



Sławomir Goliszek

Znaczenie komponentów  
dostępności transportowej  
w Szczecinie w latach 2009-2018



259. Matuszkiewicz J.M., Solon J., Kowalska A., Wolski J., Affek A., Degórski M., Grabińska B., Kozłowska A., Plit J., Pawlicki R.W., 2017, *Historyczne zmiany pokrywy leśnej na pograniczu mazursko-kurpiowskim w aspekcie rozwoju zrównoważonego krajobrazu*
260. Śleszyński P., Bański J., Degórski M., Komornicki T., 2017, *Delimitacja Obszarów Strategicznej Interwencji państwa: obszarów wzrostu i obszarów problemowych*
261. Stępiak M., Wiśniewski R., Goliszek S., Marcińczak S., 2017, *Dostępność przestrzenna do usług publicznych w Polsce*
262. Degórska B., 2017, *Urbanizacja przestrzenna terenów wiejskich na obszarze metropolitalnym Warszawy. Kontekst ekologiczno-krajobrazowy*
263. Kuchcik M., 2017, *Warunki termiczne w Polsce na przełomie XX i XXI wieku i ich wpływ na umiERALNOŚĆ*
264. Chmielewski T.J., Śleszyński P., Chmielewski Sz., Kułak A., 2018, *Ekologiczne i fizjonomiczne koszty bezładu przestrzennego*
265. Kaczmarek H., 2018, *Ewolucja strefy brzegowej nizinnych zaporowych zbiorników wodnych w warunkach dużych wahań poziomu wody na przykładzie Zbiornika Jeziorsko na Warcie*
266. *Studia nad regionalizacją fizycznogeograficzną Polski*, pod red. M. Kistowskiego, U. Myga-Piątek, J. Solona
267. Rosik P., Komornicki T., Goliszek S., Śleszyński P., Szarata A., Szejgiec-Kolenda B., Pomianowski W., Kowalczyk K., 2018, *Kompleksowe modelowanie osobowego ruchu drogowego w Polsce. Uwarunkowania na poziomie gminnym*
268. Gierszewski P., 2018, *Hydrologiczne uwarunkowania funkcjonowania geosystemu Zbiornika Włocławskiego*
269. Bański J., 2019, *Waloryzacja zasobów lokalnych i ich zróżnicowanie przestrzenne w regionach Polski Wschodniej*
270. Rosik P., Komornicki T., Goliszek S., Duma P., 2020, *Dostępność potencjałowa regionów w Europie – zasięg przestrzenny, długość podróży i efekt granicy (EU-ROAD-ACC)*
271. Bochenek W., 2020, *Prawidłowości obiegu wody na obszarze beskidzko-pogórskim Karpat Zachodnich na przykładzie zlewni Bystrzanki w świetle zmian klimatu i działalności człowieka*
272. Rosik P., Komornicki T., Goliszek S., Szejgiec-Kolenda B., Duma P., 2020, *Monitoring uwarunkowań rozkładu ruchu w transporcie ciężarowym w Polsce (2005-2015)*
273. Sudra P., 2020, *Rozpraszanie i koncentracja zabudowy na przykładzie aglomeracji warszawskiej po 1989 r.*
274. Wiśniewski R., Mazur M., Śleszyński P., Szejgiec-Kolenda B., 2020, *Wpływ zmian demograficznych w Polsce na rozwój lokalny*
275. Kiszka K., 2021, *Ruchy osuwiskowe w świetle badań dendrogeomorfologicznych na podstawie analizy Osuwiska Sawickiego w Beskidzie Niskim*
276. Rosik P., 2021, *Świat dostępności – metody i komponenty. Przykłady analiz empirycznych przestrzeni Polski*



**Znaczenie komponentów  
dostępności transportowej  
w Szczecinie w latach 2009-2018**

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyckiego  
Polska Akademia Nauk

PRACE GEOGRAFICZNE

Nr 277

**Sławomir Goliszek**

**Znaczenie komponentów  
dostępności transportowej  
w Szczecinie w latach 2009-2018**

**Significance of transport acces-  
sibility components in Szczecin  
in the period 2009-2018**



Komitet Redakcyjny:

Redaktor naczelny:

Piotr Rosik

Sekretarz redakcji:

Ewa Jankowska

Członkowie:

Dorota Gazicka-Wójtowicz  
Tomasz Ryger

Rada Redakcyjna:

Andrzej Affek  
Dariusz Brykała  
Tomasz Komornicki  
Bolesław Domański  
Sylwia Dołzbłasz  
Radosław Dobrowolski  
Mariusz Kistowski  
Daniel Michniak  
Tadeusz Stryjakiewicz

Recenzja:

Tadeusz Palmowski  
Piotr A. Werner

Publikacja powstała w ramach realizacji projektu badawczego nr 2017/25/N/HS4/01237 i 2020/36/T/HS4/00131, pt. *Znaczenie komponentów dostępności transportowej w Szczecinie ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego w latach 2009-2018*, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Projekt graficzny serii:

Tomasz Ryger

Adres Redakcji

IGiPZ PAN  
ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa  
e-mail: [prace.geograficzne@twarda.pan.pl](mailto:prace.geograficzne@twarda.pan.pl)  
[www.igipz.pan.pl/prace-geograficzne.html](http://www.igipz.pan.pl/prace-geograficzne.html)

© Copyright by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
im. Stanisława Leszczyckiego, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2022



PL ISSN 0373-6547

ISBN 978-83-61590-91-0

Druk i oprawa: Partner Poligrafia Andrzej Kardasz  
ul. Szosa Baranowicka 77, 15-523 Białystok



# Spis treści

1. Wprowadzenie .....	9
1.1. Cele i tezy badawcze w pracy .....	11
1.2. Przedmiot badań i podstawowe pojęcia wykorzystywane w pracy.....	13
1.3. Zakres przestrzenny i czasowy badania .....	15
1.4. Narzędzia GIS, materiały źródłowe, metody badań oraz metody pozyskania danych.....	18
2. Dostępność w transporcie indywidualnym i zbiorowym .....	27
2.1. Podział definicji i klasyfikacji transportu w mieście .....	27
2.2. Komponenty dostępności transportowej i metody jej mierzenia.....	29
2.2.1. Komponent przestrzenny.....	31
2.2.2. Komponent transportowy .....	34
2.2.3. Komponent czasowy .....	37
2.2.4. Komponent indywidualny .....	39
2.3. Przegląd badań dostępności w transporcie indywidualnym i zbiorowym .....	40
2.3.1. Analiza zmian dostępności w wyniku zmian rozmieszczenia ludności oraz zróżnicowania celów podróży .....	40
2.3.2. Analiza zmian dostępności w wyniku rozbudowy infrastruktury .....	41
2.3.3. Analiza zmian dostępności w wyniku zmian organizacyjnych .....	42
2.3.4. Analiza zmian dostępności dla poszczególnych grup społeczno- ekonomicznych .....	43
2.4. Metody pomiaru dostępności transportowej.....	45
2.4.1. Metody badań dostępności .....	45
2.4.2. Metody dostępności użyte w pracy.....	53
3. Komponenty dostępności transportowej w Szczecinie.....	59
3.1. Komponent przestrzenny .....	59
3.1.1. Rozmieszczenie źródeł podróży (ludność) – analiza porównawcza z innymi miastami portowymi akwenu Morza Bałtyckiego i Północnego.....	63
3.1.2. Zmiany liczby ludności - analiza porównawcza z innymi miastami portowymi akwenu Morza Bałtyckiego i Północnego.....	66
3.2. Komponent transportowy .....	68
3.2.1. Sieć transportu indywidualnego i zbiorowego w porównaniu do innych miast portowych .....	68
3.2.2. Transport indywidualny w 2018 – prędkości na sieci .....	74
3.2.3. Transport publiczny w latach 2009/2012/2015/2018.....	80
3.2.4. Budowa szybkiego tramwaju .....	83
3.3. Komponent indywidualny .....	88
3.4. Komponent czasowy .....	89

4. Dostępność czasowa do wybranych usług.....	91
4.1. Pływalnie (kryte).....	91
4.2. Kina.....	94
4.3. Centra handlowe .....	97
4.4. Szpitale .....	101
4.5. Ludność zamieszkująca obszary o dalszych odległościach dojazdów do wybranych usług transportem publicznym i prywatnym.....	104
4.6. Zróżnicowanie czasowe transportem publicznym i prywatnym w dojazdach do wybranych usług .....	107
5. Dostępność potencjałowa do ludności.....	109
5.1. Diagnoza dla transportu publicznego i indywidualnego .....	109
5.2. Różnice przestrzenne dostępności potencjałowej między transportem publicznym a samochodem prywatnym .....	113
6. Dostępność czasowa (kumulatywna) oraz iloraz potencjałów do miejsc pracy i usług edukacyjnych.....	119
6.1. Dostępność kumulatywna do miejsc pracy .....	119
6.2. Iloraz potencjałów. Analiza popytowo-podażowa miejsc pracy .....	124
6.3. Dostępność kumulatywna do placówek edukacji .....	127
6.4. Iloraz potencjałów. Analiza popytowo-podażowa dostępności do miejsc edukacji .....	131
7. Zróżnicowanie dostępności w ujęciu dynamicznym (2009-2018) .....	137
7.1. Dostępność potencjałowa do ludności przy uwzględnieniu zmian transportowych i przestrzennych .....	137
7.2. Zmiany liczby ludności a średni czas dojazdu do rejonów transportowych.....	142
7.3. Analiza zmian dobowych dostępności czasowej w ujęciu dynamicznym 2009-2018 .....	146
7.4. Standaryzacja wyników i miernik syntetyczny dostępności na poziomie osiedli i dzielnic w Szczecinie (ranking dostępności).....	148
8. Wnioski i rekomendacje z badań dostępności transportowej w Szczecinie .....	157
8.1. Podsumowanie badań dostępności w Szczecinie – wnioski .....	157
8.2. Weryfikacja tez badawczych .....	164
8.3. Rekomendacje .....	171
Literatura.....	173
Significance of transport accessibility components in Szczecin in the period 2009-2018.....	188

# Contents

1. Introduction .....	9
1.1. Research objectives and theses in the work .....	11
1.2. Subject of the study and basic concepts used in the work.....	13
1.3. Spatial and temporal scope of the study .....	15
1.4. GIS tools, source materials, survey methods and data extraction methods	18
2. Accessibility in individual and collective transport .....	27
2.1. Distribution of definitions and classifications of urban transport .....	27
2.2. Components of transport accessibility and methods for its measurement..	29
2.2.1. Land-use component.....	31
2.2.2. Transport component.....	34
2.2.3. Time component.....	37
2.2.4. Individual component.....	37
2.3. Review of accessibility studies on individual and collective transport .....	40
2.3.1. Analysis of changes in accessibility as a result of changes in population distribution and diversification of destinations .....	40
2.3.2. Analysis of changes in accessibility as a result of infrastructure development .....	41
2.3.3. Analysis of changes in accessibility as a result of organisational changes .....	42
2.3.4. Analysis of changes in accessibility for different socio-economic groups .....	43
2.4. Methods for measuring transport accessibility.....	45
2.4.1. Accessibility research methods .....	45
2.4.2. Accessibility methods used in the work.....	53
3. Transport accessibility components in Szczecin.....	59
3.1. Land-use component .....	59
3.1.1. Distribution of travel sources (population) - comparative analysis with other port cities in the Baltic and North Sea .....	63
3.1.2. Population changes - a comparative analysis with other port cities in the Baltic and North Sea .....	66
3.2. Transport component.....	68
3.2.1. Individual and public transport network compared to other port cities .....	68
3.2.2. Individual transport in 2018 - speeds on the network .....	74
3.2.3. Public transport in the period 2009/2012/2015/2018.....	80
3.2.4. Construction of a fast tramway .....	83
3.3. Individual component .....	88
3.4. Time component .....	89
4. Time accessibility to selected services.....	91
4.1. Swimming pools (indoor).....	91
4.2. Cinemas .....	94
4.3. Shopping centres .....	97
4.4. Hospitals .....	101

4.5. Population living in further commuting distances to selected services by public and private transport.....	104
4.6. Time differences between public and private transport in commuting to selected services.....	107
5. Potential accessibility to the population .....	109
5.1. Diagnoza dla transportu publicznego i indywidualnego .....	109
5.2. Land-use differences in potential accessibility between public transport and private car .....	113
6. Temporal (cumulative) accessibility and quotient of potentials to jobs and educational services .....	119
6.1. Cumulative accessibility to jobs .....	119
6.2. Potential quotient. Supply and demand analysis of jobs .....	124
6.3. Cumulative accessibility to educational institutions .....	127
6.4. Potential quotient. Demand-supply analysis of accessibility to education places .....	131
7. Differentiation of accessibility in dynamic terms (2009-2018).....	137
7.1. Potential accessibility to the population taking into account transport and land-use changes .....	137
7.2. Population change and average travel time to transport areas.....	142
7.3. Analysis of daily dynamic changes in time accessibility 2009-2018 .....	146
7.4. Standardisation of results and synthetic measure of accessibility at the level of settlements and districts in Szczecin (accessibility ranking) .....	148
8. Conclusions and recommendations from research on transport accessibility in Szczecin.....	157
8.1. Summary of the accessibility study in Szczecin - conclusions .....	157
8.2. Verification of research theses .....	164
8.3. Recommendations .....	171
References .....	173
Significance of transport accessibility components in Szczecin in the period 2009-2018.....	188



# 1. Wprowadzenie

Przedstawiona monografia<sup>1</sup> porusza zagadnienia **znaczenia komponentów dostępności transportowej w Szczecinie** ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego w latach 2009-2018. Szczegółowe badanie, w którym porównane zostały dwa rodzaje transportu (transport publiczny i transport prywatny), wykonane zostało dla 2018 roku. Natomiast dla lat 2009-2018, w trzyletnich przedziałach wykonane zostało porównanie zmian dostępności transportem publicznym przy pomocy zestawu danych GTFS (*General Transit Feed Specification*). W monografii położono nacisk na porównanie dostępności transportem publicznym i prywatnym do różnych celów, o różnych porach dnia, dzięki czemu podjęta została próba określenia, który **komponent dostępności transportowej** ma największy wpływ na dostępność miejsca.

Przejazdy w obrębie miasta do różnych celów podróży, z wykorzystaniem różnych rodzajów transportu, są przyczynkiem do powstania niniejszej pracy. Temat równoległego funkcjonowania w ramach organizmu miejskiego transportu publicznego i transportu prywatnego (indywidualnego) w kontekście różnic w dostępności pojawia się od wielu lat w literaturze przedmiotu m.in. w Stanach Zjednoczonych, Finlandii, Holandii, Kanadzie, Niemczech, Hiszpanii (Farber i in., 2014; Farber i in., 2016; Fransen i in., 2015; Gutiérrez i Urbano, 1996; Salonen i Toivonen 2013; Wessel i in., 2017; Wessel i Widener, 2017). W Polsce jest to wciąż relatywnie mało rozpoznany nurt badawczy. Znaczenie poszczególnych **komponentów dostępności transportowej**, w tym głównie w kontekście transportu publicznego w Polsce, zaczęło być szerzej opisywane w literaturze dopiero w momencie pojawienia się pierwszych danych w formacie GTFS (*General Transit Feed Specification*). Szczecin był w tym zakresie miastem prekursorem dla analizy tego typu danych w Polsce.

Możliwości, jakie od kilku lat dają nowoczesne programy GIS oraz bazy danych, sprawiają, że coraz więcej jest opracowań, które analizują tematykę dostępności z punktu widzenia wszystkich jej **komponentów**. W badaniach

<sup>1</sup> Monografia stanowi zmodyfikowaną wersję pracy doktorskiej autora, pt. *Znaczenie komponentów dostępności transportowej w Szczecinie ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego w latach 2009-2018* (promotor: dr hab. Piotr Rosik prof. IGiPZ PAN, promotor pomocniczy: dr hab. Marcin Stępniaik).

dostępności transportu zbiorowego w ostatnim czasie pojawił się format danych tranzytowych GTFS (*General Transit Feed Specification*), znany również pod swoją starą nazwą jako *Google Transit Feed Specification*. Jest to międzynarodowy format zapisu informacji o rozkładach jazdy i lokalizacji przystanków. Wykorzystanie formatu danych GTFS pozwala wykonywać analizy miejskie. Tym samym codzienne funkcjonowanie transportu publicznego stało się bardziej dostępne dla środowiska naukowego, tym bardziej że format danych jest ogólnodostępny (Bok i Kwon, 2016; Fayyaz i in., 2017; Poelman i Dijkstra, 2015). Do dziś w Polsce powstało kilka opracowań naukowych, które uwzględniają informacje z GTFS (m.in. Celiński i Sierpiński, 2014; Staniek i in., 2015; Goch i in., 2018). Przede wszystkim są to jednak publikacje autorstwa pracowników Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN (Goliszek i Połom, 2016d; Goliszek, 2017b; Stępnia i Goliszek, 2017; Stępnia i in., 2019). W publikacjach tych poruszano zagadnienia związane ze zmiennością dostępności transportu publicznego w ciągu doby oraz precyzją czasową, z jaką trzeba się posługiwać w badaniach dostępności z użyciem formatu danych GTFS. Niniejsza monografia jest swego rodzaju syntezą wcześniejszych prac, których współautorem był autor niniejszej monografii i jednocześnie uzupełnieniem prowadzonych dotychczas badań, szczególnie relacji między transportem publicznym a transportem prywatnym (indywidualnym), których to relacji do tej pory brakowało w polskich badaniach z wykorzystaniem GTFS (Stępnia i Goliszek, 2017; Stępnia i in., 2019; Goliszek, 2021; Goliszek, 2022).

Badania przedstawione w niniejszej monografii koncentrują się m.in. na zmianach dostępności w ciągu dnia (doby), transporcie publicznym i transporcie prywatnym do różnych celów podróży (ujęcie statyczne) oraz zmianach dostępności transportem publicznym w dłuższym okresie (okres kilkuletni), przy uwzględnieniu zarówno zmian infrastrukturalnych (inwestycja w nową linię tramwajową), jak i organizacyjnych (rozkłady jazdy). W pracy poddano również analizie różne miasta z basenu Morza Bałtyckiego i Północnego tj. Szczecin, Rygę, Rostock i Göteborg pod kątem „rozdzielenia” tych miast na dwie części i problemu przeprawy z jednej strony miasta na drugą, co jest specyficznym utrudnieniem w Szczecinie. W interpretacji i porównaniu wybranych miast pomocne były analizy sieci transportu publicznego, sieci dróg oraz zmiany liczby ludności w latach 2006-2011 w siatce GRID. W pracy podjęto się również oceny zasadności budowy nowego odcinka sieci tramwajowej i rozszerzenia trasy o kolejne planowane części, w kontekście zmian dostępności wynikających z tej inwestycji. Jednocześnie przedstawiane opracowanie weryfikuje przydatność wykorzystania metod i narzędzi Systemu Informacji Geograficznej (GIS) oraz odrębnej, dedykowanej aplikacji napisanej w programie *Python* do tworzenia modelu drogowego, na którym oparte są macierze czasów przejazdu samochodem. Model ten cechuje wysoki stopień szczegółowości (podział na obwody spisowe).

## 1.1. Cele i tezy badawcze w pracy

**Podstawowym celem** pracy jest próba określenia za pomocą metod GIS (w tym wykorzystanie systemu GTFS), tego w jaki sposób zmiany dotyczące poszczególnych **komponentów dostępności transportowej** (komponent transportowy, przestrzenny, czasowy i indywidualny, rozdział 1.2) mają wpływ na zmiany dostępności dzielnic (osiedli), w mieście charakteryzującym się specyficznym rozkładem źródeł i celów podróży. Cel został zrealizowany z wykorzystaniem różnych wymiarów dostępności, w tym:

1. gałęzi transportu: analiza porównawcza dostępności transportem indywidualnym i publicznym w osiągnięciu różnych celów podróży w wybranych godzinach doby,
2. zróżnicowania dostępności w ciągu doby transportem indywidualnym i publicznym,
3. zróżnicowań użytkowników ruchu: analiza dla wybranych grup społecznych m.in. poprzez wykorzystanie analizy popytowo-podażowej,
4. dynamiki: analiza w ujęciu dynamicznym dla dostępności w transporcie publicznym w latach 2009-2018.

Cel podstawowy pracy dzieli się na cele szczegółowe, na które składają się cele: metodyczny, poznawczy i aplikacyjny.

W **celu metodycznym** autor skupił się na ocenie:

- możliwości wykorzystania narzędzi GIS do badania dostępności na poziomie miasta,
- możliwości zastosowania różnych metod badania dostępności w mieście w ujęciu statycznym i dynamicznym,
- znaczenia poszczególnych **komponentów** dla zmian dostępności,
- możliwości wykorzystania systemu GTFS do analizy dostępności transportem publicznym w ciągu kilku lat.

W **szczełowym celu poznawczym** autor założył:

- porównanie różnych miast portowych w kontekście układu osadniczego, sieci transportu publicznego i prób przewyższenia nierówności w dostępności pomiędzy dzielnicami miast,
- ocenę dostępności do różnych celów podróży w Szczecinie,
- analizę zmiany dostępności wynikającej ze zmian organizacyjnych i budowy nowej linii tramwajowej w latach 2012-2015,
- opracowanie typologii osiedli w Szczecinie w kontekście zmiany dostępności, jaka miała miejsce w latach 2009-2018.

Szczegółowy **cel aplikacyjny** polegał na:

- ocenie możliwości wykorzystania modeli transportu publicznego i prywatnego, do których wykorzystano ogólnodostępne dane.

W odniesieniu do celu pracy została sformułowana podstawowa teza monografii: **Zróżnicowanie poziomu dostępności poszczególnych obszarów Szczecina, jako miasta przedzielonego rzeką o specyficznych uwarunkowaniach przestrzennych, wynika głównie z komponentu transportowego. Zmiany**

**dostępności w wyniku oddania nowej linii tramwajowej są relatywnie niewielkie i zależne w dużym stopniu od zmian organizacyjnych (rozkładu jazdy) oraz infrastrukturalnych (lokalizacja nowych przystanków autobusowych na Prawobrzeżu<sup>2</sup> w pobliżu osiedli).**

W celu weryfikacji tezy głównej niniejszej pracy zostały sformułowane następujące tezy pomocnicze:

- Poziom dostępności transportem publicznym w układzie centrum miasta-peryferie jest w dużo większym stopniu zróżnicowany zarówno przestrzennie, jak i czasowo (pora doby) niż poziom dostępności w transporcie prywatnym.
- Poziom dostępności transportem publicznym jest generalnie niższy niż poziom dostępności transportem prywatnym. Jednak zróżnicowanie poziomu dostępności między transportem prywatnym a publicznym jest niższe w godzinach szczytu, co zwiększa w tym okresie dnia konkurencyjność transportu publicznego. Największe zróżnicowanie dostępności między obydwojema typami transportu ma miejsce w godzinach nocnych.
- Największe różnice w poziomie dostępności kumulatywnej do miejsc pracy (w izochronie do 30 min) między transportem publicznym a prywatnym są poza ścisłym centrum miasta, szczególnie na jego peryferiach, poza obszarami obsługiwanymi przez linie tramwajowe.
- W latach 2009-2018 zaobserwowano spadek poziomu dostępności potencjałowej w centrum miasta, co było przede wszystkim konsekwencją zmniejszenia się liczby ludności w tej części miasta.
- Nowa inwestycja infrastrukturalna w latach 2012-2015, czyli budowa I etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST), a także integracja linii autobusowych kursujących na Prawobrzeżu do wybranych przystanków tramwajowych skutkowały wzrostem dostępności potencjałowej do ludności w tej części miasta, nawet przy jednoczesnym procesie spadku ludności w niektórych pozostałych dzielnicach miasta przede wszystkim w centrum miasta w badanym okresie.
- W latach 2009-2018, na niektórych osiedlach zanotowany został wzrost liczby mieszkańców, co skutkowało uruchomieniem nowych połączeń autobusowych i ogólny wzrost dostępności w tych miejscach.
- W Szczecinie nie dla każdego celu podróży i nie przy każdej metodzie badania dostępności występuje klasyczny układ centrum-peryferie.
- W Szczecinie, z powodu specyficznych uwarunkowań rzeczno-portowych i dużej odległości między lewą a prawą (Prawobrzeże) stroną miasta, możliwości przemieszczania między dzielnicami są gorsze zarówno transportem publicznym jak i prywatnym, niż ma to miejsce w wybranych miastach portowych w basenie Morza Bałtyckiego i Północnego przedzielonych rzeką.

---

<sup>2</sup> Prawobrzeże – dzielnica obejmująca południowo-wschodnią część miasta Szczecina, która grupuje 11 jednostek pomocniczych miasta – osiedli. Według danych z 8 marca 2015 w dzielnicy zameldowanych na pobyt stały było 82 450 osób. Jako jedyna leży na prawym, wschodnim brzegu rzeki Regalicy.



## 1.2. Przedmiot badań i podstawowe pojęcia wykorzystywane w pracy

**Przedmiotem pracy** jest analiza znaczenia i specyficznych uwarunkowań kształtowania się **dostępności transportowej (komponenty: transportowy, przestrzenny, czasowy i indywidualny)** w mieście portowym na przykładzie Szczecina. Dyskusja nad znaczeniem **dostępności transportowej**, w tym uwzględnienie **komponentów**: przestrzennego, transportowego i przede wszystkim czasowego, zarówno w transporcie publicznym jak i indywidualnym, toczy się w literaturze zachodniej od końca lat 90. XX w. (Geurs i Ritsema van Eck, 2001; Geurs i van Wee, 2004).

**Komponent transportowy**, czyli m.in. sieci transportowe (sieci transportu publicznego, w tym sieć tramwajowa, ale również sieć drogowa) w Szczecinie przyjmują układ liniowy do centrum z dobrze rozwiniętymi połączeniami poprzecznymi w centralnej części miasta. Każda sieć przyjmuje pewne parametry, w tym czasy podróży na poszczególnych jej odcinkach. W mieście portowym takim jak Szczecin, **komponent transportowy** odgrywa szczególnie ważną rolę w analizie dostępności ze względu na specyficzne położenie miasta przeciętego doliną dolnej Odry i relacje między dwiema częściami miasta, tj. Prawobrzeżem i resztą miasta. Specyficzny „układ rzeczno-portowy” przecinający miasto jest typowy dla wielu miast portowych (Palmowski i in., 2001), które zostały scharakteryzowane w empirycznych rozdziałach (IV-VII) niniejszej pracy. W wielu miastach portowych planuje się inwestycje w transporcie zbiorowym jak i indywidualnym, które mają na celu likwidację nierówności w dostępności między dzielnicami po obu stronach rzeki.

**Komponent przestrzenny**, czyli lokalizacja źródeł i celów podróży. Wpływa ona na każdego podróżnego, który by osiągnąć cel podróży, wybiera dany środek transportu (transport zbiorowy lub prywatny). **Komponent przestrzenny** w mieście może być rozpatrywany z punktu widzenia jednej motywacji podróży: np. dom-praca, praca-zakupy, zakupy-dom itp. lub całego zestawu motywacji podróży, nawet w ciągu całego dnia jak: dom-praca, potem praca-zakupy-rekreacja i powrót do domu (Bach, 1980; Shearmur, 2006; Yongling i Guonan, 2009). Każda podróż ma swoje specyficzne uwarunkowania i cechuje się złożonością. Porównując podróże do pracy i do usług łatwo zauważyć, że dojazdy do pracy w większości przypadków odbywają się w godzinach porannego szczytu, a dojazdy do usług zazwyczaj mają miejsce po pracy lub w ciągu dnia (Goliszek, 2017b). Dojazdy do pracy charakteryzują się cyklicznością, a dojazdy do usług są okazjonalne. Rozkład źródeł i celów podróży w codziennych ścieżkach podróży pojedynczego użytkownika sieci przejawia się m.in. poprzez możliwość wystąpienia kongestii w mieście. Wpływa ona na czasy podróży (przede wszystkim w transporcie indywidualnym, ale też pośrednio poprzez organizację transportu publicznego, również na częstotliwość kursowania, a tym samym na dostępność w transporcie publicznym). **Komponent przestrzenny** poprzez wybór środka transportu łączy się z komponentem transportowym. Wybór środka transportu związany jest z wieloma

cechami zarówno samego transportu jak i infrastruktury mu towarzyszącej (komponent transportowy).

Ważna przy wyborze rodzaju transportu jest również charakterystyka podróżnego (**komponent indywidualny**), tj. w jakim jest wieku, jakie są jego średnie dochody, jakiej jest płci, jakie ma wykształcenie, czy ma prawo jazdy lub czy jest osobą niepełnosprawną itd. Wszystkie wymienione cechy wpływają na wybór przez podróżnych godziny podróży czy środka transportu. Determinanty wyboru środka transportu nie są bezpośrednio przedmiotem niniejszej pracy. W książce skoncentrowano się na takich parametrach **komponentu indywidualnego** jak wiek podróżnego powiązany z celami podróży (przede wszystkim dla usług edukacyjnych). Udział ludności w określonej grupie wiekowej ma znaczenie dla dostępności przede wszystkim w kontekście podróży obowiązkowych, tj. dojazdów do szkoły i pracy.

**Komponent indywidualny**, przestrzenny i indywidualny są powiązane z **komponentem czasowym**, na który położono szczególny nacisk. **Komponent czasowy** charakteryzuje zróżnicowanie ograniczeń w funkcjonowaniu transportu w ciągu doby, zarówno transportu zbiorowego (ograniczeniem jest wówczas rozkład jazdy), jak i też transportu prywatnego (wzrost ruchu na drogach w godzinach szczytu). Wiąże się to z ograniczeniem przepustowości skutkującym zatłoczeniem (kongestią) i wydłużeniem czasu przejazdu. **Komponent czasowy** składa się z różnych ograniczeń czasowych, w postaci ograniczeń losowych i terminowych. Ograniczenia losowe dla przykładu kongestia, powstała w wyniku kolizji lub wypadku drogowego, wpływa na czas przejazdu, jednak podobnych zdarzeń nie można przewidzieć. Ograniczenia terminowe (czasowe) najczęściej związane są z funkcjonowaniem transportu zbiorowego i prywatnego oraz możliwościami przejazdu w ciągu dnia (czyli z ograniczeniami na odcinkach dojazdowych do centrum, gdzie występuje wzrost natężenia ruchu pojazdów). Do ograniczeń terminowych można zatem zaliczyć korki, które występują o określonych godzinach, w określonym miejscu w ciągu dnia lub w wyniku czasowego zamknięcia infrastruktury np. podczas remontu, modernizacji odcinka lub węzła sieci. Również zmienność dostępu do wybranych usług w określonym czasie w ciągu doby wchodzi w skład **komponentu czasowego**.

**Odchylenie czasowe** jest klasyczną miarą zmienności i rozumiane jest, jako zestawienie wartości minimalnej i maksymalnej dla badanego profilu czasowego, dla wybranego rodzaju transportu (publicznego lub prywatnego) w 15-minutowych odstępach czasowych. W pracy pomiar czasu przejazdu zawsze wykonywany był w pełnych godzinach, co piętnaście i trzydzieści minut.

### 1.3. Zakres przestrzenny i czasowy badania

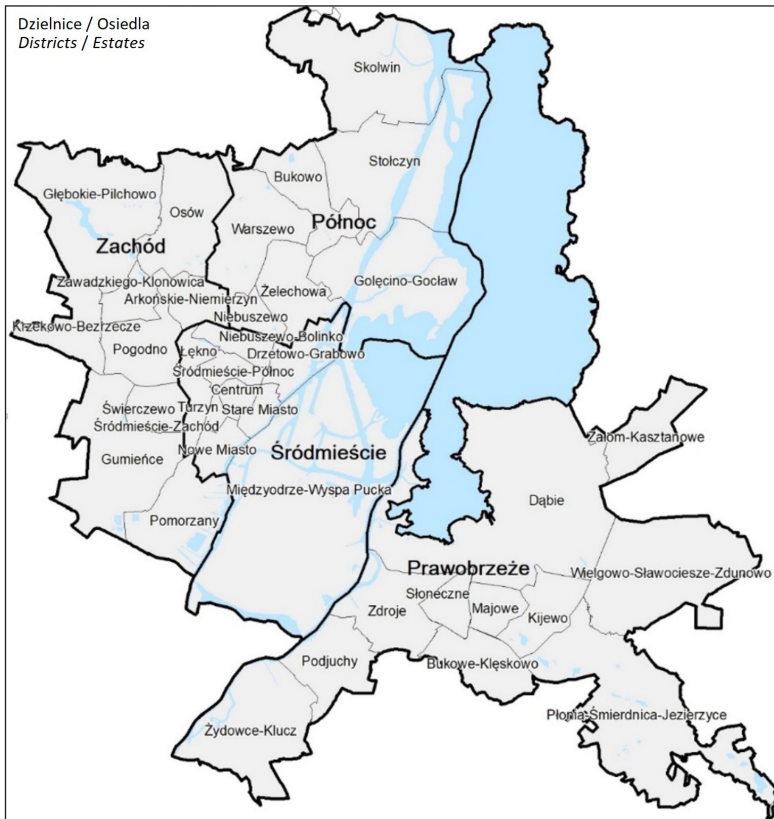
Zakres przestrzenny badania obejmuje miasto Szczecin. Obszar badania nie obejmował obszaru funkcjonalnego tzw. FUA (*Functional Urban Area*) dla Szczecina, ponieważ dane dla transportu publicznego obejmowały tylko dane udostępniane przez Zarząd Dróg i Transportu Miejskiego, zaś ten zasób informacji nie uwzględniał prywatnych i publicznych przewoźników realizujących przejazdy z gmin otaczających miasto do Szczecina. Ograniczenie analizy do granic miasta wiązało się z brakiem uwzględnienia w analizie transportu publicznego przejazdów wewnątrz miasta realizowanych przez Przewozy Regionalne (transport kolejowy). Dane kolejowe nie były dostępne w formacie GTFS, więc nie możliwym było na ich podstawie budowanie modelu transportu publicznego. Budowa modelu transportu indywidualnego byłaby bardziej skomplikowana i czasochłonna, gdyby obszar badawczy sięgał poza granice Szczecina. Wiązałoby się to z uwzględnieniem przy tworzeniu modelu większej liczby odcinków drogowych.

Szczecin (układ rzeczno-portowy) jest dość dużym miastem. Zajmuje on 300,55 km<sup>2</sup>. Szczecin (na 30 czerwca 2019 r.) zamieszkiwało 402,1 tys. osób, co dawało gęstość zaludnienia na poziomie 1347,1 os./km<sup>2</sup>. Szczecin jest tym samym czwartym pod względem powierzchni i siódmym pod względem liczby ludności ośrodkiem miejskim w Polsce. Autor monografii, na podstawie danych z Urzędu Miasta w Szczecinie, dokonał podziału miasta na obwody spisowe. Obwodów spisowych, które uwzględniono w obliczeniach dostępności, które jednocześnie zostały rejonami transportowymi, w Szczecinie jest 1869, co jak na miasto tej wielkości można uznać za stosunkowo dużą liczbę. Przekłada się to na precyzyjne wykonanie analiz oraz trafną interpretację wyników, nawet przy agregacji wyników do skali całych dzielnic lub osiedli.

W pracy posłużono się aktualnym podziałem administracyjnym Szczecina, który został zatwierdzony w 1990 roku (uwzględnieniem niewielkich zmian granic osiedli i dzielnic), a także zmianami statutu osiedli<sup>34</sup>. Wg uchwały z 1990 roku, Szczecin dzieli się na cztery dzielnice: Zachód, Prawobrzeże, Północ, Śródmieście oraz 37 osiedli mieszkaniowych. Podział Szczecina na dzielnice i osiedla mieszkaniowe widoczny jest na rycinie 1.1., natomiast gęstość zaludnienia w obwodach spisowych przedstawia rycina nr 1.2. Z kolei na rycinie 1.3 przedstawiony został Szczecin na podkładzie podstawowym OpenStreetMap.

<sup>3</sup> Uchwała Nr VIII/53/90 Rady Miejskiej w Szczecinie z dnia 28 listopada 1990 r. w sprawie utworzenia w mieście Szczecinie dzielnic i osiedli.

<sup>4</sup> Uchwała Nr VIII/54/90 Rady Miejskiej Szczecina z dnia 28 listopada 1990 r. w sprawie statutu osiedla.

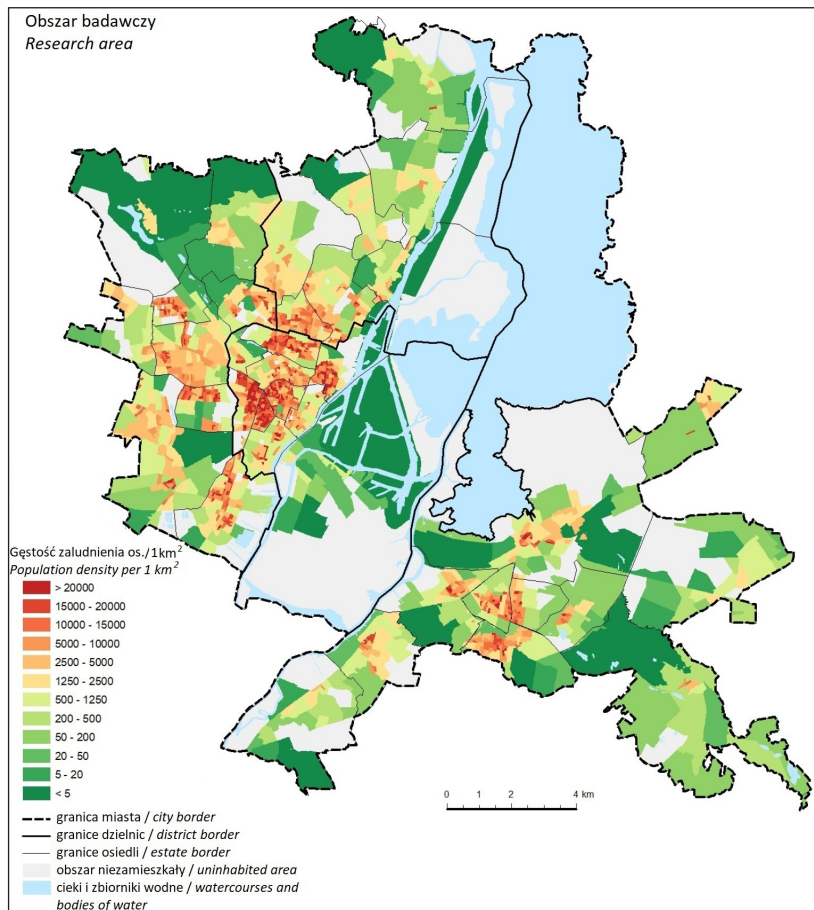


Ryc. 1.1. Podział Szczecina na osiedla i dzielnice, na podstawie danych UM w Szczecinie  
 Fig. 1.1. Division of Szczecin into districts and housing estates, based on data from Szczecin City Hall

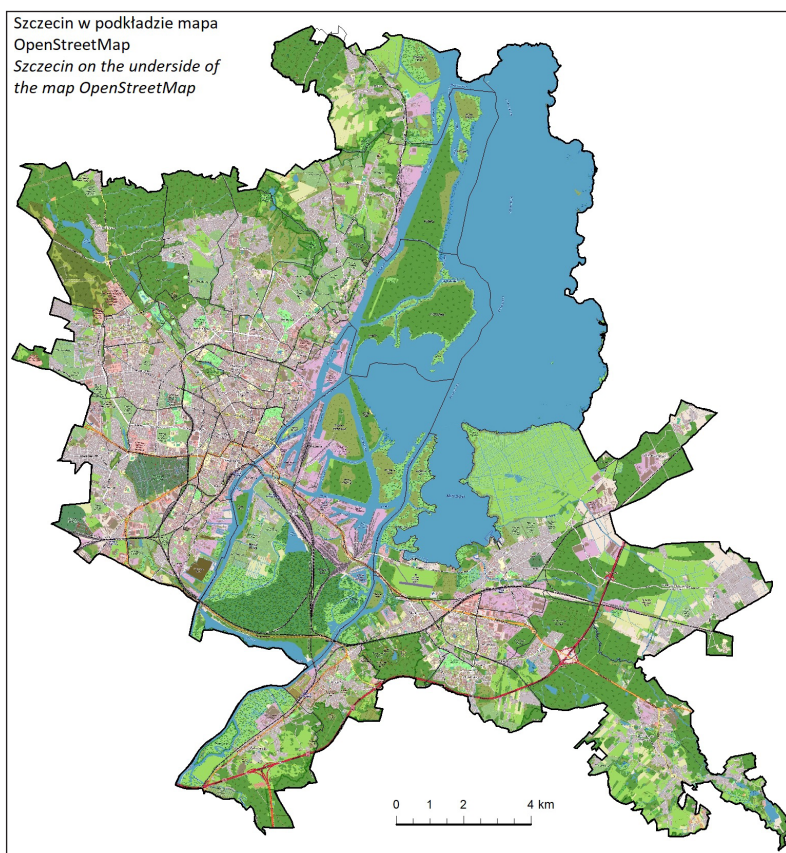
Czas badania dla analizy układu transportu zbiorowego w mieście obejmuje lata 2009-2018. Taki zakres czasowy podyktowany jest dostępem do danych, które dostarcza przewoźnik realizujący połączenia w transporcie publicznym (autobusowym i tramwajowym) w Szczecinie. W pracy oceniono zmiany dostępności transportem publicznym w Szczecinie w latach 2009-2018 w poszczególnych dzielnicach oraz osiedlach. Z kolei porównanie dostępności transportu zbiorowego i indywidualnego było możliwe tylko dla jednego roku, tj. dla 2018 roku, ponieważ dane do modelu transportu indywidualnego opierały na rzeczywistych danych ściąganych z portalu *Google Maps API* (Bast i in., 2010). Badanie zmian dostępności miasta w październiku 2018 roku odniesiono do kształtowania się sieci transportu publicznego i indywidualnego (**komponent transportowy**), rozmieszczenia źródeł i celów podróży (**komponent przestrzenny**), zmian organizacyjnych (**komponent czasowy** - rozkłady jazdy) oraz uwarunkowań rozkładu liczby mieszkańców w poszczególnych grupach wiekowych (**komponent indywidualny**). W pracy autor podjął próbę oceny zmian dostępności w transporcie zbiorowym wynikającej ze zmian w rozkładach jazdy w ciągu dnia. Analiza zmian **dostępności transportowej** dotyczyła również inwestycji w linię tramwajową (budowa



I etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju) zaplanowanej do realizacji w okresie programowania 2007-2013 (*Zintegrowany Plan..... 2007-2015, 2010*) i zrealizowanej do 2015 roku, a także wynikających z tego zmian organizacyjnych (zmiany rozkładów jazdy). Nowa inwestycja tramwajowa ma docelowo poprawić dostępność mieszkańców Prawobrzeżnej części miasta w dojeździe do centrum.



Ryc. 1.2. Gęstość zaludnienia w rejonach transportowych (obwodach spisowych) w Szczecinie  
Fig. 1.2. Population density in transport districts (census areas) in Szczecin



Ryc. 1.3. Granice Szczecina w podkładzie z podstawową mapą OSM OpenStreetMap  
Fig. 1.3. Borders of Szczecin in the OSM OpenStreetMap base map overlay

#### 1.4. Narzędzia GIS, materiały źródłowe, metody badań oraz metody pozyskania danych

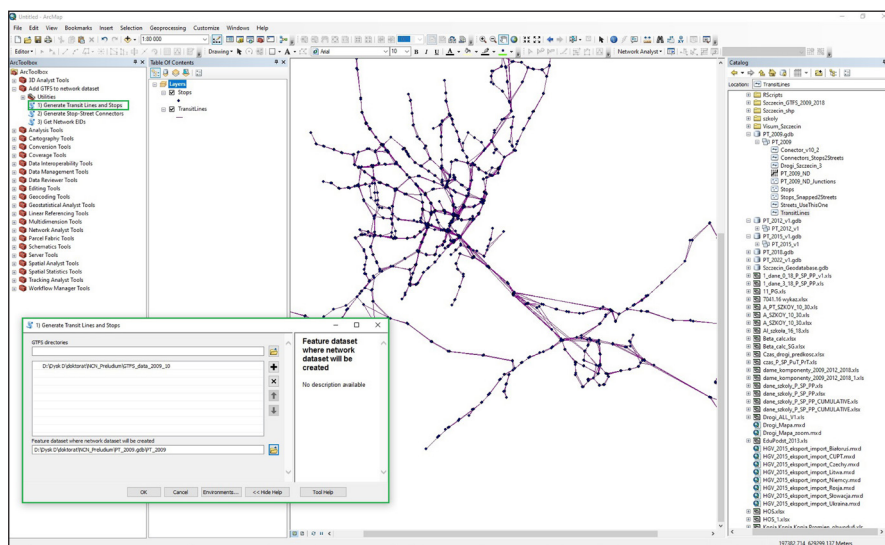
Rozdział ten zawiera opis narzędzi GIS, które zostały użyte w monografii. W jego dalszej części opisane zostały materiały źródłowe, metody badań oraz metody pozyskania danych, które również zobrazowane zostały w postaci tabeli.

Materiały źródłowe wykorzystane w pracy można podzielić na dwie kategorie, na materiały wtórne i pierwotne. Do materiałów pierwotnych w pracy można zaliczyć rozkłady jazdy transportu zbiorowego za lata 2009-2018. Informacje rozkładowe posłużyły do wykonania analiz dostępności z wykorzystaniem transportu zbiorowego. Dane rozkładowe wykorzystane do analiz są w formacie GTFS (*General Transit Feed Specification*) i przystosowane są do możliwości programu ArcGIS 10.1. W celu odpowiedniego wykorzystania danych potrzebny jest dostęp do narzędzia Network Analyst. Korzystając z narzędzi ArcToolbox, które

dedykowane są do tworzenia sieci transportu publicznego, stworzony został model transportu publicznego. W celu stworzenia modelu transportu publicznego przy pomocy danych GTFS oraz używając narzędzi z ArcToolbox, należy przeprowadzić operacje w trzech krokach.

W pierwszym kroku należy dodać katalog z informacjami GTFS do zestawu danych Future Dataset, który jest generowany w geobazie, dzięki czemu uzyskujemy lokalizację przystanków i linii tranzytowe (transportu publicznego) (ryc. 1.4).

W drugim kroku otrzymaną bazę przystanków i linii transportu publicznego należy połączyć z zestawem danych odpowiadającym ciągom pieszym w modelu. Tworzy się wtedy zestaw danych ciągów pieszych oraz połączeń między przystankami a ciągami pieszymi (konektory).

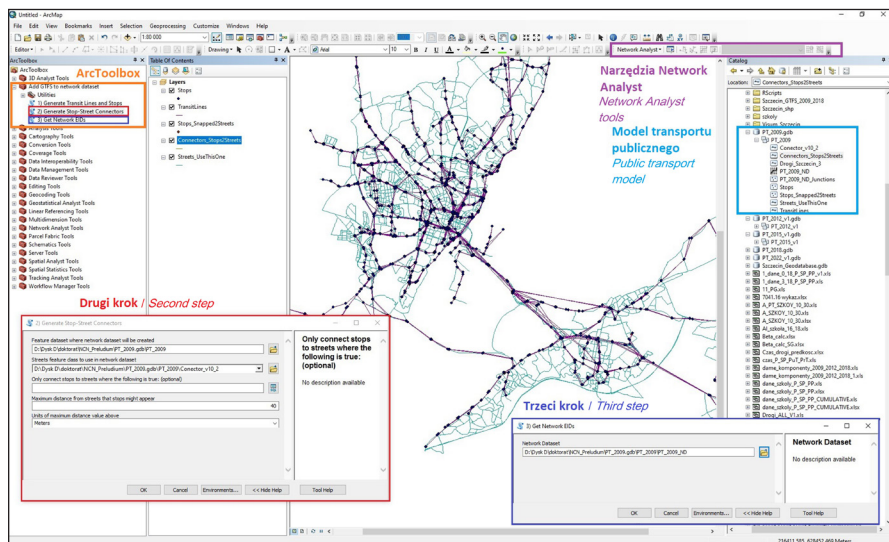


Ryc. 1.4. Widok z programu ArcGIS. Użycie narzędzia do generowania przystanków, opracowanie własne na podstawie ArcGIS 10.2.2  
Fig. 1.4. ArcGIS programme was the tool to generate stops, own elaboration based on ArcGIS 10.2.2

W trzecim kroku do geobazy i zestawu danych **Feature Dataset** należy dodać **New -> Network Dataset**, w którym zapisane będą wszystkie procedury tworzenia zestawów danych dla modelu transportu publicznego. Zaraz po utworzeniu zestawu danych **Network Dataset** konieczne jest użycie narzędzia **Get Network EIDs**. Narzędzie **Get Network EIDs** pobiera informacje tranzytowe z sieciowego zbioru dla cech linii tranzytowych i przetwarza je do tabeli SQL<sup>5</sup> (*Structured Query Language*), do której będzie się odwoływał ewaluator tranzytowy GTFS. Zbiór danych sieci musi być uaktualniony przed uruchomieniem narzędzia **Network Analyst**. Przy przebudowie zbioru danych sieciowych w celu aktualizacji wartości sieciowych niezbędne jest każdorazowe uruchomienie narzędzia **Get Network**

<sup>5</sup> SQL (skrót od *Structured Query Language*) – to język zapytań wykorzystywany w praktycznie każdej relacyjnej bazie danych. Za pomocą języka SQL można wykonywać operacje na bazie danych takie jak pobieranie informacji, wstawianie danych do tabel, modyfikowanie rekordów, czy po prostu tworzenie struktury bazy danych.

EIDs. Ostatnie kroki oraz inne funkcjonalności programu ArcGIS, które zostały wykorzystane do generowania wyników macierzowych transportu publicznego, przedstawiono na rycinie numer 1.5.



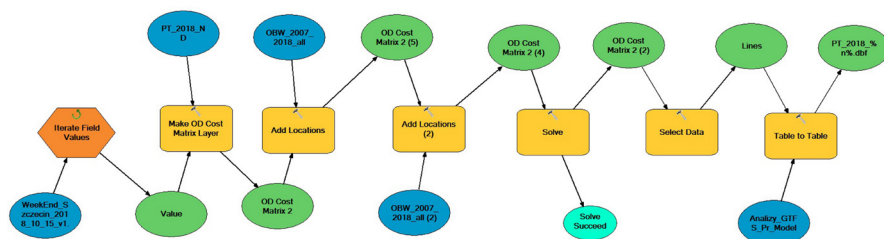
Ryc. 1.5. Widok z programu ArcGIS. Użycie narzędzi do generowania modelu transportu publicznego na ostatnim etapie, opracowanie własne na podstawie ArcGIS 10.2.2  
 Fig. 1.5. View from ArcGIS. Using tools to generate the public transport model at the last stage, own development based on ArcGIS 10.2.2

W niniejszym badaniu użyto wielu technik GIS (*Geographic Information System*), dzięki którym możliwa była automatyzacja lub półautomatyzacja działań obliczeniowych i wynikowych (Werner, 1992). W przypadku obliczeń dla transportu publicznego do zapętlania zapytania dla jednego profilu czasowego został użyty model wykonany w ModelBuilder, który został napisany w programie ArcGIS 10.2.2. Podobny model został wykorzystany w innych pracach<sup>6</sup> (Stępiak i Goliszek, 2017; Stępiak i in., 2019) (ryc. 1.6), a na cele obliczeniowe do niniejszej publikacji model został przez autora przystosowany do generowania obliczeń dla Szczecina. Dzięki narzędziu z ModelBuildera obliczono wszystkie macierze czasów źródłowo-docelowych (*Origin and Destination; OD*) przejazdu transportem publicznym w godzinach między 5:00 a 22:00 w 15-minutowych odstępach czasowych dla dnia roboczego w różnych latach, tj. w 2009, 2012, 2015 i 2018. Każdy plik OD składał się z relacyjnej macierzy czasów przejazdu 1869x1869 rejonów transportowych, co generowało plik składający się z 3 493 161 wierszy, który automatycznie zapisywał się w formacie DBF<sup>7</sup>. Łącznie wszystkich macierzy (plików OD), dla profilu czasowego

<sup>6</sup> Autorem jest Marcin Stępiak i został on użyty w artykule: Stępiak M., Goliszek S., 2017, Spatio-temporal variation of accessibility by public transport - the equity perspective, [w:] Red. Igor Ivan, Alex Singleton, Jiří Horák, Tomáš Inspektor, *The rise of big spatial data*, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer International Publishing, Cham, s. 241-261.

<sup>7</sup> DBF (ang. *Data Base File*) – jeden z pierwszych formatów pliku bazodanowego dla PC, polegający na sekwencyjnym składowaniu rekordów o nieziennej budowie w jednym pliku. Dostęp do rekordu danych realizowany jest według wybranego klucza (w tym naturalnego np. GO lub SKIP) bezpośrednio przez apli-

wych (profil czasowy to pojedynczy pomiar czasu przejazdu o określonej godzinie) transportu publicznego wygenerowano 69 dla każdego z czterech analizowanych lat oraz 69 dla transportu indywidualnego (dla roku 2018).



Ryc. 1.6. Model wykonany w ModelBuilder do obliczeń macierzy OD transportem publicznym, opracowanie M. Stępiak w ArcGIS 10.2.2.

Fig. 1.6. Model made in ModelBuilder for calculating the OD matrix by public transport, developed by M. Stępiak in ArcGIS 10.2.2.

Do pobierania danych czasowych do modelu transportu indywidualnego użyto skryptu napisanego w programie Python 2.7<sup>8</sup>. Skrypt ten pozwalał importować dane z czasami przejazdu w trybie rzeczywistym dla wybranych odcinków drogi. Całe działanie skryptu zostało opisane w podrozdziale 3.2.3., gdzie również opisano budowę modelu transportu publicznego. Również na ostatnim etapie geokodowania miejsc pracy użyto skryptu napisanego w programie Python 2.7<sup>9</sup>.

Ostatnim działaniem w procedurze badawczej, które pozwoliło na uzyskanie wszystkich obliczeń, było napisanie przez autora pracy skryptu w języku programowania R<sup>10</sup>, co pozwoliło na automatyzację otrzymywanych wyników i generowanie map. W pierwszej kolejności dokonano konwersji plików OD, które zostały wygenerowane z ArcGIS i zapisane w formacie DBF, do plików CSV<sup>11</sup>. Dzięki tej operacji udało się zmniejszyć wagę plików z ponad 500 MB do 100 MB. Dla otrzymanych 345 plików CSV, dzięki kodowi napisanemu w R, wykonane zostały wszystkie obliczenia dla dostępności najbliższej odległości, dostępności kumulatywnej, dostępności potencjałowej oraz ilorazu potencjałów. Przykładowy zrzut ekranu ze skryptem do obliczeń w języku R widoczny jest na rycinie 1.7. Cały etap pracy z danymi, od pobierania plików, do generowania baz danych, a także używanie skryptów, generowanie map, przedstawiony został na rycinie nr 1.8.

ację lub wiele aplikacji (brak samodzielnego silnika – każda z aplikacji musi zawierać swój własny silnik).

<sup>8</sup> Autorem aplikacji jest Łukasz Dębek.

<sup>9</sup> Autorem aplikacji jest Łukasz Dębek.

<sup>10</sup> GNU R – interpretowany język programowania oraz środowisko do obliczeń statystycznych i wizualizacji wyników. Jest to projekt GNU podobny do języka i środowiska S stworzonego w Bell Laboratories (dawniej AT&T, obecnie *Lucent Technologies*) przez Johna Chambersa i jego współpracowników. R jako implementacja języka S została stworzona przez Roberta Gentlemana i Rossa Ihakę na uniwersytecie w Auckland. Nazwa pochodzi od pierwszych liter imion twórców oraz jest nawiązaniem do języka S. GNU R rozprowadzany jest w postaci kodu źródłowego oraz w postaci binarnej wraz z wieloma dystrybucjami GNU/Linux. Dostępna jest także wersja dla Microsoft Windows i Mac OS. Aktualna wersja programu to 3.5.2

<sup>11</sup> CSV (ang. *comma-separated values*, wartości rozdzielone przecinkiem) – format przechowywania danych w plikach tekstowych i odpowiadający mu typ MIME *text/csv*.

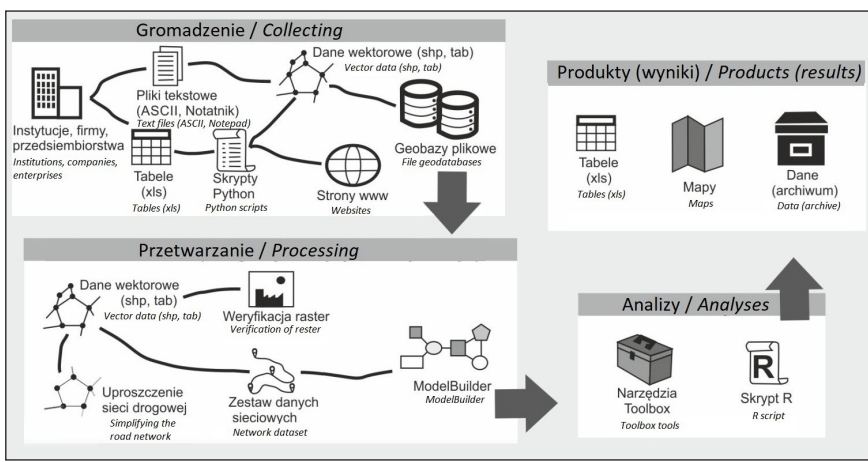


```

111 AT_08_00_00_valuel_08_00_00 - L1c2b_M_P
112 0b11c2c1a-at_08_00_00_2
113 group_by(PT_08_00_00)
114 summarise(L1c2b_M_P_value_08_00_00=sum(L1c2b_M_P))
115 0b11c2c1a
116 write_csv(0b11c2c1a, "D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
117
118
119
120
121
122 Matrix <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
123
124 PT_08_00_20 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
125
126 PT_08_00_30 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
127
128 PT_08_00_40 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
129
130 PT_08_00_45 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
131
132 PT_08_00_50 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
133
134 PT_08_00_55 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
135
136 PT_08_00_60 <- read_csv("D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_results_08_00_00np.csv")
137
138
139
140
141
142
143
144 write_csv(Dane, "D:\\ dysk D:\\doktorat\\MCM_Preludium\\Analyzy_GIS_Pr_Model\\CSV\\PT_2018_L1c_65_Pr_cumulativ_10_60.csv")
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

```

Ryc. 1.7. Skrypt do obliczeń w programie R  
Fig. 1.7. Script for calculations in R programme



Ryc. 1.8. Schemat działania przy użyciu technik Systemów Informacji Geograficznej (GIS), opracowanie własne na podstawie R. Tomlinson (2007)  
Fig. 1.8. Scheme of operation using the Geographic Information Systems (GIS) techniques, own elaboration based on R. Tomlinson (2007)

Stacowany czas podróży podawany przez Google, podobnie jak ma to miejsce w przypadku innych produktów nawigacyjnych, bazuje na szacowanym czasie dotarcia do celu. Wśród analizowanych danych są: ograniczenia prędkości, prędkości możliwe do uzyskania wynikające z kategorii drogi, czas poruszania się poprzedniego pojazdu po drodze oraz informację o ruchu w czasie rzeczywistym. Wszystkie dane są ze sobą łączone i na tej podstawie tworzona jest prognoza czasu przejazdu w Google Maps, w celu lepszego dopasowania prognozy do

rzeczywistości oraz ulepszenia stosowanego algorytmu. Czas uzyskany z prognoz jest na bieżąco porównywany z rzeczywistym czasem przejazdu. Zestawienie historycznych danych z rejonów transportowych oraz danych z pojazdów pozwala na dobre przewidywanie czasu przejazdu poruszających się pojazdów. Dodatkowo by dane jak najlepiej odpowiadały rzeczywistości firma Google wykorzystuje *crowdsourcing*, który polega na łączeniu prędkości tysięcy użytkowników na drodze, co pozwala uzyskać relatywnie dobry obraz ruchu.

Z kolei pomiar prędkości czasu przejazdu transportem publicznym wykonany został za pomocą formatu danych GTFS, w którym zapisywane są harmonogramy funkcjonowania transportu zbiorowego oraz inne dane geograficzne (współrzędne przystanków, trasy). Dane GTFS są publikowane w formacie tekstowym, dzięki czemu w prosty sposób korzystają z nich programiści do tworzenia aplikacji webowych (Karner, 2018). Dane GTFS zawierają spakowane pliki harmonogramu funkcjonowania transportu zbiorowego takie jak: nazwę podmiotu publikującego dane, daty funkcjonowania harmonogramu, przystanki i trasy<sup>12</sup>. (Delling i in., 2014; Goch i in., 2018; Goliszek i Połom, 2016d; Goliszek, 2017b; Goliszek i in., 2020).

Do porównania wskaźników dostępności dla **komponentu indywidualnego** (mieszkańcy według grup wiekowych) skorzystano z danych pierwotnych z Urzędu Miasta w Szczecinie. Dane z Urzędu Miasta obejmują lata 2008-2018, a stopień ich agregacji jest na osiedla mieszkaniowe. Dane z poziomu osiedli mieszkaniowych zostały rozszacowane na poziom obwodów spisowych. Narzędzia GIS wykorzystywane były również przy próbie szacowania liczby ludności na danym obszarze w dłuższym okresie. Do rozszacowania liczby ludności przy pomocy narzędzi GIS używano automatów komórkowych i korzystano z pierwotnych danych *Corine Land Cover* (Werner, 2006).

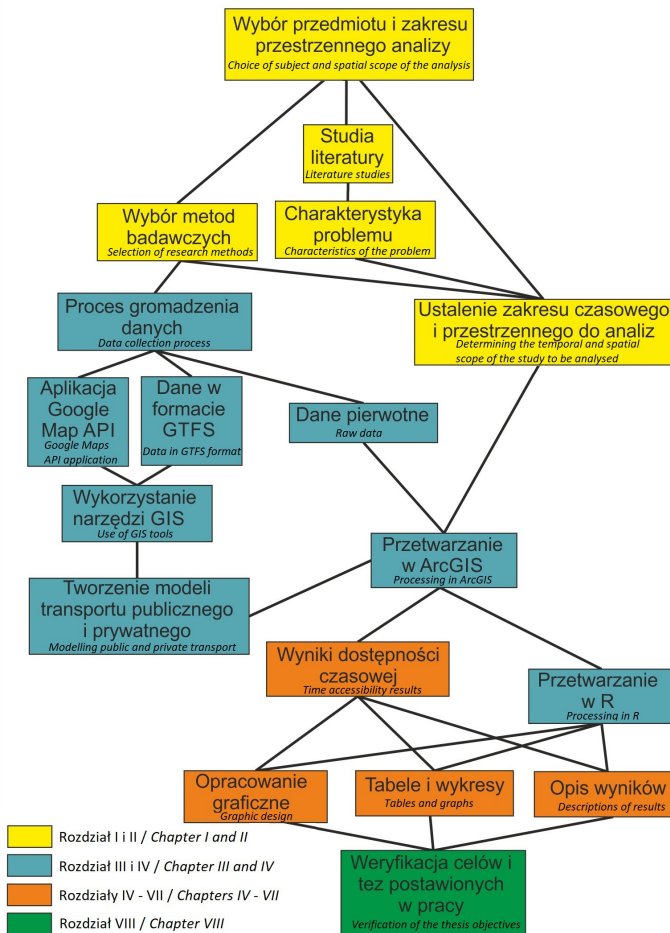
Do danych pierwotnych można również zaliczyć czasy przejazdu wykorzystane do budowy modelu transportu indywidualnego. Dane o czasach przejazdu w transporcie indywidualnym zostały automatycznie pobrane z serwisu *Google Maps API* przy pomocy aplikacji napisanej w programie Python 2.7 i przetworzone do celów analizy w programie ArcGIS/Network Analyst do celów analizy. Dzięki wykorzystaniu danych *Google Maps API* i GTFS możliwe stało się porównanie funkcjonowania transportu indywidualnego i publicznego w ciągu dnia między godzinami 5:00 a 22:00.

Do materiałów wtórnych należy zaliczyć studia literatury dotyczące problematyki transportu miejskiego, w tym transportu zbiorowego oraz indywidualnego, nawiązujące do rozmieszczenia **komponentów dostępności transportowej**. W monografii uwzględniono zarówno krajowe jak i zagraniczne badania **dostępności transportowej**. Wśród materiałów wtórnych znalazły się również studia dokumentów strategicznych, krajowych i zagranicznych a także publikowanych materiałów projektowych, planów i analiz transportowych. Dodatkowymi źródłami

<sup>12</sup> W formacie danych GTFS zapisuje się informacje o firmie odpowiedzialnej za transport publiczny, które wykorzystują format do publikowania informacji o transporcie zbiorowym, co jest przydatne np. dla planistów, decydentów wdrażających transport zbiorowy, władz miast, wszystkich osób i podmiotów wykorzystujących oraz korzystających z transportu publicznego w mieście.

wtórnymi były referaty z konferencji naukowych i branżowych oraz opisy danych ze stron internetowych, dzięki którym możliwa była praca z danymi typu GTFS.

Metody pomiaru **dostępności transportowej** zostały bardziej szczegółowo opisane w rozdziale 2.4.1 i 2.4.2. W tym miejscu jedynie nadmienia się, że do metod badania dostępności wykorzystanych w niniejszej pracy należą: (1) metoda najbliższej odległości (*proximity*); (2) metoda odsetka ludności (*population percentage method*); (3) metoda kumulatywna (*cumulative accessibility*); (4) metoda potencjału (*potential accessibility*, w tym uwzględniono efekty konkurencji w metodzie (5) ilorazu potencjałów (*potential quotient*). Tabela 1.1 prezentuje użyte metody oraz inne parametry wykorzystane w monografii, dopasowane do **komponentu**, źródło i cele podróży oraz czas podróży. Zaproponowane syntetyczne podejście do przedstawienia wszystkich parametrów użytych do wyznaczania dostępności w pracy jest przydatne przy analizach.



Ryc. 1.9. Schemat postępowania badawczego w monografii  
Fig. 1.9. Scheme of the research procedure in the monograph



Na końcu pierwszego rozdziału przedstawiony został schemat procedury badawczej. Każde zadania są w logicznym ciągu badawczym ze sobą połączone, a do każdego zadania przypisany jest rozdział, który odpowiada realizacji pracy badawczej (ryc. 1.9).

Tabela 1.1. Metody i pomiary dostępności transportem indywidualnym i publicznym do różnych celów w 2018 i transportem publicznym w latach 2009-2018

I.p. wskaźnika (wg celu podróży)	Komponenty różnicujące rezultaty			Komponenty syntetyzujące wyniki		Metoda badanie dostępności		
	Przestrzenny		Transportowy	Czasowy	Indywidualny			
	motywacja podróży	cel podróży	rodzaj transportu, publiczny / prywatny	godziny podróży	źródło podróży (wiek podróżnego)	dostępność czasowa najbliższej odległości (minuty)	dostępność czasowa kumulatywna (izochrona 30 minut)	dostępność potencjalowa (atrakcja)/iloraz potencjału
1	praca	miejsca pracy	transport publiczny / prywatny	7:00-9:00 (9 symulacji)	18-60/65	-	[liczba miejsc pracy] ranking	[liczba osób w wieku produkcyjnym]/ [liczba miejsc pracy]
2a	edukacyjna	przedszkola i punkty przedszkolne	transport publiczny / prywatny	7:00-9:00 (9 symulacji)	3-6	ranking	[liczba przedszkoli]	[liczba dzieci w wieku przedszkolnym]/ [liczba miejsc w przedszkolu]
2b		szkoły podstawowe i gimnazja	transport publiczny / prywatny	7:00-9:00 (9 symulacji)	7-15	ranking	[liczba szkół]	[liczba dzieci w wieku szkolnym, 7-15]/ [liczba miejsc w szkołach podstawowych i gimnazjach]
2c		szkoły średnie	transport publiczny / prywatny	7:00-9:00 (9 symulacji)	16-18		[liczba szkół] ranking	[liczba dzieci w wieku szkolnym, 16-18]/ [liczba miejsc w szkołach średnich]
3	zdrowotna	szpitale	transport publiczny / prywatny	7:00-9:00 (9 symulacji)	ogółem	ranking		
4	zakupy	centra handlowe	transport publiczny / prywatny	17:00-19:00 (9 symulacji)	16+	ranking		
5a	rekreacja	kina	transport publiczny / prywatny	18:00-20:00 (9 symulacji)	15-60/65	ranking		
5b		łyżalnie	transport publiczny / prywatny	18:00-20:00 (9 symulacji)	7-60/65	ranking		
6	ogólna	ludność	transport publiczny – 2009/2012/2015/2018	PuT-5:00-22:00 (69 symulacji)	1-60/65+			ranking



## 2. Dostępność w transporcie indywidualnym i zbiorowym

### 2.1. Podział definicji i klasyfikacji transportu w mieście

Pierwszym, dość ogólnym terminem jest transport. W literaturze przedmiotu znajduje się szereg różnych jego definicji. Transport dzieli się na różne rodzaje w zależności od warunków, w jakich dochodzi do przemieszczeń na: powietrzny (samoloty, helikoptery itp.), wodny (morski, śródlądowy), lądowy (kolejowy, drogowy) oraz specjalny (rurociągi, taśmociągi, linie energetyczne) (Lijewski, 1986; Woropay i Muślewski, 2005). Transport lądowy, w zależności od zasięgu oddziaływania dzieli się na: międzynarodowy, międzymiastowy i miejski.

W pracy skupiono się na transporcie publicznym (miejskim). W transporcie miejskim można wyodrębnić transport indywidualny, zbiorowy oraz grupowy (Piskozub, 1975; Woropay i Muślewski, 2005; Wyszomirski, 2006).

Kolejnym etapem uszczegółowienia definicji jest charakterystyka transportu indywidualnego i zbiorowego (Kacperczyk, 2010). **Transport indywidualny** w niniejszej pracy rozumiany jest, jako przejazd samochodem prywatnym między punktami źródłowymi a docelowymi (*private transport*). Czasy przejazdu samochodem prywatnym wynikają z modelu transportu indywidualnego, który zbudowany został z danych pobranych ze strony *Google Maps API*, przy pomocy aplikacji napisanej w Pythonie 2.7.

**Transport zbiorowy** (publiczny) w pracy jest rozumiany jako przewozy osobowe (pasażerskie), które są realizowane przez określone przedsiębiorstwo komunikacyjne mające własny tabor. W analizie transportu zbiorowego tabor, jaki został przeanalizowany, to: autobusy i tramwaje. Transport zbiorowy w niniejszej pracy jest utożsamiany z transportem publicznym obsługiwanym przez Zarząd Dróg i Transportu Miejskiego w Szczecinie. W skład transportu publicznego obsługiwanego przez ZDiTM wchodzi tramwaje i autobusy poruszające się po Szczecinie oraz poza nim. Wybór dwu środków transportu, jakimi są autobusy miejskie i tramwaje, podyktowany jest dostępem danych w formacie GTFS. To właśnie dzięki tym danym możliwe są precyzyjne analizy czasowe, które zostały użyte do obliczeń różnych wskaźników dostępności. W pracy nie została uwzględniona kolej miejska, która składa się z kilku przystanków w Szczecinie. Przewozy

Regionalne, które realizują połączenia wewnątrz miasta, nie udostępniają danych w formacie GTFS. Dlatego też taka analiza nie została przeprowadzona dla celów niniejszej pracy.

**Profil czasowy** w pracy użyty został do analizy, a funkcjonuje jako jeden z pomiarów czasu dla wybranej godziny i minuty do analizy. Obliczany jest na podstawie modelu transportu indywidualnego i publicznego. Profil czasowy używany jest zarówno w analizie statycznej dla 2018 roku jak i dynamicznej między 2009 a 2018 rokiem. Za każdym razem profil czasowy obliczany był dla godziny między 5:00 a 22:00 w 15-minutowych odstępach czasowych. Równe odstępy czasowe powodują, że dla każdego od 2009 do 2018 roku, możliwe jest porównywanie transportu publicznego w na przestrzeni kilku lat.

Termin **dostępność** od początku pojawienia się w geografii transportu jest chętnie wykorzystywany przez badaczy. Dostępność jest pojęciem trudnym do zdefiniowania (Moseley, 1979). Duża liczba definicji dostępności według różnych autorów powoduje, że trudno jest ustalić jedną uniwersalną definicję (Ratajczak, 1992). Interpretacja dostępności jest uzależniona od miejsca badania, w jakiej dana definicja jest stosowana. Inaczej dostępność rozumie geograf, dla którego dostępność jest nierozzerwalnie związana z przestrzenią, z pokonywaniem odległości z punktu A do B. Jeszcze inaczej termin dostępności rozumie ekonomista, pojmując dostępność głównie przez pryzmat kosztu podróży, a jeszcze inaczej socjolog, dla którego ważne w badaniach są ograniczenia społeczne. Wszystkie terminy związane z dostępnością pojawiające się w literaturze, takie jak dostępność: czasowa, komunikacyjna, transportowa, potencjałowa, społeczna, fizyczna, topologiczna, ponieważ każda z tych definicji podkreśla specyficzne cechy dostępności, mniej lub bardziej istotne dla określonej dziedziny, w której dana definicja dostępności jest wykorzystywana (Lijewski, 1986; Ratajczak, 1992).

Dostępność według *Słownika Języka Polskiego PWN* (2016) oznacza: dostępny, czyli: (1) „*taki, do którego można dojść bez przeszkód, na który można wejść stosunkowo łatwo*”; (2) „*nietrudny do zdobycia*”; (3) „*łatwy do przyswojenia*”; (4) „*taki, z którym łatwo można nawiązać kontakt, do którego jest łatwy dostęp*”. Żadna z wyżej podanych definicji *Słownika Języka Polskiego PWN* nie oddaje znaczenia słowa ‘*dostępność*’ w rozumieniu geografów, dla których dostępność to zdolność zajścia interakcji w przestrzeni, związana z pokonywaniem przestrzeni (Ratajczak, 1992). Według R. W. Vickermana (1974a, 1974b) dostępność to łączenie jednych obiektów w przestrzeni z innymi przy zastosowaniu systemu transportowego. Inni badacze twierdzą, że dostępność to możliwość dotarcia do określonej formy działalności z użyciem systemu transportowego (Black i Conroy, 1977). W. G. Hansen (1959) i R. W. Vickerman (1974a, 1974b) definiują dostępność komunikacyjną jako możliwość zajścia interakcji w przestrzeni z wykorzystaniem transportu. Natomiast Z. Taylor (1997) opisuje dostępność jako „*szanse lub możliwości pozwalające na skorzystanie z różnych rodzajów działalności, funkcji, z których część można zaliczyć do usług przez osobę zamieszukującą stale pewien obszar*”. W definicji tej określony został podmiot dostępności (osoba), a nie jak w większości definicji miejsce, które ten człowiek zamieszkuje. Tak zdefiniowana dostępność doskonale oddaje wpływ

**komponentów dostępności** na jej postrzeganie w geografii transportu, z uwzględnieniem również **komponentu indywidualnego** (Geurs i van Wee, 2004; Hanson i Pratt, 1995).

Wszystkie rodzaje transportu w mieście korzystają z infrastruktury liniowej i punktowej. Infrastruktura liniowa w mieście ma specyficzne właściwości, do których należą: jakość, przepustowość, wydłużenie, gęstość sieci oraz bezpośredniość sieci. Na jakość infrastruktury transportowej składa się szereg parametrów technicznych takich jak ukształtowanie drogi w pionie i poziomie, geometria drogi oraz rodzaj nawierzchni. Właściwości przepustowości transportu zbiorowego mierzone są liczbą środków transportu, które mogą ją (element infrastruktury np. odcinek drogi, skrzyżowanie) przebyć w określonym czasie (Wojewódzka-Król, 2008). Na współczynnik wydłużenia drogi przejazdu wpływa stosunek odległość po drodze między dwoma punktami, w porównaniu z odległością fizyczną między nimi (wyznaczona odległość po ortodromie). Gęstość sieci transportowej wyraża się ilorazem długości linii transportowych w stosunku do liczby mieszkańców danego regionu (km/1000 os.) lub do powierzchni danego obszaru (km/100km<sup>2</sup>). Bezpośredniość drogi oznacza przewóz bez konieczności przeładunku lub przesiadki i zmiany gałęzi transportu, w relacji np. dom-zakupy, dom-praca, praca-zakupy. Infrastruktura punktowa obejmuje stacje i przystanki kolejowe dla odprawy osób i towarów (w tym stacje obsługujące porty morskie oraz graniczne stacje przeładunkowe), perony i drogi dojścia, urządzenia informujące, place załadunkowe, urządzenia dźwigowe i wagowe. W niniejszej pracy infrastruktura punktowa obejmuje przystanki transportu publicznego (Stajniak i in., 2007; Wojewódzka-Król, 2008).

## 2.2. Komponenty dostępności transportowej i metody jej mierzenia

Według niektórych badaczy dostępność jest rozumiana jako osiągnięcie określonych miejsc (cech) przez określone osoby (Pine, 1979; Jones, 1981), z możliwością odwiedzenia jak największej liczby miejsc (Martellato i in., 1995). Widać zatem w tej definicji **komponent dostępności** związany z przestrzenią oraz użytkownikami sieci transportowych. Część prac naukowych dotyczących dostępności koncentruje się na dostępności danego miejsca (Song, 1996; Handy i Niemeier, 1997), dostępności indywidualnej (Pine, 1979; Kwan, 1998) oraz na korzyściach ekonomicznych wynikających ze zmian dostępności (Koenig, 1980; Niemeier, 1997).

Za prekursorów badań **komponentów dostępności** i ich wzajemnych powiązań uważani są K. T. Geurs i J. Ritsema van Eck (2001). Prekursorzy badań transportowych wyróżniają takie **komponenty dostępności transportowej** jak: **komponent przestrzenny**, **komponent transportowy**, **komponent czasowy**, **komponent indywidualny** (Geurs i Ritsema van Eck, 2001; Geurs i van Wee, 2004).

Wszystkie miary dostępności wraz z komponentami w układzie macierzyowym prezentuje tabela 2.1. Tabela ta obrazuje miary, opisywane z wykorzystaniem danego **komponentu**.

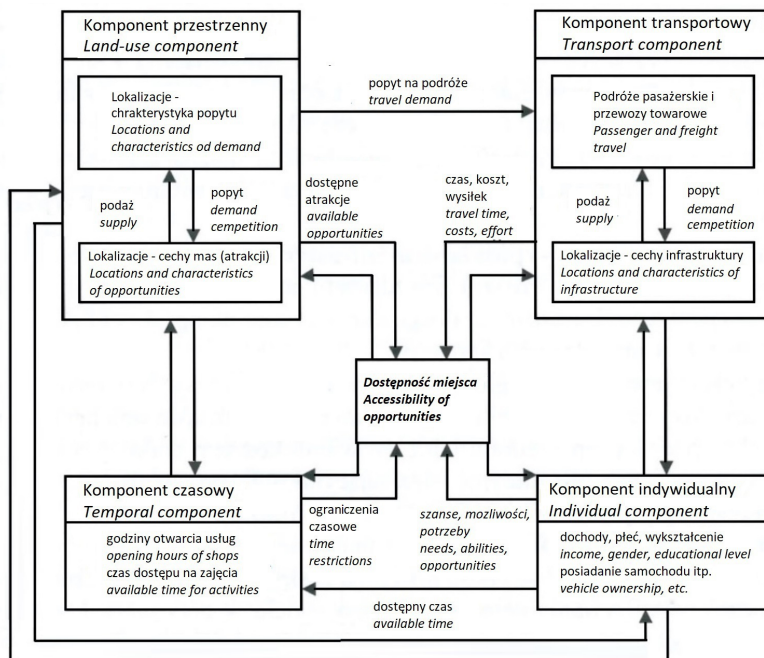
Tabela 2.1. Rodzaje miar i komponentów dostępności transportowej, opracowanie własne na podstawie K. T. Geursa i J. Ritsemana van Eck (2001)

Miara		Komponent transportowy	Komponent przestrzenny	Komponent czasowy	Komponent indywidualny
Infrastruktura		średni czas przejazdu; czas przejazdu, liczba pojazdów w ciągu dnia	rozmieszczenie przystanków, miejsc parkingowych	szczyt w ciągu dnia, dostęp do infrastruktury	rozkład możliwości przejazdu z domu do pracy, w podróży biznesowej itd.
Dostępność celów podróży	Geograficzna	koszt podróży między miejscami aktywności; użycie funkcji, opór przestrzeni ( <i>distance decay</i> )	rozmieszczenie celów podróży w przestrzeni, np. miejsc pracy lub usług	czas przejazdu i koszt jest różny w ciągu dnia, tygodnia, roku	rozwarstwienie społeczne (dochody, poziom edukacji)
	Czasowo-przestrzenna	czas podróży i odległość	rozmieszczenie możliwości przemieszczania w przestrzeni	ograniczenia w przestrzeni, które wpływają na czas przejazdu	dostępność analizowana na poziomie indywidualnym
Użyteczności		koszt podróży między miejscami aktywności; użycie funkcji, opór przestrzeni ( <i>distance decay</i> )	rozmieszczenie możliwości przemieszczania w przestrzeni	czas przejazdu oraz koszt jest różny w ciągu dnia, tygodnia, roku	szacowanie dla różnych grup społecznych wskaźnika indywidualnej dostępności

Zwykle wyróżniamy cztery **komponenty dostępności transportowej** (tab.2.1):

- **Komponent transportowy** oddaje wszystkie możliwości podróżowania z użyciem wybranego środka transportu w kontekście tzw. uogólnionego kosztu podróży (tzn. koszt, czas, wysiłek związany z pokonywaniem dystansu);
- **Komponent przestrzenny** opisuje rozkład przestrzenny źródeł i celów podróży (np. miejsca pracy, edukacji, rozkład ludności, usług, miejsc rekreacji itp.);
- **Komponent czasowy** oddaje czas, w jakim odbywa się podróż w ciągu dnia, tygodnia lub pory roku do celu podróży (np. godziny otwarcia sklepów, godziny szczytu, najczęstsze godziny lub dni tygodnia wyjazdów do szkół, wyjazdów wakacyjnych itd.);
- **Komponent indywidualny** obejmuje indywidualne cechy uczestników ruchu, którzy przemieszczają się z użyciem danego środka transportu. Indywidualne cechy obejmują np. wiek, płeć, zarobki, wykształcenie, warunki mieszkaniowe oraz to, czy podróżni posiadają np. prawo jazdy lub samochód.

**Komponenty** najłatwiej zbadać oraz interpretować pod kątem zmian występujących w otoczeniu, np. zmian kongestii na analizowanych odcinkach dróg w ciągu doby lub zmian czasu podróży czy prędkości przejazdu. **Wpływ poszczególnych komponentów** na siebie doskonale na prostym schemacie przedstawili K. T. Geurs i J. Ritsema van Eck (2001; ryc. 2.1).



Ryc. 2.1. Związki między komponentami użytkowania a dostępnością, na podstawie K. T. Geurs i J. Ritsema van Eck (polskie tłumaczenie – P. Rosik, 2012 i T. Komornicki i in., 2009  
Fig. 2.1. Relationships between usage components and accessibility, based on K. T. Geurs and J. Ritsema van Eck (Polish translation – P. Rosik, 2012 and T. Komornicki et al., 2009)

## 2.2.1. Komponent przestrzenny

W komponencie przestrzennym kluczowe jest rozmieszczenie w przestrzeni szans, możliwości i potrzeb użytkowników sieci. **Komponent użytkowania przestrzeni** często jest określany atrakcyjnością wybranego miejsca (atrakcja), jako elementu podróży w całym systemie (Handy i Niemeier, 1997). **Komponent użytkowania przestrzeni** wg K. T. Geursa i B. van Wee (2004) można określić jako:

- zróżnicowany rozkład atrakcji w przestrzeni (celów podróży);
- rozkład przestrzenny popytu na atrakcje;
- kierunkowość w relacji podaży z popytem w przestrzeni, kiedy popyt na atrakcje jest wysoki i nie równoważy się z podażą (szkoły, szpitale, miejsca pracy).

Rozumienie **komponentu użytkowania przestrzeni** może być różnie postrzegane i zależy to od:

- rozumienia pojęcia atrakcyjności masy;
- sposobu dzielenia pewnego obszaru na mniejsze.

W badaniach nad **komponentem przestrzennym dostępności** wyznacza się cztery rodzaje odległości przestrzennej. Pierwsza kategoria obejmuje zasięg analizy. Druga kategoria obejmuje liczbę i wielkość jednostek w analizie. Jest to ważna kategoria, ponieważ używanie różnych jednostek do analiz może dostarczyć problemów interpretacyjnych. Trzecia kategoria obejmuje wyznaczenie regionów, obszarów w badanej przestrzeni. Czwarta kategoria obejmuje sposób mierzenia potencjału własnego regionu (masy; Rosik, 2012).

**Komponent przestrzenny** dotyczy zasięgu przestrzennego badania. W zależności od potrzeb analizy może obejmować różny obszar, np. cały kontynent, kraj lub region. W przypadku badania krótkich podróży np. dojazdów do szkoły, szpitala lub na zakupy ograniczają one często obszar analizy do granic miasta lub metropolii (Black i Conroy, 1977; Knox, 1978; Niedzielski, 2006; Neutens i in., 2010). Analizę dostępności komunikacyjnej pod kątem globalnym, europejskim, krajowym i regionalnym wykonano w projekcie ESPON TRACC<sup>13</sup>, czego rezultatem był raport i publikacje (Biosca i in., 2013; Fiorello i Bielańska, 2013; Kotavaara i in., 2013; Marada i in., 2013; Schürmann, 2013; Stępnia i in., 2013). W niektórych państwach europejskich (w Niemczech, Hiszpanii, Wielkiej Brytanii i Polsce) również przeprowadzane zostały badania **dostępności transportowej** na poziomie krajowym i regionalnym (Bröcker, 1989; Linneker i Spence, 1992; Vandenbulcke i in., 2008; Komornicki i in., 2013).

Przy badaniu dostępności we wszystkich analizach pojawia się problem obszarów przygranicznych, które z powodu skrajnej lokalizacji zawsze mają gorszą dostępność. Przykładowo dostępność Polski z uwzględnieniem połączeń wychodzących poza granice kraju, w różnych wariantach przeanalizował Rosik (2012). Warto podkreślić, że w pewnym stopniu na kształtowanie dostępności wpływają ograniczenia: polityczne, ekonomiczne, prawne, kulturalne i językowe (Spiekermann i Neubauer, 2002). Dostępność komunikacyjna z wymienionymi ograniczeniami jest niższa, a skala spadku atrakcyjności mas jest uzależniona od gałęzi transportu (**komponent transportowy**) oraz indywidualnych preferencji użytkownika sieci (**komponent indywidualny**).

Wraz ze wzrostem wielkości badanego obszaru rośnie liczba jednostek (rejonów transportowych). Dlatego np. w ujęciu międzynarodowym stosuje się jednostki większe o mniejszym stopniu szczegółowości, tracąc przy tym na szczegółowości danych. Każdy badany region podłączony jest do sieci przy pomocy węzła, któremu przypisana jest wartość odpowiadająca całemu jednostkom. Jednostki zazwyczaj podłączone są do modelu przy pomocy węzła zlokalizowanego w centroidzie lub w centrum aktywności gospodarczej (przy większych rejonach transportowych w badaniu, np. na poziomie NUTS2 lub NUTS 3).

<sup>13</sup> *Transport Accessibility at Regional/Local Scale and Patterns in Europe*



Obecnie coraz powszechniejsze w badaniach dostępności jest używanie komórek rastrowych (raster-based GIS). Komórki rastrowe są wielkości od kilku metrów, do kilku kilometrów. Jednym z prekursorów wykorzystania rastrów w badaniach dostępności jest C. Schürmann i in. (1997), w kolejnych latach rastrów używali K. T. Geurs i J. Ritseman van Eck (2001). Jednak wykorzystanie komórek rastrowych w dużych miastach (Bruinsma i Rietveld, 1998) może być problematyczne. Problem może pojawiać się zwłaszcza w przypadku miejsc o skrajnych wartościach np. duże skupiska ludności (osiedle bloków wielorodzinnych), które pokrywa swym obszarem 10% rastra a znacznie podnosi liczbę ludności w rastrze. Komórki rastrowe stosowane w badaniach miejskich muszą być odpowiedniej wielkości, nie mogą być zbyt duże, bo dane w nich zawarte będą zbyt zgeneralizowane.

Wyznaczanie granic obszaru badawczego oraz poziom dezagregacji pociąga za sobą problem potencjału własnego jednostki (*internal accessibility*). Potencjał własny przedstawia wpływ masy wewnątrz jednostki na dostępność transportową (Hansen, 1959; Rich, 1978). Potencjał własny ma duże znaczenie w przypadku analizy dostępności dla rejonów transportowych, które są dużymi miastami. Według M. E. Frosta i N. A. Spence'a (1995) potencjał własny w takich miastach może wynieść od 30 do 60% potencjału ogółem. Potencjał własny ma również większy wpływ w dużych regionach zlokalizowanych w oddali od dużych mas (Rosik, 2009).

Każdy cel podróży posiada swoją atrakcyjność, którą w najprostszy sposób można opisać jako użyteczność szans zlokalizowanych w zasięgu celu podróży (Baradaran i Ramjerdi, 2001). Atrakcyjność masy można analizować według motywacji podróży (Vickerman, 1974a, 1974b). W literaturze pojawia się sześć głównych motywacji podróży (*travel purposes*) w transporcie pasażerskim:

- praca;
- wyjazdy służbowe i biznesowe;
- zakupy;
- usługi zdrowotne (np. dojazdy do szpitala, przychodni);
- edukacja (dojazdy do szkoły, uczelni);
- rekreacja i turystyka;
- wizyty (towarzyskie, rodzinne itp.).

Zmiany dostępności w wyniku rozmieszczenia ludności oraz lokalizacji przedsiębiorstw są jednym z pierwszych zagadnień związanych z dostępnością, które są dobrze przedstawione w literaturze już od lat 50-tych XX wieku (Stewart, 1947). Potencjał ludnościowy był jedną z głównych miar dostępności (Warntz, 1964). Pod koniec lat 60-tych do potencjału ludnościowego (Hirst, 1970) coraz częściej w analizach dokładano potencjał rynkowy przy uwzględnieniu kosztów transportu wg różnych koncepcji i wzorców powierzchniowych (Houston, 1969). W tym czasie coraz większe zainteresowanie zyskiwały koncepcje poszukiwania szybkich ścieżek w podróży miejskich oraz szukanie kompromisu między zagospodarowaniem przestrzennym (**komponent przestrzenny**) a lokalizacją sieci transportowych (**komponent transportowy**) (Wickstrom, 1971). Według R. W. Vickermana (1974a, 1974b) typowy model popytowy powinien uwzględniać wybór atrakcji w badaniach dostępności.

W badaniach **dostępności transportowej** od wyboru zasięgu obszaru badawczego zależy użycie metod oraz dokładność analiz. Według M. Wachsa i T. Kumagaia (1973) oraz J. Blacka i M. Conroya (1977) przy krótkich podróżach, takich jak dojazdy do szkoły, szpitala lub wyjazdy na zakupy, częstym zabiegiem jest ograniczenie zasięgu obszaru badawczego do obszarów metropolitalnych. Na mniejszym obszarze łatwiej zbadać możliwość dotarcia pewnych grup ludzi do wybranych celów podróży np. ludność w wieku produkcyjnym do miejsc pracy (Guy, 1983; Hanson, Schwab, 1987). Możliwość dostępu do atrakcji jest powiązana z wielkością rynku (pracy) oraz kosztami, jakie musi ponieść podróżny (Linneker i Spence, 1992).

Badania w miastach, obejmujące **komponent przestrzenny**, często koncentrują się wokół wykorzystania w przejazdach transportu publicznego (**komponentu transportowego**), w tym danych GTFS (Hadas, 2013; Karner, 2018). W badaniach dostępności w mieście skupiano się do tej pory na dojazdach do sklepów (Widener i in., 2017), centrów handlowych (Farber i in., 2014), usług medycznych (Neutens, 2015), kultury i edukacji (Allen, 2019; Martínez-Jiménez i Salinas-Pérez, 2019). W trakcie prowadzonych badań z użyciem GTFS zaczęto zwracać coraz większą uwagę na pewne ograniczenia tego typu analiz czasowych, które związane są z częstotliwością funkcjonowania transportu publicznego i czasu dojazdu do wybranych celów podróży (Fransen i in., 2015; Lei i Von u Thakuria, 2012). Znajduje to odzwierciedlenie w wynikach dostępności transportem publicznym (Farber i in., 2016; Stępnik i in., 2019; Wessel i in., 2017).

## 2.2.2. Komponent transportowy

**Komponent transportowy** charakteryzuje łatwość odbycia podróży między dwoma punktami z użyciem dowolnego środka transportu w systemie transportowym. Dogodność odbycia podróży często jest powiązana z jakością usługi transportowej (Handy i Niemeier, 1997). Według K. T. Geursa i J. Ritsema van Ecka (2001) oraz L. Redmana i in., (2013) **komponent transportowy** charakteryzują:

- podaż infrastruktury oraz jej rozmieszczenie, a także jej cechy takie jak liczba pasów, możliwe prędkości na danym odcinku;
- popyt użytkowników sieci transportowej;

Za postrzeganie **komponentu transportowego** odpowiedzialne są dwa czynniki:

- wybór elementów lub też miar **komponentu transportowego**;
- wybór funkcji oporu przestrzeni.

Ze względu na fakt, iż dostępność liczona jest między dwoma punktami (OD), źródłem i celem podróży, interakcje występujące między dwoma miejscami mogą być liczone przy pomocy kilku miar. Każda miara ma swoje specyficzne uwarunkowania, np. odległość fizyczna (euklidesowa) jest linią prostą, tzw. najkrótszą ścieżką teoretyczną. Natomiast odległość fizyczna rzeczywista jest najkrótszą odległością komunikacyjną między dwoma punktami po sieci transportowej (Gutiérrez i in.,

2011). W badaniach **dostępności transportowej** wyróżnia się odległość czasową, czyli czas macierzowy w godzinach lub minutach. W analizach ekonomicznych pojawia się miara dostępności ekonomicznej, mierzona w jednostkach pieniężnych, koszcie podróży. Miara, która jest niemierzalna to wysiłek, który utożsamia się z komfortem podróży lub ryzykiem wypadku. Łącznie czas, koszt, wysiłek to tzw. uogólniony czas podróży.

W badaniach **dostępności transportowej** odległość fizyczna, jako miara była użyta przez D. R. Ingrama (1971), R. S. Baxtera i G. Lenzi'ego (1975) oraz S. L. Handy'ego i D. A. Niemeyera (1997), którzy odległość fizyczną nazwali dostępnością relatywną. Autorzy uważali, że miejsca oddalone mocno od siebie są gorzej dostępne, co jest słuszne, kiedy rozpatrujemy odległość między dwoma punktami. Inni autorzy w badaniach nad dostępnością wolą posługiwać się odległością fizyczną rzeczywistą, niż odległością drogową (Keeble i in., 1982).

Wybór środka transportu bezpośrednio związany jest z elementami podróży, na który składają się: czas, koszt lub wysiłek (tab. 2.2.). W zależności jakim środkiem transportu podróżujemy, czas przejazdu względem kosztów podróży (transport samochodowy) może być liniowy lub nie. W przypadku dłuższej podróży, zarówno w transporcie indywidualnym, jak i zbiorowym, koszt przejazdu maleje (zazwyczaj dłuższe dystanse przejazdu samochodem powodują niższe średnie zużycie paliwa), z tym że w transporcie zbiorowym dzieje się to zazwyczaj odpowiednio szybciej.

Wybór trasy przejazdu i kalkulacja czasu podróży przeprowadzana jest po najkrótszej ścieżce (*shortest path*) łączącej dwa punkty. Obliczenia najkrótszej ścieżki między różnymi punktami znane są z teorii grafów ważonych i stosowanych tam algorytmów (Dijkstra, 1959; Chabini, 1998). Czas przejazdu po najkrótszej ścieżce zakłada, że podróżny wybiera optymalną trasę pod względem ekonomicznym lub czasowym. Jednak rzeczywisty czas przejazdu w transporcie indywidualnym oraz publicznym (uwzględnienie rozkładu jazdy w transporcie publicznym) może się różnić w ciągu doby, przy czym większe odchylenia czasowe występują w transporcie indywidualnym (ze względu głównie na kongestię). Różnice w czasie przejazdu poszczególnych gałęzi transportu mogą wynikać z różnych przesłanek, czyli:

- ograniczeń prędkości wynikających z warunków zagospodarowania przestrzennego lub np. czasu spędzonego za kierownicą (w przypadku kierowców ciężarówek);
- warunków podróży, które mogą się znacząco różnić, a wynikają z rodzaju i jakości nawierzchni drogi, ukształtowania terenu oraz warunków pogodowych.

Ważne w komponencie transportowym są takie elementy jak czas dojścia i odejścia (*access and egress time*). W przypadku podróży transportem zbiorowym do łącznego czasu podróży należy doliczyć dodatkowy czas związany z oczekiwaniem na przystanku. Natomiast podróżując transportem indywidualnym, dodatkowy czas wiąże się np. z szukaniem miejsca parkingowego. Koszt przejazdu jest bardzo zróżnicowany w zależności od tego, jakim środkiem transportu się poruszamy oraz w ile osób podróżujemy (tab. 2.2.). Podobnie jest z wysiłkiem, który bardzo często jest związany

z upodobaniami lub możliwościami psychofizycznymi podróży. Dobrym rozwiązaniem, gdzie łączone są wszystkie elementy kosztu uogólnionego podróży, jest tzw. funkcja uogólnionego kosztu podróży (*generalised cost function*; Geurs i Ritsema van Eck, 2001). Problem pojawia się wtedy, kiedy do funkcji uogólnionego kosztu podróży podstawia się wycenę czasu podróży (w wartościach pieniężnych), która dla różnych grup społecznych jest różna (Bruinsma i Rietveld, 1998).

Tabela 2.2. Elementy i rodzaje transportu w komponencie transportowym, tłumaczenie za K. T. Geurs i J. Ritsema van Eck (2001) i T. Komornicki i in. (2009)

Element	Rodzaj transportu		
	Samochód	Transport publiczny	Pieszo
czas	czas dojścia do samochodu, czas stracony na postoiu w korku oraz na szukanie miejsca parkingowego	oczekiwanie na środek transportu	czas podróży
koszt	koszty stałe, koszty utrzymania, koszt paliwa, koszt parkingu	koszt biletu	energia (kalorie)
wysiłek	poziom komfortu, fizyczny wysiłek, stres, ryzyko wypadku	poziom dyskomfortu, fizyczny wysiłek, bezpieczeństwo społeczne	poziom dyskomfortu, fizyczny wysiłek, bezpieczeństwo społeczne

Funkcja oporu przestrzeni (*distance decay*) opisuje spadek atrakcyjności celu podróży wraz z odległością (mierzoną czasem, kosztem lub wysiłkiem podróży). Funkcje oporu przestrzeni od dawna stosuje się w modelach grawitacyjnych lub potencjału. Spadek funkcji oporu przestrzeni zależy od parametrów, a te zależą od wielu zmiennych takich jak: gałąź transportu, rodzaj transportu, cel (motywacja) podróży oraz charakterystyka użytkownika sieci transportowej.

Stosowanie funkcji oporu przestrzeni do analiz wewnątrz miejskich jest utrudnione, ponieważ większość z nich (funkcja potęgowa, rozkładu normalnego Gaussa oraz logistyczna) stosuje się na dłuższych dystansach (Geurs i Ritsema van Eck, 2001). Dla atrakcyjności celów podróży wewnątrz średniej wielkości miasta, gdzie odległości czasowe nie są duże, najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie funkcji wykładniczej (Fotheringham i O'Kelly, 1989; Ingram, 1971). Ciekawych wyników dostarczyło porównanie 700 tys. podróży, dzięki którym K. T. Geurs i J. Ritsema van Eck (2001) stwierdzili, że najlepiej oddającymi rzeczywiste zachowania podróży są funkcje logistyczna i wykładnicza. Gorzej odzwierciedlające rzeczywiste przejazdy są funkcje potęgowa oraz rozkładu normalnego Gaussa (Geurs i Ritsema van Eck, 2001; Shirgaokar, 2014).

Jednym ze sposobów prezentacji zmian dostępności w kontekście zmian czasów podróży (**komponent transportowy**) jest uwzględnienie efektów inwestycji infrastrukturalnych.

Wdrażanie dużych inwestycji kolejowych, np. Kolei Dużych Prędkości, skutkuje powstaniem dużej liczby opracowań ewaluacyjnych (*ex-ante*) prognozujących skutki inwestycji, również w kontekście zmian dostępności. W opracowaniach ewaluacyjnych przedstawia się wpływ nowej infrastruktury mierzony za pomocą różnych metod badania dostępności (Gutiérrez, 2001; Komornicki i in., 2013a,

2013b). W przypadku ewaluacji (*ex-ante*) dużych drogowych inwestycji, wpływ na poprawę dostępności przedstawiono w różnych dokumentach i raportach na poziomie krajowym i regionalnym (Komornicki i in., 2015, Komornicki i in., 2018a, 2018b). Natomiast wykonywana ewaluacja *ex-post* dla powstałych inwestycji drogowych ma służyć wskazaniu efektów inwestycyjnych (Komornicki i in., 2009, 2013a, 2013b). W publikacjach skupiano się na wpływie nowych inwestycji na poprawę spójności terytorialnej i rozwój społeczno-gospodarczy regionów i kraju.

W ostatnich latach coraz częściej uwaga władz miast oraz decydentów odpowiedzialnych za funkcjonowanie transportu zbiorowego skupia się na wdrażaniu nowych inwestycji i modernizowaniu istniejących połączeń. Zaleca się, aby decydenci starannie rozważali, które inwestycje usprawnią transport przy wyznaczaniu priorytetowych inwestycji (Goliszek, 2014a, 2014b, 2014c, 2014d, 2015, 2016; Goliszek i Połom, 2016a, 2016b, 2016c; Manaugh i El-Geneidy, 2012). Dostępność może być rozpatrywana z punktu widzenia poszczególnych grup społecznych oraz dostępu do różnych miejsc usługowych (Delmelle i Casas, 2012). Budowa szybkiego tramwaju, który uzupełnia system transportowy miasta, znacząco wpływa na zachowania podróżnych w codziennych dojazdach (Gadziński i Radzimiński, 2016). Największa poprawa dostępności transportem zbiorowym w wyniku inwestycji występuje przy budowie metra (Beyazit, 2015).

Coraz częściej dysproporcje w dostępności wewnątrz miasta przenoszą się do poszczególnych dzielnic, zwłaszcza dzieje się tak w przypadku dzielnic o niekorzystnej sytuacji społecznej, gdzie planowana jest duża inwestycja transportu publicznego (Manaugh i El-Geneidy, 2012).

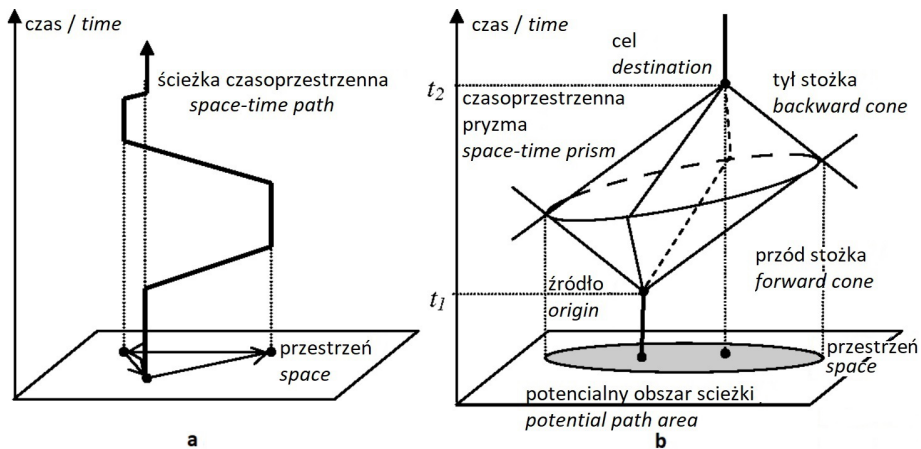
Istotne w podrózach miejskich jest ciągle monitorowanie zmian dostępności następujących w wyniku inwestycji infrastrukturalnych. W wyniku inwestycji i utrudnień z nią związanych część kierowców jest zmuszona zmienić środek transportu (Sanjust i in., 2014). Najczęstsze zmiany zachowań podróżnych w wyniku inwestycji infrastrukturalnych odbywają się w kontekście dojazdów do pracy, których udział w ogólnej liczbie podróży dziennych wynosi nawet 40%. W obszarach metropolitalnych wartość wskaźnika dojazdów do pracy wzrasta do nawet 50% w ciągu doby. To właśnie w dużych metropoliach mieszkańcy, w razie utrudnień, są w stanie szybko zmienić środek transportu, ponieważ mają taką możliwość (Delmelle i Casas, 2012; Wang i Chen, 2015).

### 2.2.3. Komponent czasowy

Niektórzy badacze oprócz **komponentu transportowego i komponentu użytkownika przestrzeni** uwzględniają **komponent czasowy** (*temporal component*) (Geurs i Ritsema van Eck, 2001; Burns, 1981). W analizach, w których uwzględnia się kongestię, należy czasy podróży różnicować według pory przejazdu, tj. wg pory dnia, dnia tygodnia lub pory roku. Pora dnia ma znaczenie przy podróżach miejskich, zwłaszcza w godzinach szczytu porannego lub popołudniowego, jeżeli poruszamy się w tym samym kierunku, co większość użytkowników sieci

(zazwyczaj w kierunku centrum w godzinach porannych i z centrum w godzinach popołudniowych). Na dłuższych dystansach pora dnia w mniejszym stopniu różnicuje czasy podróży. Nawet jeżeli w jednym miejscu podróży trafi na zator, to w innym miejscu może uda się przyspieszyć, co powoduje, że średni czas na trasie w ciągu dnia znacząco się od siebie nie różni (Baradaran i Ramjerdi, 2001).

W badaniach nad zróżnicowaniem dostępności wyróżnia się podróże obowiązkowe oraz fakultatywne, z których te pierwsze związane są z realizacją potrzeb w określonym momencie dnia. Działalność człowieka odbywa się w określonym kontekście czasoprzestrzennym. Przestrzeń i czas są zatem dwoma głównymi czynnikami, które wpływają na jednostkę i mogą zniechęcić lub zachęcić do wykonywania pewnych czynności w wybranym momencie w ciągu dnia (Golledge i Stimson, 1997). T. Hägerstrand (1970) zaproponował ramy do badania zależności między różnymi ograniczeniami a ludzką działalnością w ciągu dnia (w tzw. czasoprzestrzeni; geografia czasu). Przyjmując zintegrowany system czasoprzestrzenny, geografia czasu wykorzystuje koncepcję ścieżki czasoprzestrzennej do opisanja trajektorii jednostki w przestrzeni fizycznej w czasie oraz koncepcję pryzmatu czasoprzestrzennego do przedstawienia zasięgu w przestrzeni fizycznej i czasie (Hägerstrand, 1970; ryc. 2.2.).



Ryc. 2.2. Czasoprzestrzenna ścieżka (a) i czasoprzestrzenna pryzma (b), na podstawie Y. Hongbo i S. Shih-Lung (2007), za H. J. Miller (1991) i T. Hägerstrand (1970)  
 Fig. 2.2. Space-time pathway (a) and space-timeprism (b), based on Y. Hongbo and S. Shih-Lung (2007), after H. J. Miller (1991) and T. Hägerstrand (1970)

**Komponent czasowy** mierzony w transporcie indywidualnym i zbiorowym jest z jednej strony ściśle powiązany z rozkładem jazdy transportu zbiorowego, a z drugiej z kongestią na drogach w godzinach szczytu (głównie transport indywidualny) (Komornicki i in., 2009). Zdecydowanie trudniejszą do pozyskania zmienną są czasy podróży w transporcie indywidualnym. Powodem tego jest duża zmienność warunków ruchu w godzinach szczytu i występowanie zdarzeń losowych, takich jak np. wypadki drogowe, załamanie pogody itp. Natomiast rozkład jazdy transportu zbiorowego nie uwzględnia z reguły ekstremalnych zjawisk



(aczkolwiek wypadki drogowe w przypadku transportu autobusowego, a przede wszystkim awarie tramwajów w przypadku transportu szynowego, mogą mieć znaczący wpływ na czasy podróży). W zależności od różnych grup społecznych wartość czasu może być inaczej postrzegana. Jest to jednak trudny element do uchwycenia wymagający badań ankietowych wśród mieszkańców, z tego względu nie zostanie uwzględniony szerzej w publikacji.

#### 2.2.4. Komponent indywidualny

**Komponent indywidualny** dotyczy cech (np. wieku, płci, dochodu, wykształcenia) użytkowników sieci, które wpływają na percepcję dostępności przez użytkowników sieci. Specyficzne uwarunkowania społeczno-ekonomiczne użytkowników sieci warunkują mobilność w konkretnej motywacji podróży oraz w konkretnych godzinach doby w przejazdach między źródłem a celem podróży. W profilu psychologicznym sporządzanym podczas badań mobilności bierze się pod uwagę trzy wyznaczniki, które określa się jako: **potrzeby**, **zdolności** i **możliwości** (szanse) odbycia podróży (Vlek i Steg, 2007). Te potrzeby w odniesieniu do dostępności można scharakteryzować następująco:

- **Potrzeby** i dostęp do możliwości odbycia podróży uzależnione są od takich cech jak: wiek, dochody, poziom wykształcenia, sytuacja gospodarstwa domowego, w zależności od tego, na jakim etapie życia człowiek się znajduje, tak ukierunkowane będą jego potrzeby komunikacyjne w kontekście celu i motywacji podróży;
- **Zdolności** ludzi do odbycia podróży są związane z ich poziomem sprawności fizycznej (ale także możliwościami poznawczymi, niepełnosprawnością intelektualną lub fizyczną) oraz konkretnych umiejętności potrzebnych do kierowania pojazdem (przede wszystkim prawo jazdy);
- **Możliwości** (szanse) dla osób z niskimi dochodami, których nie stać na samochód lub paliwo, w przypadku dostępności transportem indywidualnym, są mocno ograniczone; osoby te, jeżeli nie posiadają samochodu, są uzależnione od transportu publicznego lub innych środków transportu (np. rower).

Podróże w komponencie indywidualnym są bezpośrednio powiązane z motywacjami, które są różne dla wybranych grup społecznych. Celem podróży ludzi młodych są szkoły, dla ludzi w wieku produkcyjnym ważnym celem podróży są miejsca pracy, zaś dla ludzi starszych kluczowy jest przejazd do ośrodków zdrowia, np. do szpitali (Powęska, 1990).

Analiza różnic w dostępie do *możliwości* między różnymi grupami społecznymi, w zależności od wieku, płci, pochodzenia etnicznego lub poziomu wykształcenia ludzi, jest ważną kwestią w badaniach geograficznych, ponieważ daje szanse usprawnienia całego systemu transportowego (Hanson i Pratt, 1995; Kwan i Hong, 1998; Mc Merty i Preston, 1992; Shen, 1998).

## 2.3. Przegląd badań dostępności w transporcie indywidualnym i zbiorowym

### 2.3.1. Analiza zmian dostępności w wyniku zmian rozmieszczenia ludności oraz zróżnicowania celów podróży

Zmiany dostępności w wyniku zmian rozmieszczenia ludności oraz lokalizacji celów podróży są jednym z pierwszych zagadnień związanych z dostępnością, które zostały dobrze przedstawione w literaturze. Jednym z pierwszych badaczy, który zastosował dostępność uwzględniając rozmieszczenie ludności był J. Q. Stewart (1947). W kolejnych latach dla analiz rozmieszczenia ludności, przy uwzględnieniu terenów inwestycyjnych, próby zastosowania wzorców metod dostępności w ramach obszarów metropolitalnych zastosował W. G. Hansen (1959). Potencjał ludnościowy stał się od tamtych czasów jedną z głównych miar dostępności.

Pod koniec lat 60-tych XX wieku obok potencjału ludnościowego (Hirst, 1970), coraz częściej dokładano potencjał rynków przemysłowych, uwzględniając przy tym transport do różnych koncepcji i wzorców zmian powierzchniowych (Houston, 1969). W tym czasie coraz większe zainteresowanie zyskiwały koncepcje poszukiwania najszybszych ścieżek w podróżach miejskich oraz szukanie kompromisu między zagospodarowaniem przestrzennym a lokalizacją sieci transportowych (Wickstrom, 1971). Według R. W. Vickermana (1974a, 1974b) typowy model popytowy w badaniach dostępności powinien uwzględniać wybór atrakcji (celów).

W badaniach **dostępności transportowej** od wyboru obszaru badawczego zależy użycie określonych metod badawczych oraz dokładność analiz. Według M. Wachsa i T. Kumagaia (1973) oraz J. Blacka i M. Conroya (1977) przy krótkich podróżach, takich jak dojazdy do szkoły, szpitala czy wyjazdy na zakupy, częstym zabiegiem jest ograniczenie wielkości obszaru badawczego do obszarów metropolitalnych. Na mniejszym obszarze łatwiej zbadać możliwość dotarcia pewnych grup ludzi do wybranych celów podróży, np. ludność w wieku produkcyjnym do miejsc pracy (Guy, 1983; Hanson i Schwah, 1987). Możliwość dostępu do atrakcji jest powiązana z wielkością rynku (pracy) oraz kosztami, jakie musi ponieść podróżny (Linneker i Spence, 1992).

Badaczem zajmującym się wpływem dostępności potencjałowej zarówno od strony popytowej jak i podażowej użytkownika przestrzeni był A. G. Wilson (1970, 1971). By zbalansować pomiar dostępności użytkownika przestrzeni w modelach popytowo-podażowych wprowadzono zbalansowany model (*doubly constrained*) (Weibull, 1976). Coraz częściej w analizach dostępności badano obszary w kontekście ilorazu dostępności atrakcji (podaży) oraz dostępności miejsca potencjalnego popytu, tj. miejsc, z których podróż się odbywa (Joseph i Bantock, 1982; Shen, 1998).

W badaniach dostępności w komponencie zagospodarowania przestrzennego uwzględnia się zatem konkurencję w postaci możliwości zajścia interakcji między źródłem (popyt) a celem (podaż) podróży (Knox, 1978; Miller, 1991; Kwan i Hong,



1998; Van Wee i in., 2001). Od kilkunastu lat do przedstawienia relacji i wzorców przestrzennych wykorzystuje się narzędzia GIS oparte na sieciach transportowych. Dane sieciowe zebrane są dla odpowiedniego momentu w czasie i miejscu w przestrzeni. Na ich podstawie tworzy się modele transportowe (Recker i in., 2001).

Wielu autorów pisało artykuły przeglądowe na temat dostępności, które bezpośrednio odnoszą się do geografii czasu i miejsca (Koenig, 1980; Niemeier, 1997; Handy i Niemeier, 1997). W niektórych publikacjach autorzy zawierali elementy popytu powiązane z zagospodarowaniem przestrzennym (Miller, 1991; Miller, 1999). W podejściu tym osoba (podróżny) ma pewną użyteczność miejsca do którego się przemieszcza. Natomiast zbalansowaną różnicę między popytem i podażą w mierze użytkowania w komponencie przestrzennym prezentują F. J. Martinez (1995), F. J. Martinez i C. Araya (2000). Obecnie do pomiaru dostępności użytkowania przestrzeni używa się tzw. modelu *doubly constrained* (Wilson, 1970, 1971). W badaniach empirycznych duży wpływ na ostateczny wynik ma wybór funkcji oporu przestrzeni w kontekście poszczególnych celów i motywacji podróży (Beria i in., 2017; Cheng i Bertolini 2013; Gutiérrez i in., 2011; Halás i in., 2014; Martínez i Viegas, 2013; Stępnik i Rosik, 2017; Shin i Lee, 2018; Wang i in., 2018).

### **2.3.2. Analiza zmian dostępności w wyniku rozbudowy infrastruktury**

Pierwsze analizy porównawcze dostępności potencjałowej, w których znaczącą rolę odegrały bezkolizyjne drogi (autostrady), posłużyły do porównania metod dostępności bazujących na potencjale rynkowym, gdzie obliczano koszty dla transportu ciężarowego w Wielkiej Brytanii (Linneker i Spence, 1992). Z kolei w pracy D. Banistera i J. Berechmana (2000) autorzy zwrócili uwagę na znaczącą rolę inwestycji transportowych w rozwoju ekonomicznym regionu i państwa.

Planowanie inwestycji wielkoskalowych takich jak Kolej Dużych Prędkości lub Centralny Port Komunikacyjny sprawia, iż powstaje dużo opracowań ewaluacyjnych (*ex-ante*), gdzie przedstawia się wpływ nowej infrastruktury na zmianę dostępności mierzony za pomocą różnych wskaźników (Gutiérrez, 2001) z wykorzystaniem średniej ważonej czasu podróży, potencjału gospodarczego i dziennej dostępności. Do dobrego opracowania ewaluacyjnego potrzeba odpowiednich danych, które powinny być dostarczone przez wykonawców lub instytucji zamawiających jeszcze przed podjętą decyzją o budowie (Banister i Thurstain-Goodwin, 2011).

W przypadku ewaluacji *ex-ante* dużych drogowych inwestycji w Polsce ich potencjalny wpływ na poprawę dostępności przedstawiono w kilku dokumentach na poziomie krajowym i regionalnym (Komornicki i in., 2015; Komornicki i in., 2018a, 2018b). Natomiast wykonywana ewaluacja *ex-post* dla powstałych inwestycji drogowych ma służyć wskazaniu efektów już zrealizowanych inwestycji (Komornicki i in., 2009, 2013a, 2013b). W publikacjach skupiano się na wpływie nowych inwestycji na poprawę spójności terytorialnej i rozwój społeczno-gospodarczy regionów i kraju.

Źle prowadzona polityka transportowa w niektórych państwach oraz sam transport mają znaczny udział we wzroście zanieczyszczenia powietrza na świecie. Na wzrost zanieczyszczenia powietrza na świecie znaczny wpływ ma transport oraz źle prowadzona polityka transportowa w niektórych państwach (Babalik-Sutcliffe, 2007). Stąd też coraz większe znaczenie w transporcie towarów odgrywa kolej, a w transporcie zbiorowym niskoemisyjny transport szynowy (w tym tramwaj) oraz tracący na znaczeniu w Polsce (może poza Lublinem, gdzie rozbudowana została w ostatnich latach infrastruktura trolejbusowa) i Europie transport trolejbusowy (Palmowski i Połom, 2010; Goliszek 2014a; Goliszek i Połom, 2014).

### **2.3.3. Analiza zmian dostępności w wyniku zmian organizacyjnych**

Zmiany dostępności w wyniku zmian organizacyjnych w komponencie czasowym są w głównej mierze spowodowane zmianami rozkładu jazdy w transporcie zbiorowym oraz zmianami prędkości na drogach w wyniku kongestii w transporcie indywidualnym. Do badania zjawiska zmian dostępności transportu zbiorowego i indywidualnego w ostatnich latach wykorzystuje się narzędzia GIS. Wykorzystywane do tego celu formaty danych to: GTFS i Google Maps, a także TomTom i inne portale udostępniające informacje nawigacyjne. Dla analizy dostępności opartej na Systemie Informacji Geograficznej (GIS) oszacowuje się różne prędkości przejazdu dla wszystkich kategorii dróg, biorąc również pod uwagę parametry społeczno-krajobrazowe wokół drogi (Ahlström i in., 2011; Ritsema van Eck i de Jong, 1999).

Porównując transport zbiorowy z transportem indywidualnym pod kątem zmian organizacyjnych (rozkład jazdy) i czasowych (kongestia na drogach w godzinach szczytu), już na wstępie można wykazać, że wyższa dostępność i krótsze czasy podróży są zazwyczaj domeną transportu indywidualnego (Benenson i in., 2010). Jedynie w miejscach dużej kongestii na drogach przy istniejącym równoległym buspasie lub funkcjonującej w korytarzu transportowym linii transportu szynowego naziemnego (tramwaj) lub podziemnego (metro), czasy przejazdu transportu zbiorowego mogą być w danym korytarzu transportowym zbliżone do czasów przejazdu w transporcie indywidualnym (Bednarczyk, 2011). Obecnie coraz częściej szuka się rozwiązań zmniejszających negatywne skutki transportu indywidualnego powodowane przez kongestię, na rzecz zwiększenia roli transportu zbiorowego. Dlatego decydenci odpowiadający za funkcjonowanie transportu zbiorowego starają się możliwie najczęściej korzystać z rozwiązań polegających na wprowadzaniu transportu szynowego (Goliszek, 2014; Kołoś i Taczanowski, 2016; Goch i in., 2018).

Zmienność dobową w czasach przejazdu w transporcie indywidualnym jest trudniejsza do przewidzenia niż w transporcie zbiorowym, ponieważ komunikacja miejska funkcjonuje według określonego harmonogramu (rozkłady jazdy). Natomiast sam rozkład jazdy w ciągu dnia jest zazwyczaj mocno zróżnicowany między poszczególnymi godzinami, co wynika ze zwiększonej częstotliwości

kursowania w godzinach szczytu (Farber i in., 2013). Nieco inaczej sytuacja wygląda w transporcie indywidualnym, gdzie oprócz tradycyjnej kongestii często występują zdarzenia losowe, np. spowodowane zjawiskami pogodowymi lub wypadkami na drodze (Sierpiński, 2012).

Planowanie transportu zbiorowego zakłada projektowanie go tak, aby pomieścił on w godzinach szczytu, w miarę komfortowych warunkach, pasażerów chcących się przemieścić bez korzystania z samochodu prywatnego. Efektem czego ma być zmniejszenie kongestii na drogach (Lei i Church, 2010). Badacze zajmujący się dostępnością w mieście natknęli się na problem związany z liczbami uzyskiwanych profili czasowych i wyboru godzin analizy. Ponieważ stosowanie w obliczeniach 1-minutowego prognozy czasowej powoduje, iż wielkość danych jest trudna do przetworzenia, można zastosować losowy wybór czasu wyjazdu, co daje zbliżone wyniki dostępności, jak przy innych bardziej szczegółowych badaniach (Stępniański i in., 2019).

W transporcie zbiorowym dalsza redukcja czasu podróży jest trudna do uzyskania bez znaczących inwestycji infrastrukturalnych, szczególnie tych skomunikowanych bezkolizyjnym przejazdem. By czas przejazdu był niższy, coraz więcej zarządów transportu zbiorowego wprowadza do oferty tzw. połączenia ekspresowe (Alam i in., 2014), a także na wybranych trasach większą liczbę przystanków na żądanie, co pozwala skrócić czas przejazdu oraz ograniczyć koszty eksploatacji pojazdów (Tétreault i El-Geneydy, 2010).

Badania dostępności z użyciem transportu zbiorowego nie powinny koncentrować się wyłącznie na czasie przejazdu wybranym środkiem transportu. Do analizy zawsze powinien zostać doliczony czas netto przejazdu, czyli wszystkie czynności związane z dojeściem, oczekiwaniem na transport zbiorowy, czasem na przesiadkę w podróży transportem zbiorowym. W podróży samochodem doliczony powinien zostać czas dojeścia do samochodu, czas stania w korku i szukania miejsca do parkowania (Chia i Lee 2020; Salonen i Toivonen, 2013; Reyes i in., 2014).

Obecnie coraz modniejsze jest promowanie podróżowania transportem zbiorowym. Zarządcy transportu zbiorowego organizują konkursy lub wprowadzają zniżki na przejazdy dla osób, do korzystania z komunikacji zbiorowej. Lepsze rezultaty w promowaniu przejazdów transportem zbiorowym dają poprawę jego niezawodność i punktualność (Diab i in., 2017).

### **2.3.4. Analiza zmian dostępności dla poszczególnych grup społeczno-ekonomicznych**

Dostępność komunikacyjna oparta na indywidualnych cechach społeczno-ekonomicznych ludności wymaga dostępu do szczegółowych danych przestrzennych. Z tego powodu modelowanie transportu z uwzględnieniem **komponentu indywidualnego** jeszcze do niedawna było trudne w realizacji (Järv i in., 2018; Wegener, 2013).

Często poruszonym problemem badawczym w komponencie indywidualnym jest wykluczenie pewnych grup społecznych i etnicznych. Zróżnicowanie

indywidualnej dostępności jest różne w zależności od wielkości obszaru badawczego i ograniczeń z tym związanych. W miastach spadki czasu w przejazdach samochodem wynikające z kongestii są większe, a uzyskiwane czasy są niższe, niż jest to w przypadku większego obszaru badawczego np. województwa czy kraju (Manaugh, i El-Geneidy, 2012). Lokalizacja środków transportu zbiorowego, dostępność do przystanków komunikacji publicznej, cena przejazdu, bariery w dostępie do środka transportu oraz funkcjonowanie transportu niskopodłogowego – te wszystkie czynniki są istotne dla osób niepełnosprawnych (Stanley i Vella-Brodrick, 2009). W różnych opracowaniach znajdują się zagadnienia zróżnicowania dostępności ludności w zależności od jej statusu społecznego (Páez i in., 2010; Widener i in., 2015). Przykładowo, wyniki badania w Cali w Kolumbii (Delmelle i Casas, 2012) dotyczące nowych linii szybkich autobusów (*Bus Rapid Transit*, BRT) wykazały, że:

- dostępność do autobusów jest najwyższa wśród osób średnio zamożnych, a najniższa zarówno wśród biednych jak i bogatych;
- nowa linia szybkiego autobusu dociera do miejsc o najniższym rozwarstwieniu społecznym, które do tej pory były pomijane przez szybkie autobusy funkcjonujące w mieście.

Badania porównawcze skupiające się na charakterystyce podróżnych w Stanach Zjednoczonych i w Niemczech wskazują, że Amerykanie są zależni od samochodu, przez co są bardziej mobilni od mieszkańców Niemiec. Ponadto ludność zamieszkała w Niemczech jest bardziej chętna do przemieszczeń z użyciem innych środków transportu niż samochód. Również ceny samochodów czy ceny paliwa w USA są znacznie niższe niż w Europie. Natomiast w Europie jest większa świadomość użytkowników sieci i inna polityka transportowa (niskoemisyjna), która przekłada się na preferencje mieszkańców zachodnich państw, w tym Niemiec (Buehler, 2011).

Badania indywidualnych cech społeczno-ekonomicznych w poruszaniu się po mieście odgrywają znaczącą rolę w wyznaczaniu obszarów niskiej dostępności (pustynie żywieniowe) do sklepów spożywczych (Páez i in., 2010; Widener i in., 2015). Natomiast według S. Farbera i in. (2014) zróżnicowanie indywidualnej dostępności mieszkańców do sklepów jest uzależnione od czasu, jaki mieszkańcy są w stanie poświęcić na dojazd. Im dalej, tym mniejsze prawdopodobieństwo odbycia podróży (nawet tej codziennej). Jednak w przypadku usług wyższego rzędu, z których nie korzysta się codziennie, nie muszą być one zlokalizowane w pobliżu miejsca zamieszkania (Ren i in., 2014). W innych opracowaniach bada się relacje w podróżach dom-szkola oraz to, czy zależą one od rozkładu przestrzennego terenów szkolnych i indywidualnych cech podróżnych (Boussauw i in., 2014).

Obecnie przejazdy transportem zbiorowym próbuje się jak najbardziej dopasować do poszczególnych osób poprzez ocenę użytkowników sieci transportu zbiorowego (preferencje wyboru środka podróży). Podejście to jest bardziej spersonalizowane i dostosowane do podróżnych, dzięki czemu przez obserwacje podróżnych można ich zachęcić do przejazdu w sposób bardziej zrównoważony, poprzez rezygnację z samochodu na rzecz transportu publicznego (Sanjust i in.,

2014). Te rozwiązania mają poprawić postrzeganą jakość usługi transportowej oraz zwiększyć jej atrakcyjność (Van Lierop i El-Geneidy, 2016).

W ostatnich latach przewoźnicy starają się przyciągnąć większą liczbę pasażerów, poszukując indywidualnych cech użytkowników sieci, które determinują wybór środka transportu (Beirão i in., 2007; Diab i in., 2017). Coraz częściej zastosowanie w badaniach dostępności indywidualnej znajdują technologie informacyjno-komunikacyjne (*information and communication technologies*, ICT), które lepiej pomagają zrozumieć zachowania podróżnych (Van Wee i in., 2013).

## 2.4. Metody pomiaru dostępności transportowej

### 2.4.1. Metody badań dostępności

W literaturze przedmiotu nie ma konsensusu co do liczby metod badawczych stosowanych w analizie dostępności. Można powiedzieć, że jest to od kilku do kilkunastu metod. Przykładowo F. R. Bruinsma i P. Rietveld (1998) wskazali, że dostępność można mierzyć za pomocą aż jedenastu metod. Natomiast K. T. Geurs i B. van Wee (2004) wymieniają cztery metody. K. T. Geurs i J. Ritsema van Eck (2001) opisali trzy grupy metod badania dostępności, w których znalazło się kilka podgrup z kolejnymi metodami. Po trzy metody badawcze wyznaczył J. Gutiérrez (2001) i K. Spiekermann z J. Neubauerem (2002).

W niniejszej monografii, za P. Rosikiem (2012) zaproponowano następujący podział wyróżniający sześć metod badania **dostępności transportowej**:

- dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym (*infrastructure-based accessibility measure*); wyznacza poziom wyposażenia infrastrukturalnego danego obszaru, np. poziom kongestii, ilość i jakość infrastruktury;
- dostępność mierzona odległością (*distance-based accessibility measure*), w zależności od przyjętych kryteriów analizy odległość może być fizyczna, rzeczywista, czasowa i ekonomiczna;
- dostępność mierzona izochronami (*isochrone-based accessibility measure*), która oznacza liczbę celów podróży w określonej odległości, czasie lub koszcie dotarcia do nich; w kartografii używa się izochron do wyznaczania miejsc o jednakowej odległości tzn. średnich; dobrym przykładem zastosowania izochron jest mierzenie liczby celów podróży (np. miejsc pracy) w przedziałach odległości czasowej 15, 30, 45 min;
- dostępność potencjałowa (*potential-based accessibility measure*) wyznacza możliwość interakcji między źródłem podróży a zbiorem celów podróży. Wyniki dostępności potencjałowej można przedstawić w różnych wariantach w zależności od krzywej oporu przestrzeni (podróże krótkie i długie), która opisuje zależność między odległością, czasem lub kosztem a zmniejszającą się atrakcyjnością celu podróży;

- dostępność mierzona w czasoprzestrzeni (*spacetime-geography-based accessibility measure*) to koncepcja T. Hägerstranda z lat 70-tych XX wieku mówiąca o indywidualnych dziennych ścieżkach życia. Polega na szacowaniu pojedynczych podróży w ujęciu tzw. pryzmatu czasoprzestrzeni, między źródłem a celem w ciągu całego dnia. Jest zatem bardzo ściśle związana z **komponentem czasowym**;
- – dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności (*utility-based accessibility measure*) jest to miara dostępności indywidualnej, która uwzględnia różne zachowania użytkownika systemu transportowego.

**Dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym** (*infrastructure-based accessibility measure*). Wskaźnik wyposażenia infrastrukturalnego jest często używany przez decydentów do oceny wpływu polityki transportowej. Dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym jest zaliczana do prostych metod pomiaru (Geurs i van Wee, 2004). Do wskaźników prostych pomiarów dostępności zalicza się:

- ilość infrastruktury wyrażaną poprzez łączną długość infrastruktury danej kategorii (np. długość linii kolejowych, długość dróg samochodowych);
- jakość infrastruktury rozumianą jako łączna długość sieci transportowej w poszczególnych kategoriach, tj. długość autostrad, dróg ekspresowych, kolei dużych prędkości itd.);
- poziom kongestii, który zdeterminowany jest zatłoczeniem sieci transportowych i wynika z natężenia ruchu oraz jakości infrastruktury (przepustowość).

Wskaźniki proste są możliwe do pozyskania w formie danych statystycznych i dają łatwość interpretacji wyników przez decydentów politycznych (Geurs i van Wee, 2004). Dzięki wskaźnikowi wyposażenia infrastrukturalnego można ocenić stan infrastruktury wewnątrzregionalnej. Trudności z interpretacją wyników mogą pojawić się w przypadku analizy celów podróży znajdujących się poza granicami analizowanego obszaru (Spiekermann i Neubauer, 2002). Dostępność mierzona wyposażeniem infrastrukturalnym nie spełnia podstawowego teoretycznego kryterium, ponieważ nie uwzględnia **komponentu użytkowania przestrzeni** (poza wyjątkami mówiącymi np. o gęstości sieci na liczbę ludności; tym przypadku liczba ludności jest zagregowana dla danego obszaru, a wskaźnik nie informuje o rozkładzie przestrzennym ludności). Jest to jedyny przykład wskaźnika, który bazuje wyłącznie na jednym komponencie (transportowym). Pozostałe podejścia są złożone przynajmniej z dwóch **komponentów – transportowego oraz użytkowania przestrzeni** (Goliszek, 2018).

**Dostępność mierzona odległością** (*distance-based accessibility measure*) w literaturze pojawia się jako bazująca na koszcie podróży (*travel cost approach*; Baradaran i Ramjerdi, 2001) (Spiekermann i Neubauer, 2002). W innych opracowaniach dostępność mierzona odległością definiowano jako: odległość fizyczną, czasową, ekonomiczną (Warakomska, 1992). Dostępność mierzona odległością dzielimy na dostępność: fizyczną (odległość fizyczna), czasową (czas przejazdu) oraz ekonomiczną (koszt przejazdu). Z punktu widzenia liczby celów podróży można wydzielać:



- dostępność mierzona odległością do jednego celu podróży, w literaturze określana jest jako dostępność relatywna i określa stopień powiązania między dwoma miejscami w przestrzeni (Ingram, 1971). Najprostszy sposób definiowania tej miary jest poprzez odległość fizyczną (czyli linii prostej poprowadzonej w przestrzeni między dwoma punktami), odległość czasową, gdzie jest definiowany czas podróży między dwoma punktami wyrażony w minutach lub godzinach oraz odległość ekonomiczną (tj. czas + koszt + wysiłek);
- dostępność mierzona odległością do zbioru celów podróży bazującą na tzw. dostępności topologicznej. Dostępność ta często używana jest w metodach grafowych jako suma podróży z danego miejsca w sieci do wszystkich pozostałych (Garrison, 1960). Wynikiem kalkulacji dostępności do wszystkich celów jest odległość całkowita (suma odległości). Na jej podstawie można obliczyć średnią odległość czasową lub drogową między źródłem podróży a pozostałymi celami podróży (np. miejscami pracy, centrami handlowymi w mieście; Ratajczak, 1999).

**Dostępność mierzona odległością** charakteryzuje się łatwym dostępem do danych oraz łatwością w odbiorze wyników, dlatego dobrze łączy **komponent transportowy z komponentem użytkowania przestrzeni**. Wadą dostępności mierzonej odległością jest brak zależności między **komponentami**. Wskaźnik dostępności mierzonej odległością jest stały i nie bierze pod uwagę wielkości celów podróży-miara odległości dla celów podróży, np. miejsc pracy w obrębie 10 km jest taka sama dla 1000 miejsc pracy jak i 50 miejsc pracy (oblicza się np. średni czas dotarcia do miejsc pracy lub łączny całkowity czas dotarcia, a nie liczbę miejsc pracy). Dostępność mierzona odległością do celów podróży nie uwzględnia spadku atrakcyjności masy w wyniku czasu przejazdu. Tym samym wskaźniki oparte na odległości czasowej nie uwzględniają różnic w atrakcyjności mas między sąsiednimi i odległymi regionami. W badaniach dostępności mierzonej odległością nie bierze się zazwyczaj pod uwagę **komponentu indywidualnego** (Komornicki i in., 2009).

**Dostępność kumulatywna** (*isochrone-based accessibility measure*) w literaturze przedmiotu często określana jest, jako dostępność dzienna (*daily accessibility*). Za pomocą tej metody określa się liczbę celów podróży dostępnych w danej izochronie od źródła podróży. Z tego względu metoda ta jest też często nazywana dostępnością mierzona izochronami.

Zarówno dostępność mierzona izochronami, jak i mierzona odległością jest często prezentowana przez geografów, ponieważ analizując czasy przejazdu między dwoma punktami dosyć łatwo jest pokazać wzrost lub spadek. Jeżeli celem polityki na poziomie regionalnym jest zagwarantowanie dojazdu do najbliższego szpitala w ciągu 90 min dla wszystkich mieszkańców lub też zapewnienie minimalnej liczby miejsc pracy w obrębie izochrony 60 minut to przy pomocy dostępności czasowej, jest to możliwe do zobrazowania (Gutiérrez i Urbano, 1996; Lutter i in., 1992; Schürmann i in.1997).

**Dostępnością czasową** określa się jako dostępność mierzoną odległością czasową (np. czas dojazdu do najbliższej szkoły lub szpitala) lub dostępnością kumulatywną mierzoną izochronami (np. liczba miejsc pracy dostępna w określonej izochronie dojazdu). Punktem wspólnym jest czas odbycia podróży jako wybrany element oporu przestrzeni.

W analizie dostępności czasowej stosuje się wiele uproszczeń, ale najważniejszym jest wybór najszybszej ścieżki (*shortest travel path*) między źródłem a celem podróży. Jedne z pierwszych prostych schematów, gdzie przedstawiono problem czasu w układach społeczno-gospodarczych, zobrazował B. J. L. Berry (1964).

Pierwsze zagadnienia związane z dostępnością czasową na mapach pojawiły się wraz z rozwojem kartografii. Wg E. R. Tufte'a (1997) pierwszą pracę przedstawiającą odległość z Toledo do Rzymu w 1644 r. przedstawił flamandzki astronom Florent van Langren. Pierwszym autorem mapy przedstawiającej izochrony jest F. Galton (1881), który zobrazował dostępność czasową do Londynu z różnych stron świata, stosując przedziały co 10 dni. Przedziały na mapie F. Galtona (1881) były przedstawione co 10 dni. Prekursorem teoretyczno-metodycznej konstrukcji izochron jest natomiast W. Schjerning (1903).

Pierwsze opracowania w Polsce dotyczące dostępności czasowej pojawiły się w dwudziestoleciu międzywojennym (Kubijowicz, 1923; Rewieńska, 1929; Smoleński, 1932; Boczar, 1933; Rowicki, 1934; Wąsowicz, 1934; Bissaga, 1938). Kolejne prace, w których poruszano podobne zagadnienia powstały po drugiej wojnie światowej w okresie Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej (Baja, 1948; Lijewski, 1962; Gawryszewski i Pietkiewicz, 1966; Biderman, 1967; Ziembowa, 1969; Maciejewski, 1972; Dudzińska-Kryszak, 1982; Stryjek i Warakomska, 1980; Deja, 1983). Po 1989 r. do czasów współczesnych wielu autorów pisało o dostępności czasowej (Ratajczak, 1992; Warakomska, 1992, 1993; Rydzewski, 1999, 2000; Wendt, 2000; Guzik i Kołoś, 2003; Komornicki, 2013; Goliszek 2014a, 2014b, 2015, 2016, 2017a, 2017b; Goliszek i Rogalski 2014, Goliszek i Połom 2016b, 2016c).

Po drugiej wojnie światowej rozwój badań nad dostępnością czasową był stymulowany m.in. rosnącą liczbą potoków ruchu w dojazdach do pracy. W tym czasie w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN powstało kilka prac poświęconych tematyce dostępności czasowej w kontekście dojazdów do pracy (Wróbel, 1959; Lijewski, 1967; Potrykowska, 1983; Potrykowski, 1989). W podobnym czasie prace nad dostępnością czasową prowadzono również w innych ośrodkach w kraju (Namysłowski, 1980). Dostępność czasowa (ekonomiczna) była analizowana do różnych celów np. metropolii, lotnisk (Komornicki i Śleszyński, 2009; Śleszyński, 2009, 2017b). W Instytucie w ostatnich latach powstawały też prace teoretyczne związane z dostępnością czasową (Śleszyński, 2014, 2017a).

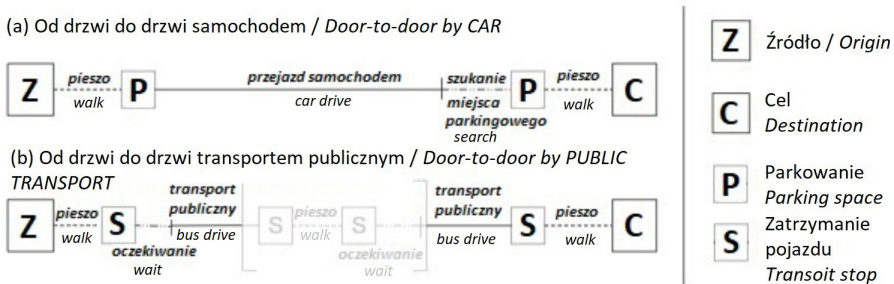
Obecny stan wiedzy dotyczący badań nad dostępnością czasową pozwala wskazać trzy grupy różnicujące przestrzenną dostępność transportową miejsca, które można wyróżnić na podstawie:

1. częstotliwości środka transportu – w transporcie zbiorowym jest to częstotliwość kursowania taboru w określonej jednostce czasu, zaś w transporcie



- indywidualnym dostępność ciągła do środka transportu, np. miejsce parkowania pojazdu i czas dojścia do niego;
2. dostępności czasowej (*access time*) do środka transportu, na podstawie izochron dojścia pieszego do przystanku lub na parking do samochodu. Najczęściej izochrony przejścia tworzy się dla jednego lub wielu punktów. Dojście z wielu punktów pozwala na rozczłonkowanie przestrzeni na strefy jednakowej odległości czasowej;
  3. dostępności czasowej poruszania się wybranym środkiem transportu, np. dojazdy do pracy mogą być realizowane transportem indywidualnym lub zbiorowym.

W badaniach dostępności czasowej (transportem indywidualnym i zbiorowym) należy zwrócić uwagę, czy pomiar czasu przejazdu dotyczy czasu przejazdu wyłącznie w środku transportu, czy też całej podróży „od drzwi do drzwi” (*door-to-door*). Jest to istotne zagadnienie, jeżeli porównuje się dostępność indywidualną z transportem zbiorowym. Z punktu widzenia transportu publicznego, ważny jest czas poświęcony na przesiadki i czas oczekiwania na przystanku związany z częstotliwością kursowania (Salonen i Toivonen, 2013). Według K. Warakomskiej (1993), izochrony powstałe przy założeniu oczekiwania na przesiadkę nazywa się zmodyfikowanymi, ze względu na fakt, iż uwzględniają one czas pieszego dojścia do przystanku i oczekiwania na wybrany pojazd. W transporcie indywidualnym czas dotarcia do środka transportu nie odgrywa większej roli, chyba że samochód zaparkowany jest w znacznej odległości (Salonen i Toivonen, 2013). Uwzględniając całą podróż transportem indywidualnym i zbiorowym „od drzwi do drzwi”, można przedstawić ją wg schematu (ryc. 2.3).



Ryc. 2.3. Schemat podróży od źródła do celu w transporcie indywidualnym i zbiorowym, na podstawie M. Salonen i T. Toivonen (2013)

Fig. 2.3. Source-destination diagram for individual and collective transport, based on M. Salonen and T. Toivonen (2013)

Tworzenie izochron policentrycznych wiąże się z tworzeniem linii jednakowego czasu dojazdu do jednego punktu, który jest celem podróży (Hyndman i in., 1997; South i Boots, 1999; Radke i Mu, 2000; Pantazis i Liefner, 2006; Luo i Qi, 2009). Metodyka tworzenia izolinii policentrycznych nadaje się szczególnie do oceny lokalizacji punktów komunikacyjnych, przystanków autobusowych, stacji kolejowych lub portu lotniczego. W literaturze jest wiele przykładów podziału przestrzeni przez obszary podzielone liniami (izoliniami) przedstawiające to

samo zjawisko. Na podstawie izochron wyznacza się tzw. zlewnię transportową (*catchment area*) opartą na ekwidystantach (Śleszyński, 2004a, 2007), izochronach czasowych dojazdu do wybranego miejsca (Śleszyński i Komornicki, 2009, 2015) lub opartych na sztucznych tworach, polegających na geometrycznym podziale przestrzeni na poligony Woronoja (Śleszyński 2004b).

Badacze, często dostępność czasową nazywają zamiennie dostępnością dzienną. W dostępności dziennej zakłada odległość czasową przy maksymalnym dziennym czasie podróży, np. służbowej, w granicach 3-5 godzin w jedną stronę, w ten sposób, by móc rano wyruszyć ze źródła podróży, wykonać serię spotkań (negocjacji) i jeszcze tego samego dnia wrócić do źródła podróży (Spiekermann i Neubauer, 2002). Badania nad dostępnością dzienną podejmowali: G. Törnqvist (1970), C. Schürmann i in., (1997), K. Spiekermann i K. Wegener (1996) oraz R. W. Vickerman i in., (1999).

Niewątpliwie zaletą badań dostępności czasowej jest zawężenie obszaru analizy (można ograniczyć obszar badań np. do 30 min czasu dojazdu do pracy). Podczas konstrukcji izochron, w celu zróżnicowania czasu dojazdu, dobrze jest użyć optymalnej liczby przedziałów czasowych, by odbiór takiej mapy był łatwiejszy dla jej użytkowników. W analizach obejmujących miasto, obszar metropolitalny, izochrony powinny być w przedziałach co 10-15 min, zaś w badaniach dostępności czasowej na poziomie regionalnym i krajowym przedziały izochron są zazwyczaj co 30-60 min. Jednak nawet mimo różnicowania w czasie dojazdu, np. między 15 a 30 min, do celu podróży, nadal nic nie wiemy o jego atrakcyjności. Rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie innej metody wykorzystywanej w tej pracy, tj. dostępności potencjałowej (Rosik, 2012).

**Dostępność potencjałowa** (*potential-based accessibility measure*) może być rozumiana jako „*potencjał dla możliwości zajścia interakcji*” (Hansen, 1959). Według niektórych termin dostępność potencjałowa do gospodarki przestrzennej wprowadził „ojciec regionalistyki” W. Isard (1954), który z kolei uważał, że w naukach społecznych koncepcja ta była stosowana przez E. Ravensteina (1885). Konstrukcja wskaźnika dostępności potencjałowej zakłada, że atrakcyjność celu podróży jest powiązana z jego rozmiarem (**komponent użytkowania przestrzeni**) i spada wraz ze wzrostem odległości fizycznej, czasowej, ekonomicznej (**komponent transportowy**) (Coffey, 1978).

Dostępność potencjałowa znana jest geografom od lat 50-tych XX wieku. Pierwsze próby użycia dostępności potencjałowej polegały na uchwyceniu potencjału rynkowego w kontekście lokalizacji przedsiębiorstwa (Harris, 1954). Najczęściej cytowanym autorem, który w swojej pracy przedstawił założenie dostępności potencjałowej, jest W. G. Hansen (1959). Przedstawił on wskaźnik, który obecnie nazywany jest (od jego nazwiska) wskaźnikiem Hansena. W świetle tego wskaźnika dostępność potencjałową można zrozumieć jako sumę ilorazów atrakcji celów podróży i czasów podróży do atrakcji. W kolejnych latach podobną formułę wskaźnika stosowali D. Keeble i in. (1982), D. C. Rich (1978) oraz B. Linneker i N. A. Spence (1992).

Dostępność potencjałowa jest złożona z dwóch funkcji: funkcji atrakcyjności masy oraz funkcji oporu przestrzeni. Funkcja atrakcyjności masy zależy od motywacji i celu podróży, za atrakcją można rozumieć: liczbę ludności (potencjał demograficzny), dochód (potencjał ekonomiczny), wielkość powierzchni usługowej, liczbę lekarzy, liczbę miejsc w szkołach lub przedszkolach.

Funkcja oporu przestrzeni może przybierać różne formy w zależności od gałęzi transportu, rodzaju transportu (pasażerski lub towarowy), celu podróży (wyjazdy rekreacyjne, dojazdy do pracy, zakupy) oraz indywidualnej charakterystyki podróżnego (wiek, płeć, dochód) (O’Kelly i Niedzielski, 2009; O’Kelly i in., 2012; Rosik, 2012).

Dostępność potencjałowa w odróżnieniu od dostępności mierzonej odległością lub izochronami uwzględnia interakcje między **komponentem transportowym a użytkowaniem przestrzeni**. Obliczenia dostępności potencjałowej wykonuje się w łatwy sposób, z wykorzystaniem prostych narzędzi typu Excel czy też języków programowania, np. R lub w celu przyspieszenia prac, z użyciem zaawansowanej aplikacji typu OGAM (Stępniaak i Rosik, 2013; *Open Graph Accessibility Model*). Wyniki analizy dostępności potencjałowej często stosuje się na szczeblu krajowym i międzynarodowym (Komornicki i in., 2018a, 2018b; Rosik i in., 2020; Stępniaak i Rosik, 2017).

Wynik dostępności potencjałowej w znacznym stopniu uzależniony jest od wyboru formy funkcyjnej, wyboru parametrów funkcji oporu przestrzeni, wielkości obszaru badawczego, a także tego, czy uwzględnia się tzw. potencjał własny regionu. Według Z. Chojnickiego (1966) model potencjału zakłada oddziaływanie międzyregionalne. Ze specyfiki modelu wynika, że ograniczając obszar badawczy do granic państwa, miejsca położone peryferyjnie będą miały gorszą dostępność potencjałową.

Wyniki otrzymane z analizy dostępności potencjałowej są trudne w interpretacji, ponieważ dostępność potencjałowa nie ma jednostek. Dostępność potencjałową w wariancie bazowym (np. przed rozpoczęciem inwestycji) zestawia się z dostępnością potencjałową po wykonaniu inwestycji infrastrukturalnej i otrzymujemy wpływ inwestycji na zmianę dostępności (wyrażoną np. w procentowej zmianie wskaźnika dostępności). Wyniki dostępności przedstawione po realizacji inwestycji często stosuje się w ewaluacji (*ex-ante*) inwestycji drogowych (Komornicki, 2018a, 2018b).

Dostępność potencjałowa jest blisko związana z modelami grawitacji (Wilson, 1971). Natomiast podstawowa różnica między modelami potencjału i grawitacji polega na tym, że modele potencjału przedstawiają „potencjalne” oddziaływanie masy  $j$  na jedną masę (ośrodek, obszar)  $i$ , zaś modele grawitacji zbliżone są do energii grawitacyjnej  $i$ , przedstawiają wielkość wzajemnego oddziaływania dwóch mas (masy  $i$  oraz masy  $j$ ) (Chojnicki, 1966). Co więcej, według Z. Chojnickiego (1966), pojęcie potencjału pochodzi od pojęcia grawitacji.

W modelu potencjału można uwzględnić **komponent indywidualny** (cechy społeczno-ekonomiczne podróżnych) poprzez przyjęcie odpowiedniego parametru i formy funkcji oporu przestrzeni, które dla różnych grup społecznych są różne w zależności od wieku, płci, dochodu, wykształcenia i wyznaczane na podstawie badań empirycznych.

Zróznicowanie poziomu dostępności potencjałowej transportem publicznym wynika głównie ze specyfiki czasów przejazdu w modelu transportu indywidualnego i prywatnego (Pooler, 1987). W przypadku transportu publicznego do obliczeń czasu przejazdu wchodzi cała podróż (*door to door*), co doskonale przedstawili i opisali M. Salonen i T. Toivonen (2013). Na taką podróż składa się ścieżka przejścia na przystanek, czas oczekiwania na transport publiczny, przesiadka (jeżeli podróż tego wymaga) i powrót według czasów użytych w modelu pieszym. Natomiast dla modelu transportu indywidualnego uwzględnia się czas dojścia do samochodu, czas przejazdu samochodem wg czasów z modelu drogowego, który powstał na bazie czasów z *Google Maps API* oraz czas parkowania i dojścia do wybranego celu.

**Dostępność mierzona w geografii czasu lub czasoprzestrzeni** (*space-time-geography-based accessibility measure*) mierzona maksymalizacją użyteczności przy poruszaniu się podróżnych (Wang i in., 2018). Takie modele bazują na zachowaniu użytkownika sieci (*person-based accessibility measure*). Ważne w tych modelach jest zwrócenie uwagi na zachowania podróżnych, to jak się zachowują i jakie podejmują decyzje w ciągu dnia (Neutens i in., 2008). Wyznacznikiem modeli dostępności mierzonej w geografii czasu lub czasoprzestrzeni jest wskazanie ograniczeń czasowych i przestrzennych użytkowników sieci. Ograniczenia związane z funkcjonowaniem użytkownika sieci w przestrzeni są wymuszone przez codzienne czynności takie jak: czas spędzony w pracy, czas spędzony w mieszkaniu, odwożenie członków rodziny do pracy, szkoły. Wykonywane w ciągu dnia czynności dobrowolne użytkownika sieci to: zakupy, rozrywka, wyjścia rekreacyjne, wyjazdy turystyczne, odwiedziny krewnych i znajomych (Rosik i in., 2018).

Dostępność w geografii czasu ma zaletę uwzględniania czasowych ograniczeń w ciągu dnia, w godzinach najwyższej aktywności człowieka. Równie ważnym zagadnieniem są wielomotywacyjne podróże podejmowane przez użytkowników sieci transportowych, przy uwzględnieniu preferencji podróżnego i jego cech społeczno-ekonomicznych takich jak: płeć, wiek, wykształcenie. Słabą stroną modeli czasu lub czasoprzestrzeni jest brak wiarygodnych danych harmonogramu dziennych zajęć użytkownika sieci, niedokładność i niekompletność. Inną wadą jest duże skomplikowanie modelu przy założeniu zmienności prędkości ruchu w ciągu dnia (Baradaran i Ramjerdi, 2001). Ograniczenia modelu w związku z czasami podróży prowadzą do dalszych ograniczeń modelu do dzielnic, miasta lub obszaru metropolitalnego. Przykładem zastosowania modelu transportu publicznego jest (*Program Evaluating the Set of Alternative Sample Paths*, PESASP), używany do analiz, który przedstawia np. dostępność miejsc pracy dla kobiet w ciągu życia, dostęp do usług edukacyjnych dla ludzi młodych oraz usług ochrony zdrowia dla ludzi starszych na terenach wiejskich. Trudność z zastosowaniem modelu w geografii czasu na większych jednostkach przestrzennych wynika z braku wiarygodnych danych (El-Geneidy i in., 2016). W modelach bardziej istotna jest strona popytowa, dzięki czemu modele te są odpowiednie do badań efektów konkurencji (np. na rynku pracy) (Geurs i Ritsema van Eck, 2001).

**Dostępność mierzona maksymalizacją użyteczności** (*utility-based accessibility measure*) uwzględnia zachowania użytkowników sieci transportowej (**komponent indywidualny**). W modelowaniu maksymalizacji użyteczności uwzględnia się popyt na transport (prywatny i zbiorowy). Preferencje transportowe podejmowane przez użytkowników sieci wyznaczają wartość zysków lub strat związanych z wyborem rodzaju podróży (Geurs i Ritsema van Eck, 2001). W tym podejściu dostępność to zestaw możliwych wyborów transportowych, a użytkownik podejmuje decyzje, z której preferencji (rodzaju transportu) skorzysta. Z założenia każdy podróżny będzie dążył do maksymalizacji użyteczności, czyli wyboru najodpowiedniejszego dla siebie środka transportu w danym momencie (czasowym, cenowym, komfortu podróży) (Baradaran i Ramjerdi, 2001).

Zagadnienia maksymalizacji użyteczności są popularne w Stanach Zjednoczonych, właśnie tam rozwijały się pierwsze modele uwzględniające ten charakter dostępności. W Stanach Zjednoczonych modele maksymalizacji użyteczności były łączone z modelami geografii czasu. Powstał model maksymalizacji użyteczności w ramach czasoprzestrzeni, który bazował na logistycznym modelu decyzyjnym (Miller, 1999).

Ważniejszych badań empirycznych na temat maksymalizacji użyteczności jest niewiele. Z powstałych należy wskazać S. L. Handy'ego i D. A. Niemeiera (1997), którzy funkcję użyteczności potraktowali jako krzywą popytu. Każdorazowy wzrost cen na krzywej popytu skutkuje zmianą nadwyżki konsumenta w kontekście oszacowania wartości dostępności miejsca pracy (Handy i Niemeier, 1997). Dużą zaletą mierzenia dostępności poprzez maksymalizację użyteczności jest jej stabilne osadzenie w teorii makroekonomii z uwzględnieniem indywidualnych preferencji użytkowników sieci. W modelach maksymalizacji użyteczności występują malejące efekty skali, różnica między wzrostem poziomu dostępności a wzrostem korzyści dla podróżnego ma charakter nieliniowy. Przez co, przy realizacji inwestycji infrastrukturalnych na obszarach wiejskich, gdzie wskaźniki dostępności są niższe, zauważa się większe korzyści, co może zostać wykorzystane przy ocenie inwestycji na obszarach peryferyjnych, które to inwestycje są finansowane ze środków polityki spójności (Geurs i van Wee, 2004).

## 2.4.2. Metody dostępności użyte w pracy

W monografii wykorzystano pięć metod badawczych wykorzystywanych w badaniach **dostępności transportowej**, wśród nich są;

1. metoda najbliższej odległości,
2. metoda odsetka ludności,
3. metoda dostępności kumulatywnej,
4. metoda dostępności potencjałowej,
5. metoda ilorazu potencjałów.

Na końcowym etapie pracy, przy analizie dostępności na poziomie osiedli w celu stworzenia rankingu osiedli, wskaźniki dostępności zostały zestandaryzowane i przedstawione w formie miernika syntetycznego.

Pierwsza z prezentowanych metod to **metoda najbliższej odległości** do wybranych celów podróży. Analiza czasu dojazdu do wybranych usług wykonana została dla 15-minutowych przedziałów czasowych, w różnych porach dnia. W badaniach dostępności czasowej do szpitali analiza została wykonana między 7:00 a 9:00 rano. Dostępność czasowa do centrów handlowych obejmuje godziny między 17:00 a 19:00. Godziny badania dostępności dla krytych pływalni i kin zostały wytyczone między 18:00 a 20:00. Informacje o zróżnicowaniu czasu przejazdu dla wybranych przedziałów godzinowych dostarczają informacji o najdłuższym i najkrótszym przejeździe w danym przedziale czasowym transportem publicznym i prywatnym do wybranej usługi (Goliszek, 2017a).

W kontekście dojazdu do najbliższej usługi wykorzystano również **metodę odsetka ludności** (druga z wykorzystywanych metod). Dla wybranych usług obliczono w poszczególnych izochronach dojazdu do usługi danego typu udział liczby ludności w stosunku do ogółu populacji w analizowanym mieście. Zakres wiekowy ludności w dojeździe do wybranych usług dotyczył odpowiednio: szpitali – wszyscy mieszkańcy; krytych pływalni – mieszkańcy w wieku 7-65 lat; centrów handlowych – mieszkańcy w wieku 15+; kin – mieszkańcy w wieku 15-65 lat. W celu prezentacji kartograficznej, przedziały czasowe dostępności czasowej zostały wykonane w 5-minutowych odstępach do maksymalnie 60 min podróży. Ostatni przedział dostępności składa się z obwodów położonych powyżej 30 minut dojazdu do wybranej usługi.

Trzecia metoda wykorzystana w książce to **dostępność kumulatywna**. Jest to miara możliwości dostępnych w danym rejonie transportowym w ustalonym czasie lub odległości podróży. Wzór dostępności kumulatywnej jest zdefiniowany jako:

$$A_i = \sum_{j=1}^j B_j O_j \quad (1)$$

gdzie:  $A_i$  to dostępność mierzona w rejonie spisowym  $i$  do potencjalnych aktywności w rejonie transportowym  $j$ ,  $O_j$  z możliwością zajścia interakcji do  $j$ ,  $B_j$  przyjmuje wartość binarną równą 1, jeśli rejon transportowy  $j$  mieści się w określonym progu czasowym od regionu  $i$ . Jeżeli wartość czasu jest za wysoka to  $B_j = 0$ .

Dostępność kumulatywna jest często wykorzystywana w literaturze jako prosty, bezpośredni sposób oceny nierówności w dostępie np. do dóbr publicznych (Talen i Anselin, 1998; Gutiérrez, 2001; Talen, 1996). Dostępność ta jest prostym wskazaniem czy dany obiekt jest dostępny lub nie w danej izochronie dojazdu (Miller, 1991).

W niniejszej książce dostępności kumulatywnej użyto wyznaczania zasięgu dojazdu transportem publicznym i prywatnym do przedszkoli, szkół podstawowych, szkół średnich i miejsc pracy. Za każdym razem na mapie przedstawiony został udział procentowy wszystkich destynacji (celów podróży, czyli obiektów

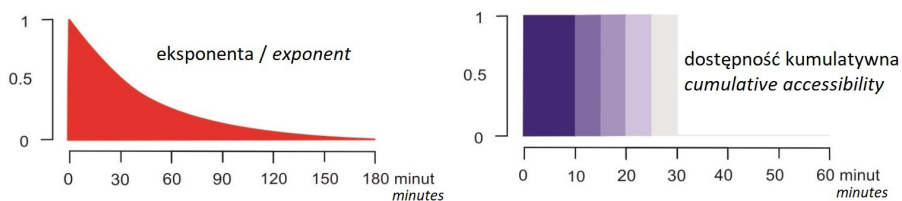


szkolnych i miejsc pracy) w wybranej grupie miejsc, który był dostępny w odpowiednim czasie. W przypadku miejsc w przedszkolach, szkołach podstawowych i szkołach średnich punktem odniesienia była sumaryczna liczba obiektów szkolnych. Dostępność kumulatywna do miejsc pracy przedstawia % wszystkich miejsc pracy w Szczecinie, jakie można osiągnąć z danego rejonu transportowego w określonym czasie. Obie analizy wykonane zostały dla godziny 8:00 rano w dzień powszedni.

Czwartą metodą dostępności użytą w pracy jest **dostępność potencjałowa**, której wyniki opierają się o metodę potencjału. W przypadku obliczeń dostępności potencjałowej dla podróży samochodem i transportem publicznym do ludności czas przejazdu między parą obwodów spisowych  $i$  oraz  $j$  w Szczecinie przedstawiony jest za pomocą  $t_{ij}$ . Funkcja oporu przestrzeni to  $f(t_{ij})$ . Atrakcyjność celu podróży wyrażona jest za pomocą liczby ludności  $POP_j$ . Wzór dostępności potencjałowej do ludności wygląda następująco:

$$A(POP)_i = \sum_j POP_j f(t_{ij}) \quad (2)$$

Poziom dostępności potencjałowej w mieście w dużej mierze jest zależny od użytej w badaniu funkcji oporu przestrzeni. W średniej wielkości mieście, jakim jest Szczecin, dokonano specyfikacji funkcji oporu przestrzeni tak, by uwzględniła głównie krótsze podróże. Najczęściej używanym rodzajem funkcji oporu przestrzeni w badaniach dostępności potencjałowej jest funkcja wykładnicza (Beria i in., 2017; Thompson i in., 2019; Merlin, 2020; ryc. 2.4), tj.:  $f(t_{ij}) = \exp(\beta t_{ij})$ , gdzie parametr  $\beta$  różnicuje stopień, w jakim zmniejsza się atrakcyjność celu podróży. Autor do określenia czasu podróży dla funkcji oporu przestrzeni zasięgnął informacji z badania (KBR 2010, 2016), na podstawie którego wyznaczył średni czas dojazdu transportem publicznym i prywatnym na poziomie 30 min. Przyjęte wartości parametru funkcji oporu przestrzeni dla 30 min wynoszą: -0,023105.



Ryc. 2.4. Funkcja oporu przestrzeni dla dostępności potencjałowej (eksponenta) i dostępności kumulatywnej, na podstawie KBR 2010 i 2016 oraz P. Beria i in. (2017)

Fig. 2.4. Space resistance function for potential (exponent) and cumulative accessibility, based on KBR 2010 and 2016 and P. Beria et al. (2016)

W niniejszej pracy wskaźniki dostępności potencjałowej zostały policzone dla transportu publicznego i prywatnego w 2018 roku oraz dla transportu publicznego również w 2009, 2012, 2015 roku. W celu uwzględnienia zróżnicowania dostępności w ciągu doby (**komponent czasowy**) dostępność potencjałowa obliczona dla transportu publicznego i prywatnego przeliczono dla 15-minutowych przedziałów czasowych między godzinami 5:00 a 22:00.



W danym miejscu różne osoby (mieszkańcy) mogą mieć inny poziom dostępności, przy uwzględnieniu pewnych ograniczeń popytowo-podażowych. Przejawia się to np. w przypadku dużej liczby wysoko wyspecjalizowanych miejsc pracy, które mogą mieć na ogół dobrą lokalizację (np. centrum miasta), ale jednocześnie złą dostępność, z punktu widzenia dostępu wykształconej kadry kierowniczej zamieszkującej głównie na osiedlach domów jednorodzinnych na terenach peryferyjnych. Zazwyczaj w przestrzeni jest nierównomierny rozkład popytu i podaży, wtedy to należy w kalkulacji dostępności uwzględnić tzw. efekt konkurencji (Geurs i Ritsema Van Eck, 2003; Geurs i in., 2009; Shen, 1998). Efekt ten został przedstawiony w publikacji w piątej metodzie analizy dostępności, jaką jest **iloraz potencjałów**.

Wybrano do analizy następujące ilorazy:

1. potencjał miejsc w przedszkolach do potencjału liczby ludności w wieku 3-6,
2. potencjału miejsc w szkołach podstawowych do potencjału ludności w wieku 7-15,
3. potencjału miejsc w szkołach średnich do potencjału ludności w wieku 16-18,
4. potencjału miejsc pracy do potencjału ludności w wieku produkcyjnym 18-60/65.

Analogicznie popyt charakteryzuje potencjał ludności w odpowiednim wieku, tj.  $POP_{3-6/7-15/16-18/18-65}$  oraz liczba dzieci w przedszkolu – P, w szkole podstawowej – SP i szkole ponadpodstawowej – PP oraz liczbę miejsc pracy – MP. Wzór dostępności potencjałowej dla wybranej kategorii wiekowej ludności wygląda następująco:

$$A_i(POP_{3-6/7-15/16-18/18-65})_i = \sum_j POP_{3-6/7-15/16-18/18-65} f(t_{ij}) \quad (3)$$

Podaż charakteryzuje porównanie dostępności potencjałowej do miejsc w przedszkolu – P, miejsc w szkołach podstawowych – SP, miejsc w szkołach ponadpodstawowych – PP oraz liczby miejsc pracy – MP (w ilorazie potencjału licznik):

$$A_i(P / SP / PP / MP)_i = \sum_j P / SP / PP / MP_j f(t_{ij}) \quad (4)$$

Istnieje wiele opracowań poświęconych dojazdom dzieci do szkół, w szczególności na obszarach położonych peryferyjnie (Catling, 2005; Parnell i Patsarika, 2011; de Kadt i in., 2014; Lin i in., 2014; Zelinsky i Kubak, 2014; Kučerová i in., 2015; Loo i Lam, 2015; Walaszek, 2016; MacKenzie i in., 2017; Stephens i in., 2017; Gilliam i Gulløv, 2019). Aczkolwiek zdecydowanie częściej badacze zajmowali się dostępnością potencjałową do miejsc pracy. Termin „potencjał miejsc pracy” został użyty m.in. przez M. E. O’Kelly i W. Lee (2005), M. E. O’Kelly i M. A. Niedzielskiego (2008) i M. A. Niedzielskiego i E. E. Boschmanna (2014). Stosunek potencjału miejsc pracy, miejsc w placówkach edukacyjnych i potencjału ludności w odpowiednich grupach wiekowych w obwodach spisowych przedstawiony został, jako iloraz potencjału ( $Qi$ ) i przyjmuje wzór:

$$Q_i = \frac{A(P / SP / PP / MP)_i}{A(POP_{3-6/7-15/16-18-60/65})_i} \quad (5)$$

Do oceny syntetycznej dostępności transportem publicznym i prywatnym do miejsc pracy, miejsc w przedszkolach, miejsc w szkołach podstawowych i ponadgimnazjalnych oraz wybranych usług publicznych wykorzystano metodę standaryzacji. W celu standaryzacji wykorzystano podstawową miarę, jaką jest stosunek różnicy między wartością zmiennej niestandardyzowanej i średnią z populacji a odchyleniem standardowym populacji wg formuły:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (6)$$

gdzie:  $x$  – zmienna niestandardyzowana,  $\mu$  – średnia z populacji,  $\sigma$  – odchylenie standardowe populacji.

Miernik syntetyczny, na potrzeby niniejszej pracy, należy do przedziału od 1 do 10, zaś obliczony jest w następujący sposób:

$$Ms = w \cdot 10 \quad (7)$$

$$z = \frac{k}{\#Z} \quad (8)$$

gdzie:  $K$  – uporządkowany w sposób malejący zbiór zestandaryzowanych zmiennych,  $k$  – numer pozycji w zbiorze  $K$  elementu ze zbioru  $Z$ ,  $\#Z$  – liczność zbioru  $Z$ ,  $w$  – zmienna pomocnicza zaokrąglona do części dziesiętnych.

Na dalszym etapie procedury badawczej otrzymane wartości standaryzowane zgrupowano w decyle i w ujęciu decylowym wartości przedstawiono na mapach. W ocenie syntetycznej tak jak w hierarchizacji zastosowane zostały tylko te miary (a zarazem zmienne), które charakteryzują dostępność do różnych celów podróży w mieście. W ten sposób uzyskano 19 zmiennych, po 9 dla transportu publicznego i prywatnego, które wykorzystano do oceny syntetycznej (Bereźny i Konečný, 2019).



## 3. Komponenty dostępności transportowej w Szczecinie

### 3.1. Komponent przestrzenny

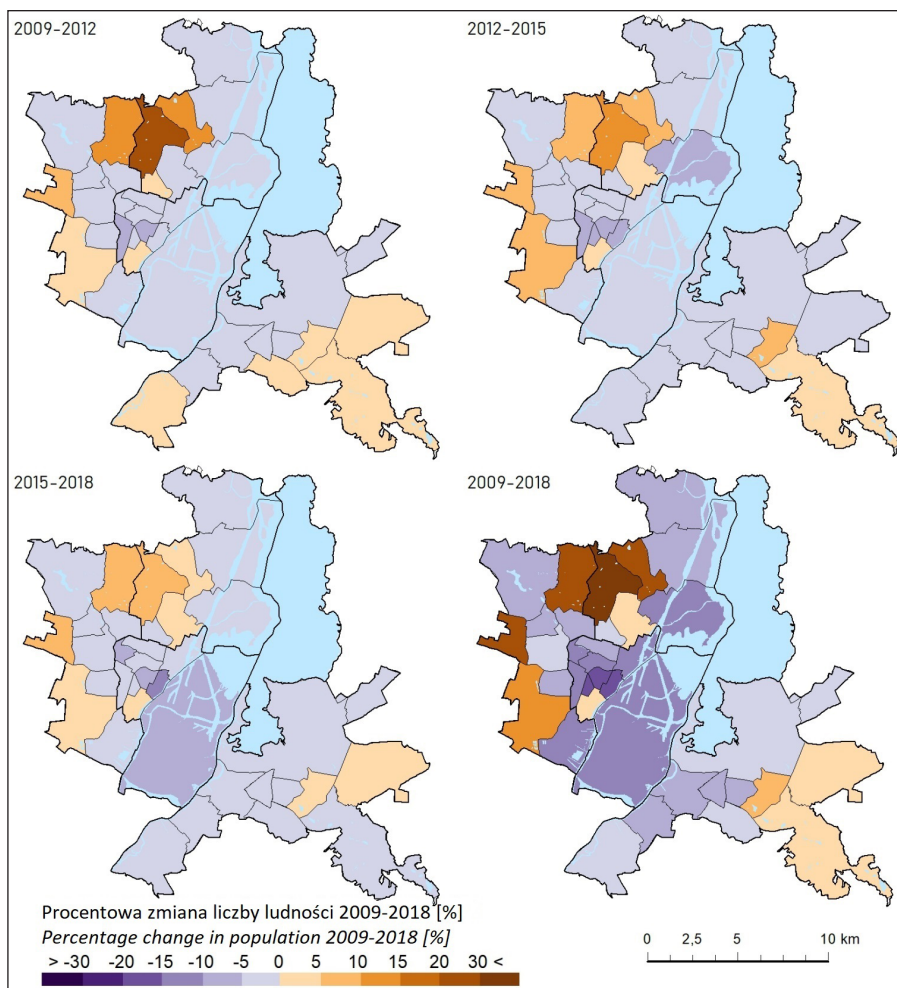
Opis rozmieszczenia badanych celów podróży w Szczecinie podzielono na cztery zasadnicze części. W pierwszej z nich opisano rozmieszczenia miejsc pracy dla 2018 roku. W drugiej, trzeciej i czwartej części opisu celów podróży znajdują się informacje o usługach, które podzielono na trzy kategorie (oświatowe, zdrowotne, kulturalne).

Dane o miejscach pracy w Szczecinie pochodzą z oddziału Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) w Szczecinie<sup>14</sup> i gromadzone są w rejestrze REGON<sup>15</sup>. W bazie REGON jest informacja o lokalizacji, dacie powstania i przedziale wielkości zatrudnienia w firmach na terenie Szczecina. Baza adresowa miejsc pracy została przeformatowana i wszystkie miejsca zostały zgeolokalizowane. Łącznie w bazie REGON dla Szczecina znajduje się ok. 70 tys. firm. Należy przy tym wspomnieć, że wielkość zatrudnienia w bazie REGON jest podawana przez firmy, więc w celu ulepszenia bazy zweryfikowano informację dla wszystkich firm zatrudniających powyżej 1000 osób. Bazę adresową w prosty sposób można podzielić na firmy prywatne i publiczne. Największą firmą w Szczecinie zatrudniającą powyżej 1 tys. osób jest policja. Przy czym chodzi tu o wszystkich pracowników pracujących w policji, w tym w poszczególnych komisariatach zlokalizowanych w większych osiedlach Szczecina. Podobnie sytuacja rozdrobnienia (podział na wydziały) ma miejsce na uniwersytetach, gdzie liczba pracowników wynosi około 2 tys. Do firm zatrudniających najwięcej osób, które mają jedną lub maksymalnie dwie lokalizacje (druga pomocnicza), należą szpitale (których są w Szczecinie trzy, zatrudniające łącznie powyżej 1000 osób) oraz Urząd Miasta Szczecina

<sup>14</sup> <http://szczecin.stat.gov.pl/>

<sup>15</sup> Rejestr REGON jest bieżąco aktualizowanym zbiorem informacji o podmiotach gospodarki narodowej prowadzonym w systemie informatycznym w postaci centralnej bazy danych oraz terenowych baz danych posadowionych w 16 urzędach statystycznych.

z jednostką pomocniczą znajdującą się na Prawobrzeżu (ryc. 3.2). Informacje o lokalizacji (adresie) wybranych usług zostały zaczerpnięte od odpowiednich służb (ministerstw, departamentów, innych organizacji), które zajmują się wykazem wybranych usług<sup>16</sup> (Stępniaik i in., 2017).



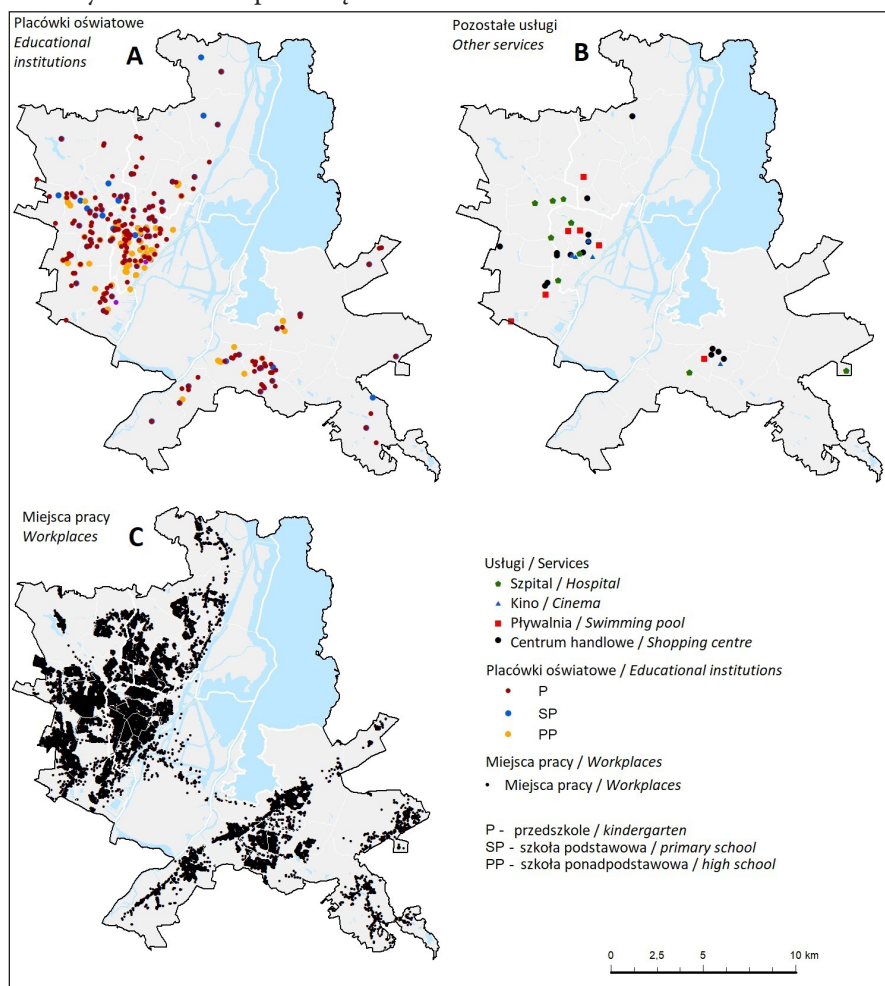
Ryc. 3.1. Zmiana liczby ludności w latach 2009-2018 w osiedlach w Szczecinie, na podstawie Urzędu Miasta w Szczecinie

Fig. 3.1. Change in population between 2009 and 2018 in housing estates of Szczecin, based on City Hall in Szczecin

Rozmieszczenie celów podróży (ryc. 3.2) jest z reguły zbliżone do rozmieszczenia ludności (ryc. 3.1). Pod hasłem placówki oświatowe na rycinie 3.2 ukryte są wszystkie instytucje związane z oświatą, czyli: przedszkola, szkoły podstawowe,

<sup>16</sup> Wybrane usługi użyte w pracy pochodzą z grantu Narodowego Centrum Nauki UMO-2013/09/D/HS4/02679 pod nazwą „Zastosowanie GIS w badaniach dostępności przestrzennej usług-koncepcje, metody, implikacje”, (kierownik Marcin Stępniaik), w którym autor książki jest jednym z wykonawców. Dane te zostały na potrzeby monografii ponownie sprawdzone i zweryfikowane.

gimnazja, szkoły średnie, technika, zasadnicze szkoły zawodowe, szkoły profilowane i policealne. Źródłem podróży do placówek oświatowych jest ludność w wieku 3-6, 7-15 oraz 16-18 lat. Wykorzystanie **komponentu transportowego** (środek transportu) w przewozach do placówek oświatowych można podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa to dzieci w wieku 3-6 i 7-15 lat, które najczęściej dowożone są odpowiednio do przedszkoli i szkół podstawowych przez rodziców (starsze dzieci zazwyczaj chodzą do szkoły piechotą). Zdarza się, że dzieci, które mają już więcej niż 12 lat, również dojeżdżają do szkoły transportem publicznym. Druga grupa to młodzież w wieku 16-18 lat, która zazwyczaj nie jest dowożona przez rodziców, a bardzo często do szkół średnich sama dojeżdża transportem publicznym lub chodzi piechotą.



Ryc. 3.2. Rozkład przestrzenny placówek oświatowych (A), pozostałych usług (B) i miejsc pracy (C) w 2018 roku, na podstawie danych Urzędu Miasta Szczecin, bazy REGON i Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Fig. 3.2. Spatial distribution of educational institutions (A), other services (B) and workplaces (C) in 2018, based on data from Szczecin City Hall, REGON database and Ministry of Science and Higher Education

Z kolei do usług kulturalnych można zaliczyć m.in. wszystkie kina znajdujące się w Szczecinie. Źródłem podróży do tego wybranego rodzaju usług mogą być osoby w wieku 15-60/65 lat zamieszkujące miasto. Do kin jeżdżą ludzie w różnym wieku, w zależności od repertuaru. Z kina najrzadziej korzystają ludzie starsi powyżej 50 lat (ryc. 3.2).

Tabela 3.1. Liczba ludności 2009-2018 w dzielnicach i osiedlach w Szczecinie, na podstawie danych UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol osiedla	Ludność 2009	Ludność 2012	Ludność 2015	Ludność 2018	Nazwa dzielnicy	Ludność 2009	Ludność 2012	Ludność 2015	Ludność 2018
Bukowo	PB	3642	4134	4497	4650	Północ	54957	56398	57842	58148
Golęcino-Gocław	PG	3554	3474	3266	3148					
Niebuszewo	PN	17950	17960	17875	17356					
Skolwin	PS	3494	3386	3287	3174					
Stołczyn	PT	4603	4388	4340	4217					
Warszewo	PW	7240	8813	10110	10857					
Żelechowa	PZ	14474	14243	14467	14746	Prawobrzeże	85660	84785	83385	81858
Bukowe-Kłęskowo	DB	14665	14727	14488	14400					
Dąbie	DD	13570	13415	13089	12987					
Kijewo	DO	3207	3291	3492	3494					
Majowe	DM	7764	7588	7432	7229					
Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce	DJ	4085	4138	4212	4195					
Podjuchy	DP	9253	9073	8848	8504					
Słoneczne	DS	14200	13719	13245	12790					
Wielgowo-Sławociesz-Zdunowo	DW	3746	3882	3860	3863					
Zalom-Kasztanowe	DA	3621	3584	3581	3500					
Zdroje	DZ	9185	9001	8813	8607					
Żydowce-Klucz	DK	2364	2367	2325	2289					
Centrum	SC	21427	20182	18812	17814					
Drzetowo-Grabowo	SD	17608	17301	16459	15806					
Lękno	SŁ	3672	3570	3407	3228					
Międzyzdrze-Wyspa Pucka	MM	1144	1096	1064	977					
Niebuszewo-Bolinko	SB	22884	22177	21507	20767					
Nowe Miasto	SN	8236	8252	8280	8476					
Stare Miasto	SS	6128	6031	5601	4960					
Śródmieście-Północ	SP	12991	12380	11853	11628					
Śródmieście-Zachód	SZ	16274	15474	14525	13804					
Turzyn	ST	23806	22592	20813	20396					
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	12952	12517	12395	12038	Zachód	119627	118498	117503	116301
Głębokie-Pilchowo	ZL	1298	1273	1263	1213					
Gumieńce	ZG	19540	20378	21449	22148					
Krzekowo-Bezzecze	ZB	3658	3842	4121	4403					
Osów	ZO	3383	3775	4090	4357					
Pogodno	ZP	25215	24989	24596	24000					
Pomorzany	ZN	23500	22395	21321	20484					
Świerzewo	ZS	17315	16783	16115	15680					
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	12766	12546	12153	11978					
Suma		394414	388736	381051	374163					



Dojazd w celu korzystania z pływalni klasyfikowany jest jako podróz rekreacyjna. Do krytych pływalni najczęściej korzystający jadą po pracy, po szkole, a szczyt komunikacyjny w tego typu usłudze przypada między 18:00 a 20:00 (Kowalski, 2016). Ludność, która najczęściej korzysta z tej usługi to osoby młode i mieszkańcy w wieku produkcyjnym, czyli między 7 a 60. rokiem życia w przypadku kobiet i 65 rokiem życia w przypadku mężczyzn (przedziały wiekowe dostosowane do możliwości bazodanowych; ryc. 3.2).

W pracy założono, że podróże na zakupy odbywają się głównie w godzinach popołudniowych, tj. między 17:00 a 19:00, zazwyczaj po godzinach pracy i że źródłem podróży na zakupy są osoby w wieku powyżej 16 lat (ryc. 3.2).

Motywacja podróży związana ze zdrowiem wiąże się z dojazdem do szpitala. Czas dojazdu do szpitala w badaniu analizowany był dla godzin między 7:00 a 9:00 rano. Według autora w tych godzinach odbywa się najwięcej podróży do szpitala. Źródłem podróży w dojazdach do szpitali są osoby zamieszkujące Szczecin (ryc. 3.2).

W Szczecinie w latach 2009-2018 ogólna liczba mieszkańców zmalała z 394 tys. do 374 tys. W tym czasie największy przyrost liczby osób odnotowano na osiedlu Warszawo w dzielnicy Północ, gdzie liczba ludności wzrosła z 7240 do ponad 10 tys. osób. Na tym osiedlu odnotowano zarówno najwyższy wzrost bezwzględny i procentowy liczby mieszkańców. Z kolei najwyższy spadek liczby mieszkańców odnotowano w centralnej części dzielnicy Śródmieście na osiedlach: Stare Miasto, Centrum i Śródmieście-Zachód. Przy czym w wartościach bezwzględnych największy spadek zanotowany został na osiedlu Centrum, tam liczba ludności spadła z 21 427 na 17 814 osób (tab. 3.1.).

### **3.1.1. Rozmieszczenie źródeł podróży (ludność) – analiza porównawcza z innymi miastami portowymi akwenu Morza Bałtyckiego i Północnego**

W celu poznawczym, a także dla ukazania wyjątkowości Szczecina w kontekście dostępności do różnych celów podróży w mieście, wykonano porównanie różnych miast portowych podobnej wielkości w kontekście układu osadniczego wymagającego przeprawy między dzielnicami, zestawiając kilka ośrodków portowych z akwenu Morza Bałtyckiego (Ryga, