

Anna LOWER 

## KOMUNIKACYJNA ROLA MAŁEGO MIASTA JAKO WĘZŁA PRZESIADKOWEGO W STRUKTURZE AGLOMERACYJNEJ NA PRZYKŁADZIE SIECHNIC

2

Dr inż. arch. Anna Lower – *Politechnika Wroclawska*  
Wydział Architektury  
Katedra Urbanistyki i Procesów Osadniczych  
ul. Bolesława Prusa 53/55, 50-317 Wrocław  
e-mail: [anna.lower@pwr.edu.pl](mailto:anna.lower@pwr.edu.pl)

**ZARYS TREŚCI:** Małe miasta w strukturze aglomeracyjnej prezentują duże związki z miastem centralnym, generując wzmożony ruch drogowy. W artykule przedstawiono możliwości zlokalizowania parkingu P & R przy dworcu kolejowym w Siechnicach w celu odciążenia sieci drogowej. Dokonano następnie oceny tej lokalizacji za pomocą autorskiego modelu wnioskowania rozmytego. Uzyskane wyniki wskazują na możliwości pełnienia przez Siechnice roli węzła przesiadkowego po poprawie jakości komunikacji szynowej.

**SŁOWA KLUCZOWE:** P & R, węzeł przesiadkowy, parking.

### THE COMMUNICATION ROLE OF A SMALL TOWN AS AN INTERCHANGE HUB IN THE AGGLOMERATION STRUCTURE

**ABSTRACT:** Small towns in the agglomeration structure have large connections with the central city, generating increased traffic. The paper presents the possibilities of locating a P & R car park at the railway station in Siechnice to relieve the road network. This location was then evaluated using the author's fuzzy inference model. The obtained results indicate that Siechnice can play the role of an interchange after improving the quality of rail public transport.

**KEYWORDS:** P & R, interchange hub, car park.

## 2.1. Wprowadzenie

Małe miasta są istotnym elementem aglomeracyjnej struktury osadniczej, społecznej i gospodarczej. W dużym stopniu koncentruje się w nich potencjał całego obszaru. Według badań (Bartosiewicz 2012), wokół największych miast polskich położonych jest około 120 małych miast, których liczba mieszkańców nie przekracza 25 tys. Większość z tych miast pozostaje w ścisłych relacjach z miastami centralnymi. Jest to naturalny proces wynikający z dużo bogatszego i dynamicznie rozwijającego się zaplecza usługowego, jakie może zaoferować miasto centralne. W konsekwencji rodzi to intensywne powiązania komunikacyjne pomiędzy jednostkami, przy czym obecnie duża część podróży wykonywana jest za pomocą indywidualnego transportu samochodowego. Są to dojazdy do miejsc pracy i edukacji oraz do usług (Bartosiewicz 2012). Małe miasta w strukturze aglomeracyjnej stają się dobrym miejscem do zamieszkania, oferując usługi w zakresie podstawowym i bliskość dużego ośrodka miejskiego. Coraz częściej świadoma polityka władz lokalnych staje się czynnikiem warunkującym rozwój małych miast. Jest to proces decyzyjny ukierunkowany na budowanie przestrzeni publicznych, rozwój usług, wśród których istotną rolę pełnią usługi społeczne. Autorki M. Belof i M. Kukuła (2013) przeprowadziły analizę zmian ludnościowych w obrębie wybranych ośrodków miejskich, w celu sprawdzenia wpływu polityki władz lokalnych na liczebność mieszkańców miasta. Wielkości te zostały zestawione z odpowiadającymi im danymi dla obszarów wiejskich. Okazało się, że te z miast, które prowadzą aktywną politykę na rzecz wzmocnienia przestrzeni publicznych i sektora usług, odnoszą sukces w zahamowaniu odpływu mieszkańców, a nawet czasem w pozyskiwaniu nowych. Jednak w ciągu ostatnich dziesięciu lat znacząco wzrosła skala rozprzestrzeniania się zabudowy na obszarach wiejskich, w efekcie często przewyższając wzrost liczby ludności w małych miastach. Są to obszary niejednokrotnie pozbawione niezbędnej infrastruktury społecznej i komunikacyjnej, szczególnie w kontekście powiązania transportem zbiorowym z pobliskimi miastami. Brak przestrzeni publicznych czy usług powoduje, że mieszkańcy swoje potrzeby w tym zakresie realizują w miastach ościennych, a przede wszystkim w mieście centralnym, dojeżdżając za pomocą prywatnych samochodów. Prowadzi to do wzrostu kongestii na drogach wlotowych i w samym mieście, co pogłębia już istniejące problemy współczesnych dużych miast w zakresie transportowym. Wiele opinii, m.in. A. Belof i M. Kukuły (2013) czy R. Dutkiewicza (2018) wskazuje na możliwe rozwiązanie tego narastającego problemu, jakim może być odpowiednia struktura aglomeracyjna transportu zbiorowego, w której małe miasta pełnić będą ważną rolę węzła przesiadkowego. Taka tendencja jest również odpowiedzią na podejście Unii Europejskiej do problemu mobilności. Współcześnie duży nacisk kładziony jest na optymalizację podróży z wykorzystaniem różnych środków transportu i tworzenie współmodalności pomiędzy różnymi

mi rodzajami transportu zbiorowego (pociąg, tramwaj, metro, autobus, taksówka) oraz indywidualnego (samochód, motocykl, rower, chodzenie pieszo). Jedną z metod uzyskania efektu optymalizacji podróży jest wprowadzanie systemu *Park and Ride* (P&R) zarówno na poziomie miasta, jak i całego otoczenia aglomeracyjnego. Pojawiają się już przykłady polskich małych miast, które zauważyły potrzebę lokalizacji węzłów przesiadkowych w systemie P&R. Na takie rozwiązanie zdecydowały się władze Sławna, małego miasta w województwie zachodniopomorskim, w którym wykonana została modernizacja dworca kolejowego i obiekt został rozbudowany o parking dla samochodów osobowych w systemie P&R (Załuski 2014).

