in. inną strukturą użytkowania terenu oraz względami historycznymi (Król, Taczanowski, 2016). Cechą charakterystyczną polskiej sieci kolejowej stanowiło silne nasycenie zjawiska likwidacji ruchu osobowego na liniach lokalnych oraz regionalnych. J. Taczanowski (2012, s. 127) zwracał uwagę na fakt, że w Czechach w latach 1989-2011 zamknięte zostało 6,5% tras kolejowych, a w Polsce w analogicznym okresie odsetek ten wynosił 35. Praca eksploatacyjna (miliony pociągokilometrów) w ruchu regionalnym wykazuje zróżnicowanie w porównaniu różnych państw. Liderem w tym zakresie w Europie są Niemcy (534 mln pockm) oraz Wielka Brytania (287) (por. Massel, 2004, s. 20).

4. Funkcjonowanie transportu kolejowego w województwie opolskim

Podstawowym elementem, który pozwala na ocenę funkcjonowania transportu jest liczba par połączeń kursujących dziennie z poszczególnych węzłów oraz stacji (ryc. 2). Główny ciąg komunikacyjny, który można wyznaczyć na tej podstawie to Brzeg–Opole–Kędzierzyn-Koźle/Strzelce Opolskie, gdzie liczba kursów wynosi średnio ponad 30 par. Największym



Ryc. 2. Liczba par połączeń z poszczególnych węzłów kolejowych.

Źródło: opracowanie własne.

⁷ A. Massel zwracał uwagę, że podejście różnych państw Unii Europejskiej do zjawiska regionalizacji kolei nie jest jednolite i zależy od: stopnia otwarcia rynku, struktury sektora kolejowego, procedury przyznawania kontraktów, poziomu finansowania oraz różnych systemów opłat za dostęp do infrastruktury kolejowej (Massel, 2004, s. 18).

generatorem połączeń regionalnych jest stacja węzłowa Opole Główne (45 par pociągów regionalnych dziennie). Biorąc pod uwagę wszystkie analizowane węzły to dziennie (średnio) generują one 10 par połączeń regionalnych. Należy tutaj podkreślić bardzo

duże zróżnicowanie ilościowe, które może się opierać nawet na dwóch parach dziennie, co trzeba uznać za ekstremalnie niską ofertę (Opole–Mąkoszyce–granica województwa–Jelcz-Laskowice).

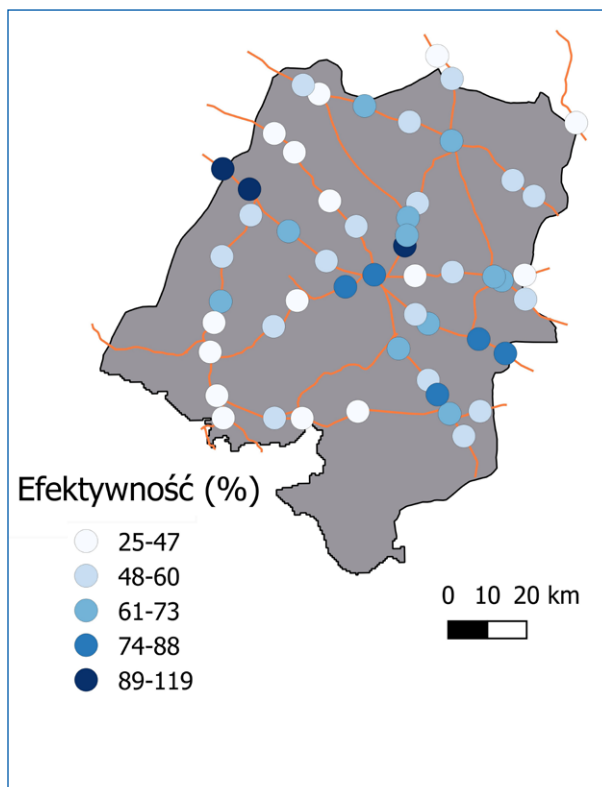
Na blisko 50% analizowanych stacji oferta przewozowa to mniej niż 10 par połączeń dziennie. O ile oferta na głównych trasach może być uznana za odpowiednią, to warto w przyszłości dążyć do zwiększenia liczby połączeń na trasach drugorzędnych (lokalnych).

4.1. Efektywność transportowo-osadnicza

Analiza efektywności transportowo-osadniczej wykazała istotne zróżnicowanie ilościowe. Wskaźnik był konstruowany jako iloraz czasu jazdy „w linii prostej” oraz realnego czasu jazdy po sieci kolejowej (wynikającego z obowiązującego rozkładu jazdy)⁸. Czas jazdy „po prostej” obliczany był dla średniej prędkości przemieszczenia na poziomie 60 km/h. W badaniach pogranicza polsko-słowackiego prędkość ta zdefiniowana została przez M. Więckowskiego i in. (2012) na poziomie 90 km/h. W niniejszej analizie autor założył mniejszą prędkość ze względu na ewentualne zatory drogowe oraz inne utrudnienia.

Wartości powyżej 100% oznaczają, że przemieszczenia z wykorzystaniem transportu kolejowego są efektywne (podróż po sieci kolejowej zajmuje mniej czasu niż teoretycznie „w linii prostej”). Najmniejsza efektywność wynosi 25% i występuje w skrajnie peryferyjnym Jaworznie koło Wielunia. Średnia wartość wskaźnika dla wszystkich analizowanych węzłów to 59%. Bardzo symptomatyczne jest to, że tylko dwie badane jednostki wykazują wskaźnik powyżej 100% (Brzeg oraz Lipki).

W kontekście rozkładu wskaźnika w ujęciu przestrzennym (ryc. 3)⁹ warto zaznaczyć, że najlepsza efektywność występuje na głównych ciągach komunikacyjnych (Brzeg–Opole–Kędzierzyn-Koźle). Świadczy to o tym, że zmodernizowana trasa, przystosowana do prowadzenia ruchu z większą prędkością jest stymulantą w tworzeniu szybkich połączeń.



Ryc. 3. Efektywność transportowo-osadnicza.

Źródło: opracowanie własne.

4.2. Przesiadki oraz czas jazdy

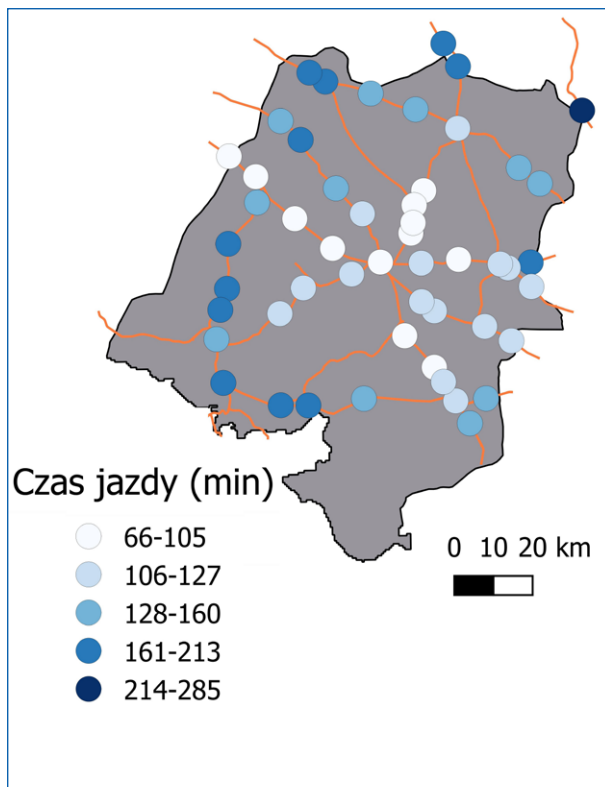
Problematyka powiązań międzywęzłowych w ujęciu czasowym jest istotna z punktu widzenia potencjalnego pasażera, który dąży do najkrótszego czasu jazdy¹⁰. Autor zbadał, ile wynosi czas podróży między poszczególnymi węzłami. Cecha ta stanowi destymulantę i niższe wartości są lepsze dla pasażera. Oznaczają one krótszy czas podróży. W przypadku województwa opolskiego wyznaczyć można pas o lepszej dostępności czasowej, zlokalizowany wzdłuż ciągu komunikacyjnego przebiegającego przez Opole (m.in. Brzeg). Wiąże się to z parametrami technicznymi linii kolejowej, która umożliwi osiągnięcie wysokich prędkości. Dodatkowo ten główny ciąg komunikacyjny jest najczęściej obsługiwany przez połączenia bezpośrednie, co wpływa na krótszy czas podróży (brak konieczności przesiadek). Średni czas podróży dla wszystkich węzłów wynosi 136 min.

Z kolei w kwestii pogorszonej dostępności czasowej międzywęzłowej wyznaczyć można dwa obszary peryferyjne (ryc. 4). Pierwszy z nich zlokalizowany jest w południowo-zachodniej części województwa (szczególnie w pobliżu Nysy). Na tym terenie linie

⁸ Do badań, które oparte były na tym wskaźniku zaliczyć należy opracowania: T. Lijewskiego (1985), K. Kowalczyka i P. Rosika (2015), P. Śleszyńskiego (2014) oraz M. Smolarskiego (2017). Należy również zaznaczyć, że analizowany czas podróży składał się zarówno z czasu jazdy w pojeździe, jak i ewentualnego oczekiwania na przesiadkę (por. Śleszyński, 2014).

⁹ Każda sygnatura na rycinie oznacza średnią efektywność transportową z danej stacji do wszystkich pozostałych w analizowanej sieci.

¹⁰ Należy rozgraniczyć pojęcia czas jazdy oraz czas podróży. Czas jazdy to tylko czas spędzony w pojeździe, natomiast na czas podróży składa się zarówno czas jazdy, jak i oczekiwania na przesiadkę (Śleszyński, 2014).



Ryc. 4. Czas jazdy między węzłami (średni).

Źródło: opracowanie własne.

kolejowe są niezelektryfikowane a ruch prowadzony jest wyłącznie autobusami szynowymi, najczęściej do najbliższych węzłów na głównym szlaku w województwie. Drugi z kolei to północna część województwa, na tzw. linii kluczborskiej. Są to stacje położone na zachód od Kluczborka (m.in. Wołczyn, Domaszowice), z których jakkolwiek podróż w kierunku centrum województwa związana jest z co najmniej jedną przesiadką w Kluczborku. Dodatkowo problem wydłużonego czasu jazdy został zidentyfikowany na linii z Kluczborka w kierunku Ostrowa Wielkopolskiego. W tym przypadku również istnieje konieczność obowiązkowej przesiadki w Kluczborku. Do stacji, które wykazują największe wartości omawianego wskaźnika zalicza się: Jaworzno, Pludry, Mąkoszyce, Kostów.

Należy zwrócić uwagę na wskaźnik mówiący o powiązaniach między węzłami kolejowymi, czyli o średniej liczbie przesiadek wynoszący 1,3 (minimalna 0,5, maksymalna to 3,2). Można go uznać za wskaźnik bezpośredniości. Oznacza to, że na większości badanych odcinków międzywęzłowych należy wykonać więcej niż jedną przesiadkę¹¹, ale najczęściej jest to

jedna przesiadka. Największa liczba przesiadek jest niezbędna w przypadku stacji Jaworzno koło Wielunia i wynosi 3,2 (ryc. 5). Oznacza to, że należy wykonać minimum trzy przesiadki, ale zdarzały się połączenia bazujące na czterech przesiadkach. Jest to skrajnie wysoka liczba przesiadek, która w sprawnym systemie transportowym nie powinna mieć miejsca.

Na 14% badanych powiązań międzywęzłowych liczba przesiadek niezbędnych jest mniejsza lub równa jednej. Oznacza to, że na tych trasach funkcjonują albo połączenia bezpośrednie, albo z maksimum jedną przesiadką¹². W województwie opolskim wymagana była najczęściej jedna lub dwie przesiadki w przemieszczeniach międzywęzłowych.

4.3. Połączenia bezpośrednie w ujęciu sieciowym

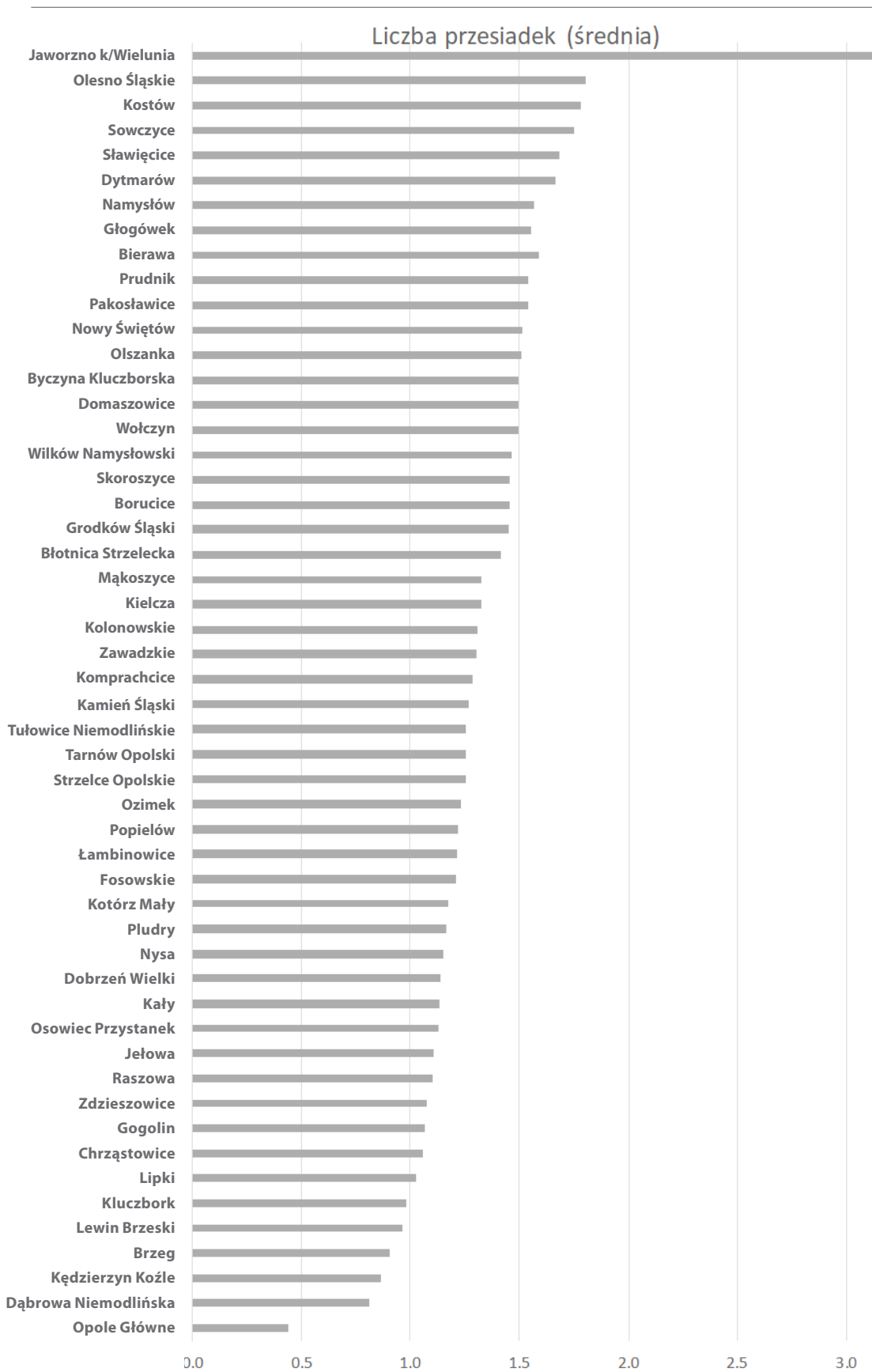
Największe wskaźniki połączeniowości występują na liniach magistralnych, generalnie widoczna jest polaryzacja w skali województwa (ryc. 6). Przeprowadzona analiza oparta była na zbadaniu z jakim odsetkiem węzłów w sieci dany węzeł ma połączenie bezpośrednie. Niezasadne jest tworzenie systemu transportowego, w którym każdy węzeł ma połączenia ze wszystkimi pozostałymi. Jest to również bardzo utrudnione ze względów technicznych. Mimo to wysoki stopień połączeniowości, w miarę możliwości, jest jak najbardziej potrzebny z punktu widzenia pasażera. Maksymalne wskaźniki zostały zidentyfikowane w głównych węzłach kolejowych (Opole, Brzeg, Kluczbork oraz Nysa). Podkreśla to ich istotną rolę jako „zwoorników” kolejowego systemu transportowego.

Ważny element analizy sieciowej stanowi tworzenie sieci opartej na połączeniach bezpośrednich między węzłami. Możliwe jest wtedy dokonanie analizy w oparciu o układy przestrzenne (ryc. 7). Średnia ranga węzła wynosiła 7, co oznacza, że węzeł był połączony z siedmioma pozostałymi węzłami w sieci. Na podstawie analizy rozkładu w przestrzeni wyznaczyć można trzy podstawowe układy: [1] północny, wzdłuż „linii kluczborskiej”, który jest połączony z [2] centralnym, wzdłuż szlaku Brzeg–Opole–Strzelce Opolskie, oraz [3] „nyski”, który oparty jest na Nysie, wraz z liniami w kierunku Brzegu, Opola oraz Kędzierzyna-Koźla.

Jeden z elementów, które mogą podlegać ocenie funkcjonowania stanowi rozkład stopnia węzłów. Jest to statystyka opisująca, ile jest węzłów o określonym stopniu powiązań. Przeprowadzona analiza połączeń bezpośrednich wykazała, że węzeł o największym stopniu (Opole) ma połączenia z 31 innymi węzłami. Dodatkowo zidentyfikowany został jeden węzeł,

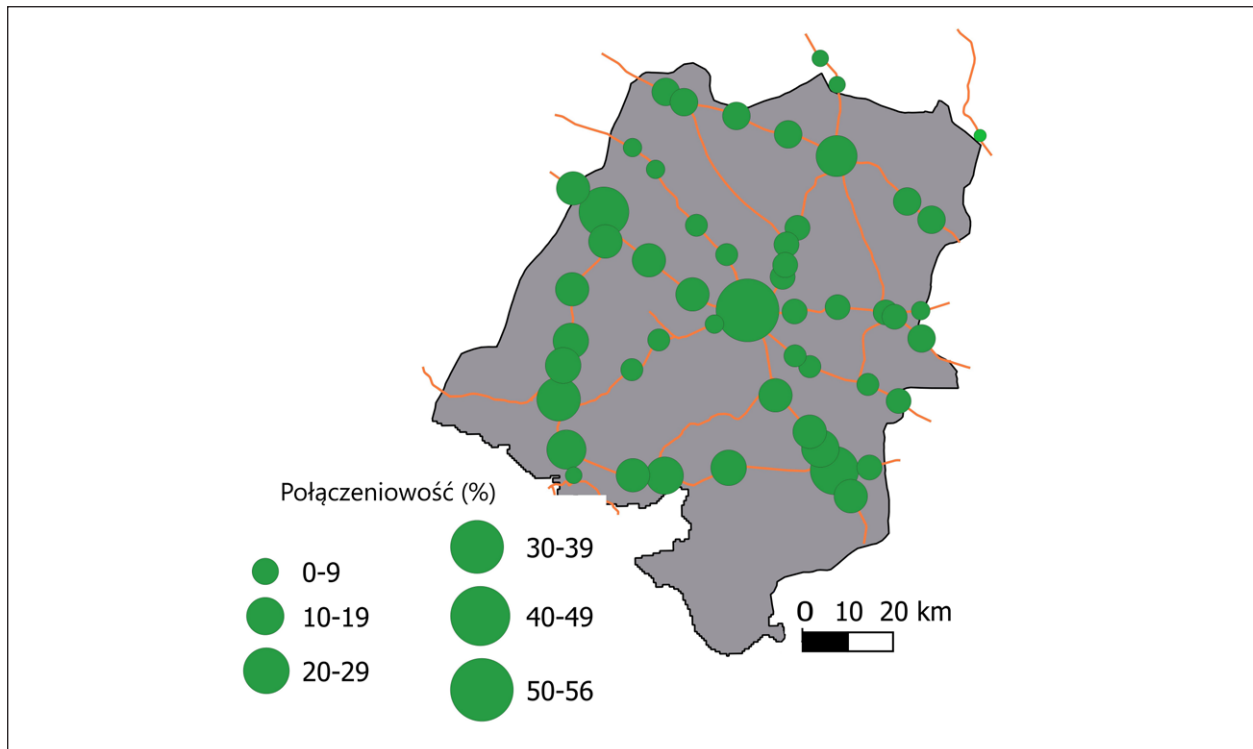
¹¹ Autor na podstawie rozkładu jazdy wytypował wszystkie połączenia przesiadkowe i sprawdził, ile średnio należy wykonać przesiadek. Na przykład, wskaźnik 2,3 oznacza, że potencjalny podróżny wykonywał dwie albo trzy przesiadki, w zależności od połączenia. Jeżeli jest on mniejszy niż 2,5 oznacza, że częściej należy się przesiąść dwa razy.

¹² Najczęściej potrzebna była jedna przesiadka, połączenia bezpośrednie stanowiły mniejszość.



Ryc. 5. Średnia liczba przesiadek między węzłami.

Źródło: opracowanie własne.

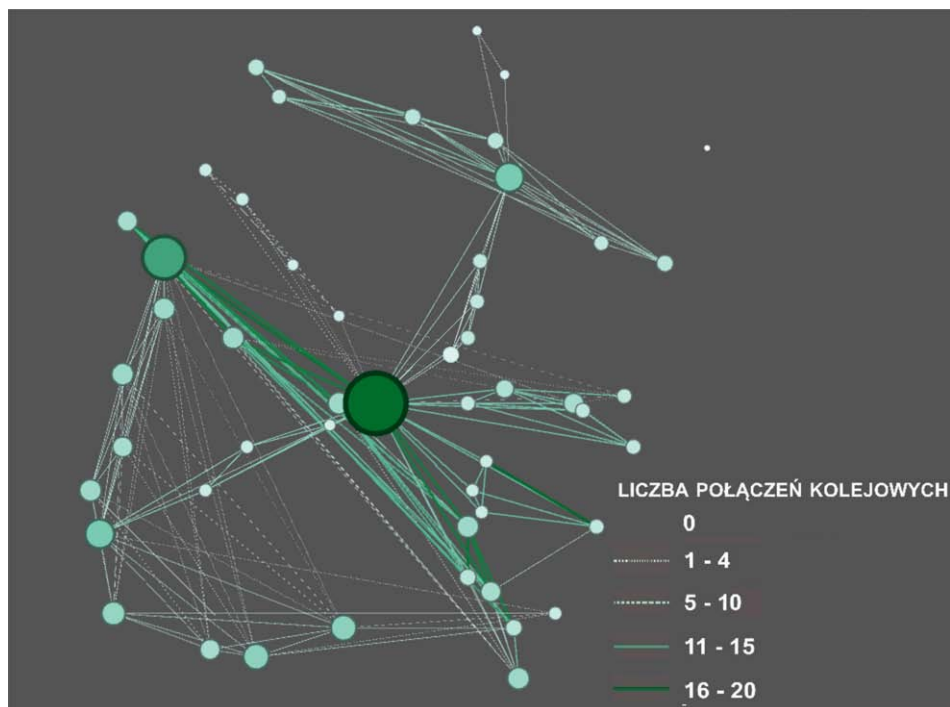


Ryc. 6. Odsetek węzłów osiągalnych z wykorzystaniem połączeń bezpośrednich (%).

Źródło: opracowanie własne.

który nie ma połączeń z pozostałymi (Jaworzno koło Wielunia; na ryc. 8 zaznaczony czerwonym kolorem). Sieć województwa opolskiego generalnie wykazuje

dużą liczbę węzłów o niskim stopniu (ryc. 8). Najwięcej (11) węzłów ma rangę 5 (czyli z tyłoma węzłami jest powiązana bezpośrednio).



Uwaga: Barwa węzła oznacza jego rangę, kolor krawędzi to liczba połączeń.

Ryc. 7. Powiązania bezpośrednie (między węzłami).

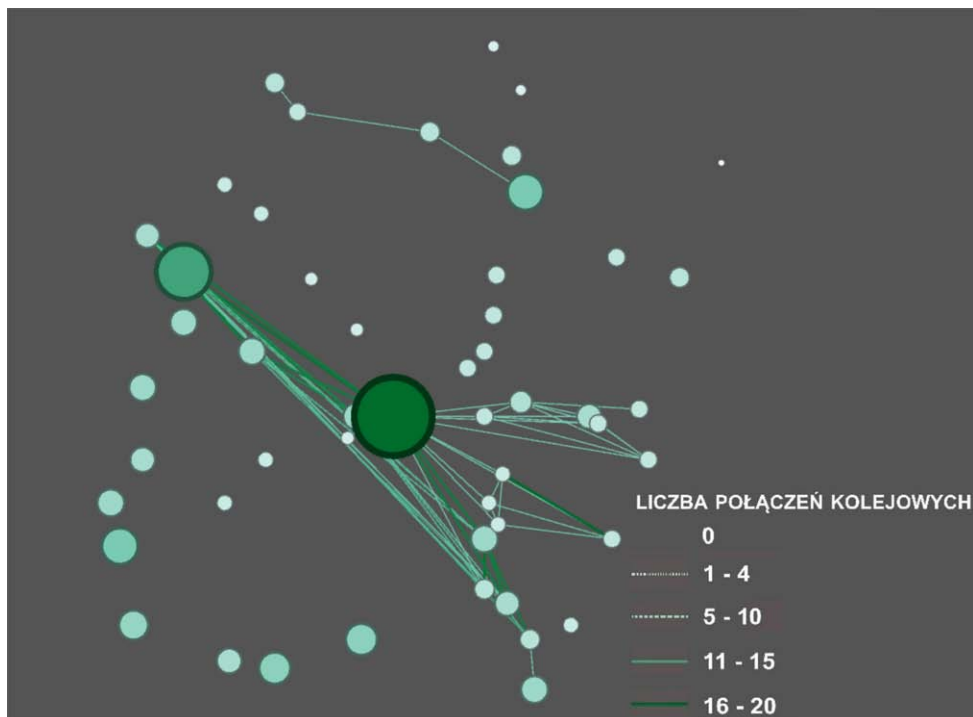
Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 8. Rozkład wskaźnika stopnia węzła, który stanowi informację jaki jest udział (Count) poszczególnych stopni węzłów¹³ (Value).

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wykazała dodatkowo negatywne zjawisko, które można nazwać defragmentacją systemu transportowego. Autor uznał, że minimalna oferta przewozowa powinna opierać się na minimum 10 połączeniach dziennie. Stworzona sieć (ryc. 9) jest oparta na takim kryterium.



Uwaga: Barwa węzła oznacza jego rangę, kolor krawędzi to liczba połączeń.

Ryc. 9. Powiązania bezpośrednie (większe niż 10 połączeń dziennie).

Źródło: opracowanie własne.

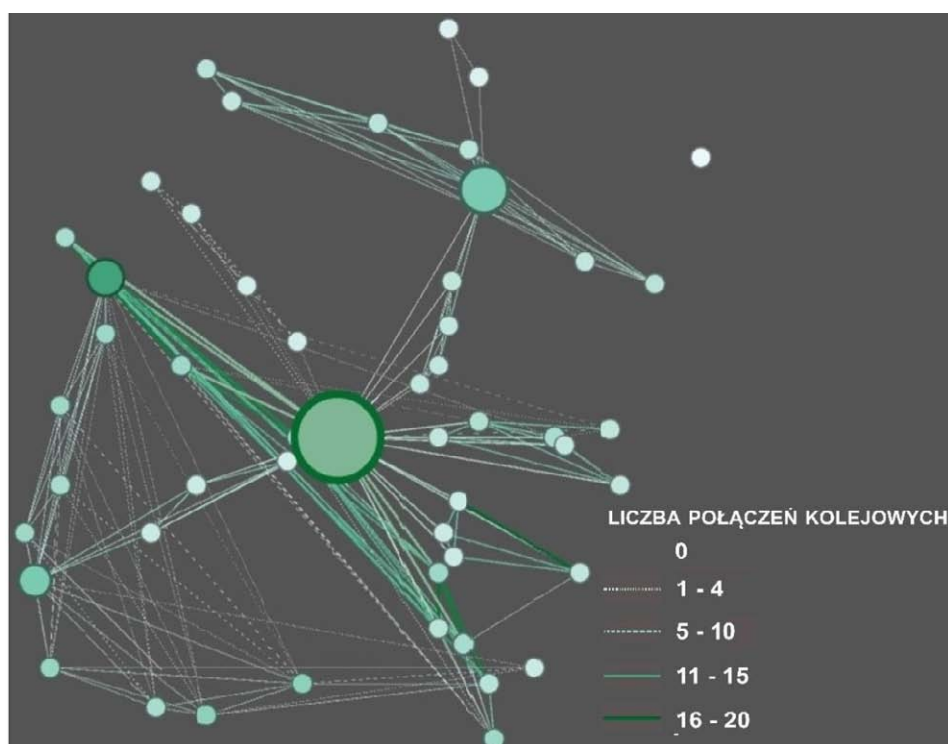
¹³ Na przykład, istnieje jeden węzeł, który nie wykazuje połączenia z żadnym pozostałym w sieci (ryc. 8). Z kolei występują dwa węzły, które są połączone z dwoma kolejnymi.

Z sieci, która wydawała się silnie rozwinięta i połączona (ryc. 7) powstała sieć o wysokim stopniu defragmentacji (ryc. 9). Praktycznie rzecz biorąc, są to dwie osobne sieci (linia kluczborska oraz opolska), z których zdecydowanie większa liczba połączeń funkcjonuje na trasie Brzeg–Opole–Kędzierzyn-Koźle/Strzelce Opolskie. Zwrócenie uwagi na zjawisko defragmentacji sieci na dwa osobne układy potwierdza istotną rolę odpowiedniego rozkładu jazdy. Jeżeli oferta znajduje się na niskim poziomie (który może być uznany ogólnie za „akceptowalny”) to dochodzi do podziału sieci. Jest to zjawisko zdecydowanie negatywne.

Badanie wskaźników sieciowych (poza połączeniami bezpośrednimi) zostało oparte na dwóch wskaźnikach: pośrednictwie (betweenesses) oraz bliskości (closeness).

Do ważnych (w kontekście całej sieci) stacji należy zaliczyć Brzeg, Kluczbork oraz Nysę.

Wskaźnik bliskości (ryc. 11) wykazuje mniejsze zróżnicowanie w kontekście przestrzennym. Przyjęte wysokie wartości wskaźnika wskazują na bliskość danego węzła względem pozostałych. Widoczna jest dominacja Opola jako węzła, który jest najłatwiej osiągalny z innych stacji. Wiąże się to niewątpliwie z pełnieniem przez Opole roli stacji początkowej oraz przelotowej dla wielu relacji pociągów. Można uznać, że stacje o wysokim wskaźniku bliskości wykazują tzw. „uprzywilejowaną pozycję” (Dołzbłasz, 2017). Stacje o niższych wartościach w tym przypadku znajdują się głównie na linii kluczborskiej oraz na niezelektryfikowanych szlakach w południowo-zachodniej części województwa.



Uwaga: Barwa węzła to natężenie wskaźnika, kolor krawędzi to liczba połączeń.

Ryc. 10. Wskaźnik pośrednictwa.

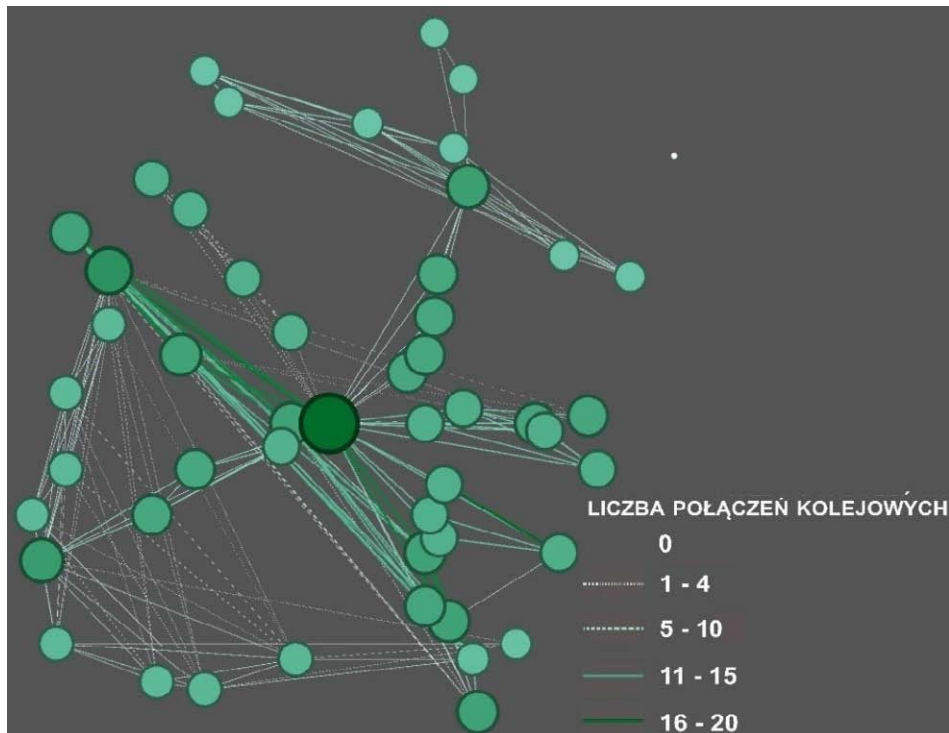
Źródło: opracowanie własne.

Wskaźnik pośrednictwa związany jest z liczbą ewentualnych najkrótszych ścieżek w sieci, które przebiegają przez konkretne węzły¹⁴ (ryc. 10). Generalnie przyjmuje się, że im wyższa wartość tym wyższa ranga danego węzła. Opole stanowi węzeł, który może być uznany za potencjalne miejsce utraty spój-

5. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzona analiza dotyczyła przede wszystkim rzeczywistych możliwości przemieszczeń, które oparte były na aktualnym rozkładzie jazdy. Poza elementami związanymi z powiązaniem czasowymi między węzłami oraz wynikającą z tego rolą efektywności transportowo-osadniczej dodatkowym aspektem, który został poddany badaniu były powiązania sieciowe w regionalnym systemie transportowym.

¹⁴ S. Dołzbłasz (2017, s. 48) określiła ten wskaźnik mianem pośrednictwa, czyli „częstością z jaką dany węzeł występuje w najkrótszych ścieżkach” w sieci.



Uwaga: Barwa węzła to natężenie wskaźnika, kolor krawędzi to liczba połączeń.

Ryc. 11. Wskaźnik bliskości (closeness).

Źródło: opracowanie własne.

Badanie pozwoliło na wyciągnięcie wniosków oraz zaproponowanie rozwiązań „*pro-kolejowych*”, które mogłyby usprawnić funkcjonowanie kolei, we wszystkich aspektach (w oparciu o ofertę przewozową oraz czas przejazdu, które są pochodnymi wysokiej kategorii technicznej linii). W badaniach była widoczna dominacja głównego ciągu komunikacyjnego Brzeg–Opole–Kędzierzyn-Koźle/ Strzelce Opolskie, który może zostać uznany za szkielet całego systemu, na którym od północy oraz od południa opiera się system linii kolejowych badanego obszaru. Do głównych węzłów należy zaliczyć: Brzeg, Opole, Nysę, Kluczbork oraz Strzelce Opolskie.

Ważne jest, że w części południowo-wschodniej (węzeł nyski) oraz północno-zachodniej (linia Kluczbork–Opole) linie pozbawione są elektryfikacji, w związku z czym ruch opiera się na autobusach szynowych. K. Małachowski (2006) wykazał, że szereg tras lokalnych może być obsługiwanych przez lekkie autobusy szynowe. Prowadzenie ruchu taborem spalinowym powinno być ograniczone do tras nieelektryfikowanych, które powinny pełnić funkcję „kolejowych tras dowozowych” do głównego szlaku kolejowego.

Do najważniejszych cech omawianego systemu kolejowego należy zaliczyć:

- 1) Defragmentację układów komunikacyjnych po zawężeniu analizy do pewnego określonego poziomu obsługi komunikacyjnej. Jest to pochodna zjawiska tzw. „polaryzacji komunikacyjnej” w województwie, które przejawia się istotnymi różnicami w zakresie oferty komunikacyjnej na poszczególnych liniach. Zdaniem autora, nie powinno się opierać systemu transportowego tylko na jednym głównym korytarzu transportowym, jeżeli jednocześnie nie jest zapewniony odpowiedni poziom obsługi komunikacyjnej pozostałych tras.
- 2) Silną dominacją niewielkiej liczby węzłów kolejowych, m.in. Opola, Kluczborka, Brzegu oraz Nysy. Są to potencjalne ośrodki rozwoju, które powinny być oparte na systemach przesiadek kolejowych, co umożliwia sprawną podróż (niekoniecznie bezpośrednią).
- 3) Istotne znaczenie linii nieelektryfikowanych, szczególnie w lokalnych układach: nyskim oraz kluczborskim. Linia kolejowa Opole–Kluczbork stanowi praktycznie jedyne połączenie sieci

kluczborskiej oraz opolskiej. Podkreśla to fakt, że o potencjale i zasadności funkcjonowania danych linii kolejowych należy rozstrzygać w kontekście całego systemu, a nie wyłącznie poszczególnych odcinków tras¹⁵.

- 4) Stosunkowo niewielką liczbę przesiadek niezbędną do wykonania podróży. Obliczony wskaźnik wykazał największy udział przesiadek na poziomie jednej, co można uznać za dopuszczalną wartość. Problemem może być ewentualny wydłużony czas oczekiwania na przesiadkę (np. powyżej 40 min).
- 5) Istnienie obszarów peryferyjnych o pogorszonej ofercie komunikacyjnej oraz o upośledzonych powiązaniach z obszarem centralnym.

Układ komunikacyjny województwa opolskiego stanowi dobrą podstawę do stworzenia systemu kolejowych połączeń dowozowych (spalinowych) do głównej magistrali, opartych na systemie przesiadek.

Analiza sieciowa, która została wykorzystana w badaniach pozwoliła na wyznaczenie układów lokalnych w regionalnych systemach transportowych oraz najważniejszych węzłów kolejowych. Może to stanowić podstawę do dalszych, poszerzonych badań wojewódzkich systemów kolejowych opartych na przewozach regionalnych.

Piśmiennictwo

- Beim M., Gadziński J., 2010, Badania satysfakcji pasażerów przewoźnika Arriva PCC w Polsce, *Transport Miejski i Regionalny*, 2, 2-11.
- Beim M., Heilmann M., 2012, Kształtowanie regionalnych strategii rozwoju transportu kolejowego na przykładzie Nadrenii-Palatynatu, *Przegląd Komunikacyjny*, 3, s. 16-27.
- Chaberko T., 2010, Potencjał kolei jako miejskiego i podmiejskiego środka transport w wybranych aglomeracjach Europy Środkowo-Wschodniej, *Prace Geograficzne*, 124, s. 59-71.
- Derrible S., 2012, Network Centrality of Metro Systems, *PLoS one* 7.7, s. 1-10.
- Derrible S., Kennedy C., 2010, Characterizing metro networks: state, form, and structure, *Transportation*, 37, 2, s. 275-297.
- Dolzbłasz S., 2017, *Sieci współpracy transgranicznej na pograniczach Polski*, Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego, 40, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław.
- Dziadek S., 1996, Funkcjonowanie transportu w miastach przygranicznych na przykładzie Cieszyna, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, I, s. 125-131.
- Dziadek S., 1998, Dostępność komunikacyjna ośrodków turystycznych Beskidu Śląskiego i Pogórza Śląskiego, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, III, s. 79-95.
- Dyr T., 2005, Reforma kolei i regionalizacja przewozów kolejowych – sukcesy i porażki, *Technika Transportu Szynowego*, 4, s. 39-47.
- Dyr T., 2008, Szanse i zagrożenia dla rozwoju rynku kolejowych przewozów regionalnych, *Technika Transportu Szynowego*, 11, s. 51-57.
- Górny J., 2013, *Kolejowe regionalne przewozy pasażerskie w Polsce w świetle polityki Unii Europejskiej*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Górny J., 2016, Samorząd wojewódzki jako organizator kolejowych regionalnych przewozów pasażerskich, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(4), s. 72-81.
- Guzik R., 2012, Porównanie dostępności przestrzennej w obszarach wiejskich Karpat Polski, Słowacji i Republiki Czeskiej [w:] P. Rosik, R. Wiśniewski (red.), *Dostępność i mobilność w przestrzeni*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa, s. 103-110.
- Guzik R., 2016, Transport publiczny a dostępność na obszarach wiejskich Szwajcarii, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(4), s. 49-61.
- Koleje pasażerskie w województwach – dynamika zmian, 2017, UTK, Warszawa.
- Kołoś A., Król M., Taczanowski J., 2017, Regionalizacja jako czynnik zmian w ofercie przewozowej kolei w Polsce na przykładzie czterech województw, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 20(4), s. 37-50.
- Komusiński S., 2010, Zanikanie sieci kolejowej na obszarach Polski wschodniej- przypadek województwa lubelskiego (2000-2010), *Prace Geograficzne*, 124, s. 101-110.
- Kowalczyk K., Rosik P., 2015, Wykorzystanie infrastruktury przez przewoźników kolejowych w obsłudze połączeń międzyaglomeracyjnych, *Logistyka*, 3, s. 5350-5357.
- Koziarski S., 1990, Struktura i funkcje sieci kolejowej w aglomeracjach miejsko-przemysłowych makroregionu południowego, *Przegląd Geograficzny*, LXII, 3-4, s. 289-307.
- Koziarski S., 2009, *Transport na Śląsku*, Instytut Śląski.
- Król M., Taczanowski J., 2016, So close, so different – Regional Rail Transport in Poland, the Czech Republic and Slovakia, *Yearbook of Antitrust and Regulatory Studies*, 9(14), s. 159-179.
- Kruszyna M., 2018, *Koleje miejskie i regionalne w Polsce*, Księży Młyn, Łódź.
- Lieberthal-Blumenfeld E., 2009, The Topology of Transportation Networks: A Comparison Between Different Economies, *Network Spatial Economics*, 9, s. 427-458.
- Lijewski T., 1985, *Układy komunikacyjne województw*, Dokumentacja Geograficzna, 1.

¹⁵ Należy zaznaczyć, że oprócz aspektu organizacyjnego, ewentualne likwidacje linii kolejowych niewiele dają w kontekście oszczędności finansowych. Transport kolejowy z reguły wykazuje wysokie koszty stałe, które są niezależne od istnienia jednej trasy (Majewski, 2006).

- Lin J., 2012, Network analysis of China's aviation system, statistical and spatial structure, *Journal of Transport Geography*, 22, s. 109-117.
- Majewski J., 2002, Współczesna sieć połączeń kolejowych w przestrzeni Polski, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, VIII, s. 181-201.
- Majewski J., 2006, Koleje regionalne w nowych warunkach społeczno-ekonomicznych w świetle badań potoków podróży, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, XII, s. 137-148.
- Małachowski K., 2006, Polskie szynobusy jako alternatywa dla kolei lokalnych, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, XII, s. 149-162.
- Massel A., 2004, Regionalizacja kolei w krajach Unii Europejskiej, *Technika Transportu Szynowego*, 1-2, s. 18-24.
- Rechłowicz M., Soczówka A., 2012, *Publiczny transport zbiorowy w przestrzeni konurbacji Rybnickiej*, Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec.
- Rosik P., 2016, Model uwarunkowań dostępności (NeST box) – integracja metod badawczych, atrybutów, komponentów i wymiarów dostępności, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 19(2), s. 7-15.
- 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., Pomianowski W., Goliszek S., Stępnik M., Kowalczyk K., Guzik R., Kołoś A., Komornicki T., 2017, *Multimodalna dostępność transportem publicznym gmin w Polsce*, Prace Geograficzne, 258, IGIPZ PAN, Warszawa.
- Runge J., Surmacz A., 1986, Komunikacja kolejowa na obszarze województwa katowickiego w latach 1880 i 1980. Analiza sieci i układu hierarchicznego, *Geographia. Studia et dissertationes, Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego*, 9, s. 117-131.
- Rychlewski J., 2015, Kształt sieci transportu publicznego a obligatoryjność przesiadek, *Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej*, 20, s. 103-120.
- Smolarski M., 2017, Transport kolejowy w obsłudze gmin we wschodniej części pogranicza polsko-czeskiego, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 20(1), s. 78-90.
- Stankiewicz R., Stiasny M., 2010, *Atlas linii kolejowych Polski 2010*, Eurosprinter, Rybnik.
- Śleszyński P., 2014, Dostępność czasowa i jej zastosowania, *Przeгляд Geograficzny*, 86, 2, s. 171-215.
- Taczanowski J., 2012, A comparative study of local railway networks in Poland and the Czech Republic, *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, 18, s. 125-139.
- Taczanowski J., 2015, The Effects of Liberalisation of the Passenger Railway Market on the Situation of Regional Rail Connections in Poland, Czech Republic, Slovakia and Austria, *Review of Economic Perspectives – Národohospodársky obzor*, 15, 3, s. 249-268.
- Taylor Z., 2002, Recent Changes in Polish Transport Policy, *Transport Reviews*, 24, 1, s. 19-32.
- Taylor Z., Ciechański A., 2017, *Deregulacja i przekształcenia przedsiębiorstw transportu lądowego w Polsce na tle polityki spójności UE*, Prace Geograficzne, 257, IGIPZ PAN, Warszawa.
- Wang J., Mo H., Wang F., Jin F., 2011, Exploring the network structure and nodal centrality of China's air transport, *Journal of Transport Geography*, 19, s. 712-721.
- Więckowski M., Michniak D., Bednarek-Szczepańska M., Chrenka B., Ira V., Komornicki T., Rosik P., Stępnik M., Székely V., Śleszyński P., Świątek D., 2012, *Pogranicze polsko-słowackie: dostępność transportowa a turystyka*, IGIPZ PAN, Warszawa.
- Wiśniewski S., 2015, Powiązania miast województwa łódzkiego w systemie kolejowego transportu w świetle potencjału komunikacyjnego, *Prace Geograficzne*, 140, s. 25-38.
- Wróbel I., 2000, Koncepcja regionalizacji kolejowych przewozów pasażerskich dla województwa mazowieckiego, *Technika Transportu Szynowego*, 10, s. 26-29.
- Zajfert M., 2015, Ekonomiczne uwarunkowania funkcjonowania pasażerskiego transportu kolejowego w Polsce; *Gospodarka Narodowa*, 6, s. 71-99.
- Żurkowski A., 2009, Modelowanie przewozów aglomeracyjnych, *Problemy Kolejnictwa*, 147, s. 5-47.