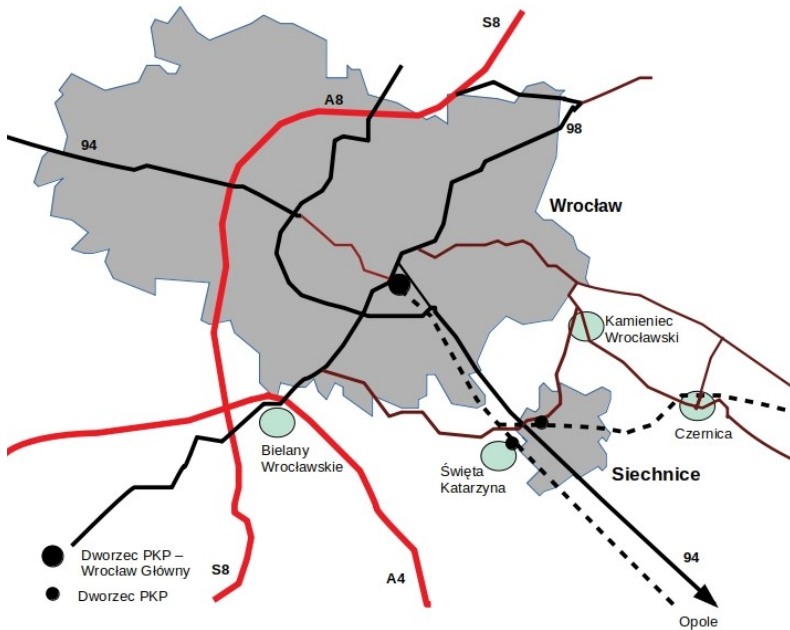
## 2.2. Studium przypadku – Siechnice

Do badań wybrano monocentryczną aglomerację wrocławską. W województwie dolnośląskim znajduje się łącznie 91 miast, z czego 72 miasta mają liczbę ludności nie przekraczającą 20 000 mieszkańców (dane GUS z dnia 30 czerwca 2017). Szczegółowe badania obejmą miasto Siechnice (7 388 mieszkańców)<sup>1</sup>, które zostało wybrane ze względu na swoją specyfikę. Miasto położone jest w pobliżu Wrocławia, przy drodze krajowej nr 94 Wrocław–Opole; 10–12 km od węzłów autostradowych autostrady A4 (E-40) w Bielanych Wrocławskich i Krajkowie; 13 km od centrum Wrocławia. Przez miejscowość przechodzi także linia kolejowa Wrocław–Jelcz-Laskowice. Stacja kolejowa znajduje się w okolicach centrum miejscowości i odjeżdżają z niej bezpośrednie pociągi do Wrocławia oraz Jelcza-Laskowic (przez Kotowice, Czernicę). Istotnym elementem jest dobrze rozwinięta infrastruktura transportu publicznego z Wrocławiem. Schemat powiązań komunikacyjnych przedstawia ryc. 1.

Siechnice są miastem młodym, prawnie dopiero od 1.01.1997 roku. Wcześniej były wiejską osadą, pierwotnie rolniczą, a następnie rolniczo-przemysłową. W 1833 roku, gdy otwarto szkołę katolicką, mieszkało w Siechnicach 638 osób, istniało 37 domów oraz szpital, młyn, trzy wiatraki i karczmy, swoje zakłady prowadziło 14 rzemieślników. Wraz z rozwojem przemysłu sukienniczego rolnictwo przestawiło się na hodowlę owiec. Na początku XX wieku wybudowano zakłady przemysłowe – elektrownię (późniejsza elektrociepłownia „Czechnica”) i wytwórnię karbidu przekształconą później na hutę. Znaczna część mieszkańców prowadziła gospodarstwa rolne, będąc jednocześnie zatrudniona w tych dwóch dużych zakładach pracy. Założony w latach 20. XX wieku rolniczy instytut hodowli zwierząt (istniał do 2000 r.) współpracował z Uniwersytetem Wrocławskim. W 1937 roku liczba mieszkańców wyniosła już 1500.

---

<sup>1</sup> Dane: [http://siechnice.gmina.pl/strona-60-gmina\\_w\\_liczbach.html](http://siechnice.gmina.pl/strona-60-gmina_w_liczbach.html) (dostęp: 20.09.2019).



**Ryc. 1.** Schemat powiązań komunikacyjnych Siechnic

Źródło: oprac. własne.

Z danych zebranych przez autorkę (Gonda-Soroczyńska 2007) wynika, że głównymi czynnikami, które zadecydowały o nadaniu praw miejskich były m.in. wzrost liczby mieszkańców, zmiany w użytkowaniu terenów, w miarę wykształcony układ urbanistyczny, rodzaj zabudowy (budownictwo wielorodzinne obok jednorodzinne), wzrost poziomu wykształcenia mieszkańców do poziomu nie odbiegającego od przeciętnego miejskiego, funkcje o charakterze ponadlokalnym, względy polityczne. Niecodzienną sytuacją jaka zaistniała później był fakt, że od momentu uzyskania statusu miasta, Siechnice stały się jednym z nielicznych w Polsce miast nie będących siedzibą gminy, w której się znajdują – siedzibą gminy była wieś Święta Katarzyna. Taki stan trwał do 1 stycznia 2010 roku, w którym na mocy §5 Rozporządzenia Rady Ministrów<sup>2</sup> siedziba rady gminy została przeniesiona z dotychczasowej lokalizacji do Siechnic.

Obecnie Siechnice są miastem, w którym występują wszystkie dotychczasowe funkcje – mieszkaniowa, mieszkaniowo-usługowa, przemysłowa, wypoczynkowa i rolnicza, zmieniła się jednak ilość i wielkość obszarów pełniących je. Dominuje przemysł energetyczny, ogrodniczy, usługi, w tym usługi krawieckie, drobne inne

<sup>2</sup> *Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 lipca 2009 roku w sprawie utworzenia, ustalenia granic i nazw gmin oraz siedzib ich władz, ustalenia granic niektórych miast oraz nadania niektórym miejscowościom statusu miasta* (Dz.U., 2009, nr 120, poz. 1000).

zakłady usługowe (Gonda-Soroczyńska 2007). W 1988 roku, na skutek protestów społecznych spowodowanych świadomością szkodliwego wpływu metali ciężkich z hałdy żużli pohanicznych na pobliski system wodonośny, zamknięta została huta. Całkowity proces likwidacji zakończył się w 1995 roku. Obecnie na terenie byłego zakładu rozpoczęto budowę nowoczesnej instalacji do spalania biomasy dla Elektrociepłowni „Czechnica” i prowadzona jest rekultywacja tego obszaru.

Siechnice konsekwentnie budują swoją tożsamość miasta, które nie jest sypialnią Wrocławia, lecz samodzielną jednostką, będącą centrum regionu, miejscem, w którym można znaleźć zarówno dobre warunki do zamieszkania, jak i pracę, miejsce udanego wypoczynku i edukację na poziomie podstawowym<sup>3</sup>. Obecnie w Siechnicach znajduje się 17 placówek edukacyjno-opiekuńczych, w tym: 7 żłobków, 3 przedszkola, 2 szkoły podstawowe. Ponadto jest 30 placówek będących instytucją publiczną – w tym ZOZ, SP, przedszkole, targowisko, kościół. Pozostałe usługi to: usługi gastronomiczne – 16 obiektów, placówki bankowe – 7, przemysł i produkcja – 22, sklepy i handel – 66, usługi sportu – 19, usługi kosmetyczno-fryzjerskie 20, usługi zdrowia 20 oraz usługi inne – 50 obiektów.

Do budowania wizerunku samodzielnego miasta prowadzić mają zarówno świadome działania promocyjne, jak i konkretne decyzje przestrzenne, które są następstwem zmian polityczno-administracyjnych. W efekcie Siechniczanie identyfikują się ze swoim miastem. Bardzo zależy im na jego rozwoju. Pragną, by zwiększała się w nim liczba miejsc pracy, by dbano o ogólny jego wygląd i czystość. Chcieliby aktywniej uczestniczyć w podejmowaniu ważnych dla miasta decyzji, jak wykazały badania ankietowe przeprowadzone przez Autorkę (Gonda-Soroczyńska 2007). W pewnym stopniu osłabia to zależność Siechnic od potężnego sąsiada, jakim jest Wrocław, ale nie jest w stanie tej zależności zlikwidować. Jest to charakterystyczna cecha wszystkich tego typu obszarów aglomeracyjnych. Dla porównania, badania prowadzone w łódzkim obszarze metropolitalnym dla miast o podobnej wielkości i zależności z sąsiednią metropolią również wykazały silne związki z miastem centralnym (Bartosiewicz 2012). Są to relacje głównie na poziomie zaspokojenia potrzeb dostępu do usług ponadpodstawowych, dojazdów do miejsc rozrywki, do miejsc oferujących imprezy kulturalne, do placówek edukacyjnych na poziomie średnim i wyższym. W zdecydowanej większości dominują przejazdy własnym środkiem transportu. We wrocławskim obszarze funkcjonalnym sytuacja dojazdów wygląda podobnie, co skutkuje znaczną kongestią w godzinach szczytu komunikacyjnego. Siechnice stają się zarówno źródłem ruchu, jak również, w pewnym stopniu, punktem przesiadkowym dla wielu podróży wykonywanych za pomocą komunikacji zbiorowej, oferując bezkolizyjny i relatywnie szybki transport kolejowy. Może to stanowić duży potencjał dla odciążenia komunikacji kołowej, dając możliwość alternatywną dla

<sup>3</sup> <https://wroclife.pl/nasze-miasto/maly-sasiad-wroclawia-duza-konkurencja-dla-stolicy-dolnego-slaska/> (dostęp: 30.09.2019).

podróży indywidualnych. Aby dworzec kolejowy działał prawidłowo jako węzeł przesiadkowy, muszą być spełnione warunki lokalizacyjne, przestrzenne i funkcjonalne. Część z tych warunków już jest spełnionych z racji zastanej, istniejącej lokalizacji dworca, który dość korzystnie położony jest blisko centrum miejscowości, w odległości 1 km od rynku, w dogodnym powiązaniu z drogą krajową nr 94. Brakuje natomiast dobrej organizacji strefy otaczającej dworzec – czytelnego wejścia, parkingów dla samochodów osobowych zlokalizowanych blisko obiektu, jak również parkingów dla rowerów.

Wrocławski obszar funkcjonalny musi mierzyć się z problemami komunikacyjnymi, które dotyczą wszystkich współczesnych układów aglomeracyjnych. Sukcesywnie rosnąca popularność samochodu osobowego, jak również transportu drogowego, powoduje znaczące zwiększenie udziału takich podróży we wszystkich podróżach codziennych. Już badania z 2015 roku<sup>4</sup> pokazały zależności funkcjonalno-przestrzenne w obrębie układu aglomeracyjnego. Wykazano, że wśród gmin ościennych, do których zalicza się również gmina Siechnice, udział osób dojeżdżających do pracy do Wrocławia w liczbie pracujących według miejsca zamieszkania w 2012 r. wynosił ponad 20% (Dutkiewicz 2018). Dodatkowo kontrolny pomiar ruchu, jaki przeprowadzono w 2015 roku na wybranych wlotach do miasta, jednoznacznie pokazał znaczny wzrost ruchu, szczególnie z kierunków południowego i wschodniego, miejscami aż do 220%. To obrazuje skalę problemu komunikacyjnego, dla którego jedynym sensownym rozwiązaniem wydaje się być wzmocnienie komunikacji zbiorowej, ze szczególnym uwzględnieniem transportu szynowego jako systemu bezkolizyjnego. Autorzy Studium (Dutkiewicz 2018) zwracają uwagę, że Wrocławski Obszar Funkcjonalny ma dobrze rozwiniętą sieć kolejową, jej układ jest korzystny, prowadząc trasy wzdłuż układu drogowego, aż do centrum miasta. Daje to duże szanse na budowę zintegrowanego układu komunikacyjnego. Integracja oparta o punkty przesiadkowe, umożliwiające pozostawienie samochodu na obrzeżach miasta i kontynuację podróży w kierunku centrum miasta za pomocą transportu kolejowego może przynieść znaczące korzyści. Dla miasta – można spodziewać się zmniejszenia ruchu samochodowego, indywidualnie – szybsza podróż, bez kłopotliwego szukania miejsca parkingowego w centrum. Niestety, obecnie kolej nie jest atrakcyjną alternatywą, ze względu na zbyt niską częstotliwość kursowania oraz mocno ograniczone zaufanie spowodowane częstymi spóźnieniami, co w oczach podróżnych podważa wiarygodność przewoźnika. Niemniej jednak, przy poprawie jakości infrastruktury, która pozwoli na zwiększenie prędkości przejazdu, kolej może stać się realną alternatywą dla podróży samochodem i zadziałać naprawczo na problem komunikacyjny miasta.

---

<sup>4</sup> „Studium spójności funkcjonalnej we Wrocławskim Obszarze Funkcjonalnym”, dokument z 2015 roku.

Dokument Studium (Dutkiewicz 2018) jako jeden z priorytetów komunikacyjnych wskazuje wzmocnienie linii kolejowych poprzez zapewnienie połączeń kolejowych z odpowiednią częstotliwością oraz poprawę struktury przestrzennej w otoczeniu linii kolejowych. Należy również dokonać weryfikacji pod kątem usytuowania przystanków w odniesieniu do istniejącej tkanki urbanistycznej oraz usytuowania nowych przystanków dopasowanych do powstałej nowej zabudowy. W celu sprostania współczesnym wymaganiom komunikacyjnym opracowany został transportowy model funkcjonowania Wrocławia i okolic. Zakłada on wydzielenie strefy centralnej, która ma się charakteryzować ograniczoną dostępnością samochodową. Strefę centralną otaczają cztery koncentrycznie ułożone pierścienie. Pierwszy pierścień tworzy obwodnicowy układ kolejowy, wprowadzając w obszar sąsiadujący z centralnym aglomeracyjnym węzły przesiadkowe oparte o kolej, tramwaj i autobus, uzupełnione o parkingi systemowe. Drugi pierścień to połączone komunikacyjnie miejskie parkingi P&R oraz B&R. Trzeci pierścień obejmuje przedmieścia Wrocławia oraz miejscowości leżące poza granicami miasta, ale w jego bliskim sąsiedztwie. Na jego obwodzie oznaczono miejsca lokalizacji parkingów aglomeracyjnych P&R i B&R. Wszystkie są umiejscowione na przecięciu z promieniście rozchodzącym się układem kolejowym. W obrębie Wrocławia układ tworzą: Klecina, Leśnica, Maślice, Osobowice, Poświętne, Psie Pole, Wojnow. Poza terenem miasta Wrocław są to: Siechnice, Żerniki Wrocławskie i Smolec. Ostatni pierścień wskazuje lokalizację ważniejszych miast aglomeracji, połączonych z Wrocławiem układem drogowym i kolejowym. (Dutkiewicz 2018).

Dobra dostępność komunikacyjna miasta, stanowiącego trzon układu aglomeracyjnego, jest bardzo ważna dla rozwoju pozostałych jednostek. Jej poprawa może zwiększyć atrakcyjność inwestycyjną miast leżących w sąsiedztwie miasta dużego, a co za tym idzie, stworzyć lepsze warunki ich rozwoju. Pokazali to autorzy (Mlek i Zipser 2007) za pomocą modelowania koncentracji, które wykazało, że poprawa pozycji danej jednostki w sieci komunikacyjnej w wyraźny sposób polepsza jej warunki rozwoju. Dotyczyło to również miejscowości, które w momencie badań były małymi miastami o niewielkim potencjale ludnościowym.

### 2.3. Opis metody badawczej

Prowadzone są szeroko badania pod kątem doboru najlepszego miejsca dla parkingu, zarówno miejskiego, obsługującego wybrany fragment strefy centralnej, jak i parkingu strategicznego w systemie P&R. Stosowane są różne metody wyznaczania najlepszej lokalizacji, np. metoda wielokryterialna. Z. Neisani Samani i in. (2018) przedstawiają koncepcję wspólnego podejmowania decyzji za pośrednictwem sieci geoprzestrzennej w celu przewidywania wyboru miejsca pod parking publiczny. Jest to interesująca metoda, w której bada się preferencje dużej grupy użytkowników, na różnych poziomach decyzyjnych – ekspertów, urzędni-

ków i mieszkańców. Możliwa do zastosowania dla wyznaczania dogodnych lokalizacji parkingów publicznych, miejskich, obsługujących strefę, w której znajdują się usługi rozproszone. Również S. Kazazi Darani i in. (2018) zajmują się badaniem możliwości lokalizowania parkingów i kryteriów wyboru miejsca w zwartej strukturze istniejącego miasta. Zastosowano w tych badaniach inną metodę – hybrydową wielokryterialną metodę decyzyjną, powstałą z połączenia procesu hierarchii analitycznej i techniki kolejności preferencji według podobieństwa do metod rozwiązywania idealnego w środowisku rozmytym.

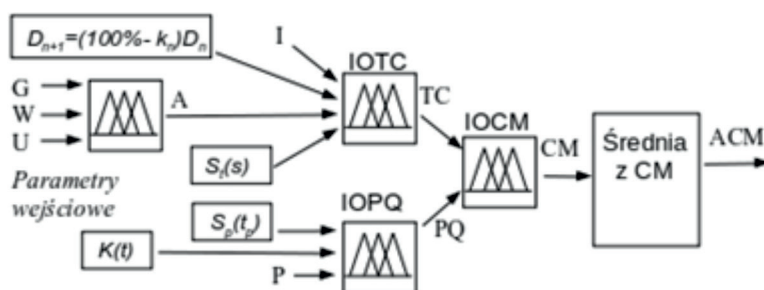
W badaniach stosowana jest też logika rozmyta. Jest ona użytecznym narzędziem, które może być wykorzystane na różnych etapach – planowania systemów transportowych i zarządzania nimi. Przykładowo Z. Chen, J. Xia i B. Irawan (2013) stosują modele prognozy rozmytej do oszacowania możliwości dostępności parkingu w okresie szczytowego zapotrzebowania. Zbudowany model pomaga użytkownikom w procesie decyzyjnym, który parking wybrać ze względu na wybrany cel podróży, analizując połączenia środkami transportu zbiorowego według aktualnego rozkładu jazdy.

Na korzyści lokalizowania parkingu przesiadkowego przy dworcu kolejowym zwracają uwagę W. Clayton i in. (2014). Badali oni zachowania komunikacyjne mieszkańców brytyjskiego miasta Bath, biorąc pod uwagę czynniki przestrzenne, społeczno-ekonomiczne i demograficzne. Wyniki badań wskazują, że odległość od celu podróży i dostępność parkingu P&R może wpłynąć na decyzję o wykorzystaniu parkingów docelowych. Wynika to też ze specyfiki samego miasta Bath, które ma zwartą strukturę. Przy obsłudze podróżnych z gmin sąsiednich autorzy podkreślają wartość węzłów przesiadkowych opartych o transport szynowy.

Do przeprowadzenia badań jakości terenu przy dworcu kolejowym w Siechnicach i jego przydatności jako węzła przesiadkowego wybrana została autorska metoda oparta o logikę rozmytą. Polega ona na komputerowej analizie jakości wybranej lokalizacji za pomocą autorskiego modelu wnioskowania rozmytego. Model zbudowany został do oceny wybranego miejsca pod kątem możliwości wykorzystania go dla parkingu strategicznego w systemie P&R (Lower i Lower 2015, 2016). Aby można było użyć modelu, trzeba przeprowadzić analizę położenia miejsca i uwarunkowań lokalnych. Wyniki takich analiz są następnie formalizowane i zapisane liczbowo jako parametry wejściowe do modelu w skali 0–100, gdzie 100 oznacza najwyższą ocenę. Następnie wprowadzone do modelu, za pomocą programu Matlab.

Model, zbudowany przy współpracy autorki, analizuje lokalizację w dwóch zasadniczych kategoriach – wskaźnika terytorialnego i wskaźnika komunikacji zbiorowej. Każda lokalizacja oceniana jest najpierw pod kątem jakości uwarunkowań wynikających z samego położenia, w kontekście trasy wlotowej do miejscowości, a następnie jakości komunikacji zbiorowej możliwej do wybrania przez podróżnego. Schemat modelu wnioskowania przedstawiony jest na ryc. 2.





Ryc. 2. Model wnioskowania rozmytego do oceny jakości wybranej lokalizacji  
Źródło: oprac. własne.

Parametrami wejściowymi są następujące dane:

- wielkość napływu ruchu samochodowego (parametr I) – ilość samochodów zmierzających do miasta każdego dnia, korzystających z danej drogi, do oceny wyznaczenia wielkości I nie jest konieczna precyzyjna liczba pojazdów;
- jakość drogi, która stanowi główny korytarz komunikacyjny (parametr D) – czas i wygoda dojazdu związana z jakością drogi, liczbą skrzyżowań, zwężeń, przejazdów i innych przeszkód spowalniających ruch;
- powiązania obiektu z główną drogą (parametr A) – łatwość i czytelność dostępu do obiektu od strony drogi głównej;
- odległość od centrum miasta, które stanowi w modelu cel ruchu (parametr  $S_i$ ).

W efekcie modelowania otrzymujemy terenowy wskaźnik jakości lokalizacji (TC), który jest wynikiem wnioskowania modelu lokalnego IOTC. Następnie wybrane miejsce zostaje poddane ocenie za pomocą drugiego modelu lokalnego, który bierze pod uwagę zależność danego miejsca od środków komunikacji zbiorowej. Na jakość lokalizacji wpływa m.in.:

- jakość węzła (parametr K) – uwarunkowania świadczące o atrakcyjności węzła: liczba możliwych środków do wyboru (autobus, tramwaj, metro, kolej itp.), liczba różnorodnych połączeń w ramach każdego ze środków, jakość i częstotliwość kursowania połączeń (tabor i taktowanie);
- droga dojścia od samochodu do przystanku komunikacji zbiorowej (parametr P): odległość, jaką musi pokonać podróżny po wyjściu z samochodu w celu przesiadki do komunikacji zbiorowej i jakość tego dojścia;
- odległość parkingu od centrum miasta, celu ruchu (parametr  $S_p$ ) – dystans w kategorii czasu dojazdu środkami komunikacji zbiorowej.

Parametry wejściowe do modelu wyznaczone są ekspercko, jednak w celu umożliwienia wyznaczenia ich nawet przez osobę nie znającą dobrze miasta, przygotowane zostały reguły umożliwiające takie działanie (Lower i Lower 2016). Parametr I określany jest w oparciu o dane o natężeniu ruchu dostępne powszechnie, np. z map Google. Parametr D wyznaczany jest zgodnie ze wzorem (1):

$$D_{n+1} = (100\% - k_n) D_n \quad (1)$$

gdzie:

$$D_0 = 100\%,$$

$n$  – numer kolejnej przeszkody,

$k_n$  – procentowa waga kolejnej przeszkody,

$D_n$  – wskaźnik jakości drogi z uwzględnieniem przeszkód od 1 do  $n$  (Lower i Lower 2016).

Parametr  $A$  wyznaczany jest za pomocą lokalnego modelu wnioskowania rozmytego biorącego pod uwagę:  $G$  – łatwość i czytelność dostępu do obiektu od strony drogi głównej,  $W$  – widoczność parkingu od strony drogi,  $U$  – poziom dostępności, np. lokalizacja po prawej lub lewej stronie drogi, czytelność oznakowań. Szczegółowe reguły wnioskowania zostały opublikowane w opracowaniu A. Lower i M. Lower (2016). Parametr  $S_t$  określa odległość analizowanego miejsca od rzeczywistego celu podróży, którym zwykle jest strefa centralna miasta. W kategoriach przesiadkowych, im większa odległość (mierzona w km), tym wyższa wartość parametru. Wartość 100 zostaje osiągnięta przy lokalizacji poza obszarem kongestii lub na jego granicy. Parametr  $K$ , ilustrujący jakość komunikacji zbiorowej, wyznaczany jest zgodnie ze wzorem (3), gdzie parametr pośredni został wyliczony zgodnie ze wzorem (2).

$$y = 30 \cdot 1,07^{(20-t)} \quad (2)$$

gdzie:  $t$  – jest wartością funkcji, czas oczekiwania (w minutach).

$$K = \begin{cases} y & \text{dla } y \leq 100 \\ 100 & \text{dla } y > 100 \end{cases} \quad (3)$$

Parametr  $P$  określa drogę dojścia od zaparkowanego samochodu do przystanku komunikacji zbiorowej. Wartość najwyższa osiągnięta jest w przypadku dojścia zajmującego maksymalnie 3 min w komfortowych warunkach – chodnik, zadanie, przestrzeń dostępna dla osób niepełnosprawnych. Parametr  $S_p$  przedstawia odległość lokalizacji od centrum miasta w kategorii możliwości dotarcia za pomocą środków transportu zbiorowego. Jest zależny od czasu potrzebnego na dotarcie do centrum za pomocą transportu publicznego ( $t_p$ ) w porównaniu z czasem potrzebnym na dojazd samochodem ( $t_w$ ). Należy przyjąć, że czas dojazdu komunikacją zbiorową ( $t_p$ ) równy wyliczonemu czasowi  $t_w$  daje wartość parametru  $S_p = 50$ . Jeżeli  $t_p < t_w$ , to parametr  $S_p$  przyjmie wartości większe niż 50. W przypadku, gdy  $t_p > t_w$ , to parametr  $S_p$  przyjmie wartości mniejsze niż 50.

Szczegółowy opis wyznaczania parametrów wejściowych do modelu można znaleźć w opracowaniu A. Lower i M. Lower (2016).

W efekcie modelowania otrzymujemy wskaźnik jakości transportu publicznego (PQ), który jest wynikiem wnioskowania modelu lokalnego IOPQ.

Rezultaty wnioskowania z dwóch modeli lokalnych są użyte jako dane wejściowe dla sumarycznego modelu wnioskowania (IOCM). W efekcie otrzymujemy łączną ocenę wybranego miejsca, którą stanowi sumaryczny wskaźnik jakości lokalizacji (ACM). Wszystkie wyniki podawane są w skali 0–100. Zastosowanie skali procentowej ułatwia intuicyjną interpretację i zrozumienie wyników. Rozbicie procesu dokonywania oceny na dwa, początkowo odrębne modelowania, które całościową ocenę dają dopiero zastosowane razem, zostało wprowadzone celowo. Takie rozwiązanie umożliwia precyzyjną analizę i diagnozę zaistniałej sytuacji, w której może się zdarzyć, że o niskiej ocenie końcowej świadczy jeden, stosunkowo łatwy do skorygowania czynnik.

Model został przebadany, zwalidowany i zaprezentowany na konferencjach naukowych. Został pozytywnie przyjęty zarówno w środowiskach urbanistycznych, jak również komunikacyjnych i informatycznych (Lower i in. 2016a, 2016b, Lower i in. 2017, Lower i Lower 2017).

## 2.4. Wyniki badań dla Siechnic

Do analizy wybrano teren przy dworcu kolejowym w Siechnicach. Jest to miejsce posiadające odpowiednie predyspozycje do zlokalizowania obiektu przesiadkowego, ze względu na dostęp do bezkolizyjnego transportu szynowego. Przeprowadzono analizę wybranej lokalizacji, uwarunkowania terytorialne i komunikacyjne. Napływ samochodów – parametr I przyjęto na poziomie 100, gdyż jest to maksymalne obciążenie badanej drogi wlotowej do miasta. Odległość: dworzec kolejowy Siechnice–Wrocław Główny PKP wynosi 11,4 km.

Przy ocenie wartości parametru D, dla napływu z kierunku południowego przyjęto wartość 100 na skrzyżowaniu ul. Opolskiej (droga nr 94) z ul. Kwiatkowskiego. Najbardziej oddalony punkt, z którego może się opłacać dojechać do dworca w Siechnicach znajduje się w odległości 3,5 km. Jest to dystans już na tyle duży, że skłania do użycia indywidualnego środka transportu. Kierunek zachodni jest mało prawdopodobny, ze względu na istniejący i czynny dworzec kolejowy w miejscowości Święta Katarzyna, mający dużo częstsze połączenia z Wrocławiem. Jakość dojazdu do parkingu jest zmniejszana w zależności od zmian klasy drogi w połączeniu z ruchem i ilością przeszkód na drodze zgodnie ze wzorem (1).

Dojazd do dworca w Siechnicach może być też atrakcyjny dla mieszkańców Kamieńca Wrocławskiego położonego w sąsiedniej gminie, oddalonego od Siechnic o około 9 km.

Dla obu wariantów parametr A został oceniony na poziomie 90, gdyż miejsce położenia dworca jest dość dogodny i dostęp do niego jest czytelny. Wymaga niewielkiego oddalenia się od głównej trasy wlotowej. W kategoriach przesiadkowych w układzie aglomeracyjnym dworzec jest na tyle oddalony od centrum Wrocławia, że leży poza obszarem kongestii, stąd  $S_t$  wynosi 100. Parametr K = 0

został określony dla stanu istniejącego, w którym pociąg bezpośredni jedzie 12–13 min, ale częstotliwość kursowania to 20 pociągów/dobę, czyli średnio co 72 min. Stąd tak niska ocena. Gdy zwiększymy częstotliwość kursowania pociągu do liczby dającej średnio 20 min oczekiwania, parametr  $K = 30$ . Zbadano również wariant bardzo optymistyczny, przy 10 min oczekiwaniu parametr  $K = 59$ .

Parametr  $P$  – przy założeniu istnienia parkingu tuż przy dworcu, w wersji niezadaszonej, przy maksymalnym dystansie 100 m dojścia,  $P = 95$ .

Przy wyznaczeniu  $S_p$  przyjęto odległość maksymalną 14,5 km.  $V_s = 25$  (średnia prędkość samochodów we Wrocławiu),  $t_w = 34,8$ ,  $t_p = 12,5$ ,  $L_x = 9,86$  km (odległość w linii prostej). Parametr  $S_p$  został wyznaczony zgodnie z procedurą przedstawioną w opracowaniu A. Lower i M. Lower (2016).

Wyniki badań dla obu wariantów dojazdu, dla lokalizacji parkingu przesiadkowego przy dworcu kolejowym w Siechnicach, zestawione są w tab. 1 i tab. 2.

**Tabela 1.** Wyniki badań dla lokalizacji dostępnej dla gminy Siechnice

| Warianty            | I   | D     | A  | $S_t$ | K  | P  | $S_p$ | PQ          | TC        | ICM       |
|---------------------|-----|-------|----|-------|----|----|-------|-------------|-----------|-----------|
| Pociąg<br>co 72 min | 100 | 75,14 | 90 | 100   | 0  | 95 | 100   | <b>31,0</b> | <b>94</b> | <b>50</b> |
| Pociąg<br>co 20 min | 100 | 75,14 | 90 | 100   | 30 | 95 | 100   | <b>49,9</b> | <b>94</b> | <b>75</b> |
| Pociąg<br>co 10 min | 100 | 75,14 | 90 | 100   | 59 | 95 | 100   | <b>71,0</b> | <b>94</b> | <b>93</b> |

Źródło: oprac. własne.

**Tabela 2.** Wyniki badań dla lokalizacji dostępnej dla gminy Czernica (mieszkańcy Kamieńca)

| Warianty            | I   | D     | A  | $S_t$ | K  | P  | $S_p$ | PQ          | TC        | ICM       |
|---------------------|-----|-------|----|-------|----|----|-------|-------------|-----------|-----------|
| Pociąg<br>co 72 min | 100 | 88,47 | 80 | 100   | 0  | 95 | 100   | <b>31,0</b> | <b>99</b> | <b>50</b> |
| Pociąg<br>co 20 min | 100 | 88,47 | 80 | 100   | 30 | 95 | 100   | <b>49,9</b> | <b>99</b> | <b>75</b> |
| Pociąg<br>co 10 min | 100 | 88,47 | 80 | 100   | 59 | 95 | 100   | <b>71,0</b> | <b>99</b> | <b>93</b> |

Źródło: oprac. własne.

Dla obu przypadków wyniki modelowania wykazały, że lokalizacja przy istniejącym dworcu kolejowym w Siechnicach jest korzystna. Wskaźnik jakości terytorialnej TC jest na wysokim poziomie 94% i 99%. Zdecydowanie niższy wynik końcowej oceny sumarycznej na poziomie 50% dla obu wariantów dojazdu jest konsekwencją niskiej oceny jakości komunikacji zbiorowej PQ. Obecnie czę-

stotliwość kursowania pociągów jest mała. Wykonane zostały symulacje zmiany oceny jakości węzła przesiadkowego w przypadku zwiększenia częstotliwości kursowania pociągów. Wyniki pokazują, że zwiększenie częstotliwości do 20 min zwiększa ocenę końcową do 75%. W przypadku bardzo optymistycznym – pociągi jeżdżące co 10 min, ocena wzrasta do bardzo wysokiego poziomu 93%.

## **2.5. Podsumowanie**

Małe miasta położone w aglomeracyjnej strukturze nie są ośrodkami w pełni autonomicznymi, ale mimo to posiadają duży potencjał. Te z nich, w których prowadzona jest świadoma polityka budowania własnej tożsamości poprzez wprowadzanie przestrzeni publicznych i usług, wzmacniają swoją rolę lokalnego ośrodka dla okolicznych terenów wiejskich. Nie zmienia to równocześnie faktu, że nawet miasto o silnej i stabilnej pozycji wykazuje duże związki z miastem centralnym. Codzienna potrzeba komunikacji z ośrodkiem nadrzędnym, oferującym liczne usługi o charakterze ponadpodstawowym powoduje, przy obecnych preferencjach komunikacyjnych, znaczną kongestię na drogach łączących miasta. Należy więc wykorzystać potencjał transportu szynowego do odciążenia komunikacji drogowej. Małe miasta, takie jak badane Siechnice, położone przy linii kolejowej, mogą pełnić ważną rolę komunikacyjną – mogą stać się węzłami przesiadkowymi, zbierającymi indywidualny ruch kołowy z okolicznych gmin i prowadzić go za pomocą transportu zbiorowego do miasta centralnego. Dworzec kolejowy i jego najbliższe otoczenie staje się najlepszym miejscem do lokalizacji obiektu parkingowego w systemie P&R. Wskazanie takiej lokalizacji to jednak dopiero początek procesu decyzyjnego. Należy zbadać pełen potencjał wskazanego miejsca. Analiza za pomocą modelu wnioskowania rozmytego umożliwi szybkie uzyskanie oceny wybranej lokalizacji. Jest to ocena na tyle szczegółowa, że łatwo można wyodrębnić poszczególne cechy, które wpływają na ocenę końcową. Model umożliwia więc również szybką symulację możliwości zwiększenia potencjału wybranej lokalizacji. Jest łatwym w użyciu narzędziem, które może być użyte nawet przez osobę nie będącą ekspertem w dziedzinie komunikacyjnej. Zastosowanie modelu do przebadania potencjału miejsca położonego przy dworcu kolejowym w Siechnicach dla zlokalizowania tam obiektu P&R umożliwiło pełne zdiagnozowanie jego możliwości. Wyniki badań wskazują, że jest to korzystne miejsce, ale wymaga poprawy jakości komunikacji zbiorowej poprzez np. zwiększenie częstotliwości kursowania pociągów, aby mogło stać się atrakcyjnym węzłem przesiadkowym. Ze względu na stosunkowo krótką historię Siechnic jako miasta i jeszcze krótszą jako siedziby władz gminy, komunikacja szynowa nie jest dostatecznie intensywna. Aż do 2010 roku miejscem obsługującym gminę była wieś Święta Katarzyna, która połączona jest z Wrocławiem linią kolejową. Do dziś częstotliwość kursowania pociągów jest na niej znacząco większa niż

w Siechnicach. Rola Siechnic w regionie znacznie wzrosła od 2010 roku, ich dogodnie położenie w strukturze komunikacyjnej aglomeracji wrocławskiej sprawia, że mogłyby pełnić również rolę węzła przesiadkowego.

## Literatura

- Bartosiewicz B., 2012, *Powiązania małych miast z metropolią w świetle dojazdów do placówek usługowych – przykład łódzkiego obszaru metropolitalnego*, [w:] Heffner K., Halamka A. (red.), *Ewolucja funkcji małych miast w Polsce*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Wydziałowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, Katowice.
- Belof M., Kukuła M., 2013, *Wysoka jakość przestrzeni publicznej i usług miarą sukcesu małych miast we wrocławskim obszarze metropolitalnym*, „Acta Universitatis Lodzensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica”, 15, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Chen Z., Xia J., Irawan B., 2013, *Development of Fuzzy Logic Forecast Models for Location-Based Parking Finding Services*, „Fuzzy Computing and Intelligent Transportation”, 2013.
- Clayton W., Ben-Elia E., Parkhurst G., Ricci M., 2014, *Where to park? A behavioural comparison of bus Park and Ride and city centre car park usage in Bath, UK*, „Journal of Transport Geography”, 36.
- Dutkiewicz R., 2018, *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Wrocławia*, Biuro Rozwoju Wrocławia, Wrocław.
- Gonda-Soroczyńska E., 2007, *Siechnice. Rodowód miasta*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.
- Kazazi Darani S., Akbari Eslami A., Jabbari M., Asefi H., 2018, *Parking Lot Site Selection Using a Fuzzy AHP-TOPSIS Framework in Tuyserkan, Iran*, „Journal of Urban Planning and Development”, 144(3).
- Lower A., Lower M., 2015, *Evaluation of the location of the P&R facilities using fuzzy logic rules*, [w:] *Theory and engineering of complex systems and dependability*, Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Dependability and Complex Systems DepCoS-RELCOMEX, Springer, Brunów, Poland.
- Lower A., Lower M., 2016, *Determining the criteria for setting input parameters of the fuzzy inference model of P&R car parks locating*, [w:] *Computational Collective Intelligence*, 8<sup>th</sup> International Conference, ICCCI 2016, Springer.
- Lower A., Lower M., Masztalski R., Pach P., Szumilas A., 2016a, *Locating P&R facilities by the fuzzy inference – case of medium-sized cities*, [w:] 3<sup>rd</sup> International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, SGEM 2016: Conference proceedings, Vienna, Austria, 6–9 April, 2016, Book 4, Arts, Performing Arts, Architecture and Design, 2, Architecture and Design, Vienna.
- Lower A., Masztalski R., Szumilas A., 2016b, *Wykorzystanie metody logiki rozmytej w tworzeniu systemowych węzłów Park and Ride uwalniających centrum od samochodów*, „Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN”.
- Lower A., Lower M., 2017, *Evaluation of the P&R facilities location by the use of fuzzy inference model*, [w:] 18<sup>th</sup> EPA Congress and Exhibition, EPA 2017, Proceedings, Rotterdam.

- Lower A., Lower M., Szumilas A., 2017, *The location study of Wrocław P&R facilities by the use of fuzzy inference model*, [w:] 4<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, SGEM 2017, Conference proceedings, Albena, Bulgaria, 24–30 August, 2017, Book 5, „Urban Planning, Architecture and Design”, 2, Urban Studies, Planning and Development, Architecture and Design, Sofia.
- Mlek M., Zipser W., 2007, *Szanse rozwoju małych miast w obszarze metropolitalnym a kształtowanie sieci komunikacyjnej*, [w:] Heffner K., Marszał T. (red.), *Małe miasta w obszarach metropolitalnych*, Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa.
- Neisani Samani Z., Karimi M., Alesheikh A.A., 2018, *A Novel Approach to Site Selection: Collaborative Multi-Criteria Decision Making through Geo-Social Network (Case Study: Public Parking)*, „ISPRS International Journal of Geo-Information”, 7(3).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 lipca 2009 roku w sprawie utworzenia, ustalenia granic i nazw gmin oraz siedzib ich władz, ustalenia granic niektórych miast oraz nadania niektórym miejscowościom statusu miasta (Dz.U., 2009, nr 120, poz. 1000).*
- Zański D., 2014, *Zintegrowane węzły przesiadkowe przy małych dworcach kolejowych*, TTS Technika Transportu Szybnego.

### **Źródła internetowe**

[http://siechnice.gmina.pl/strona-60-gmina\\_w\\_liczbach.html](http://siechnice.gmina.pl/strona-60-gmina_w_liczbach.html)

<https://wroclife.pl/nasze-miasto/maly-sasiad-wroclawia-duza-konkurencja-dla-stolicy-dolnego-slaska/>

*Historia artykułu*

Data wpływu: 30 października 2019

Data akceptacji: 31 grudnia 2019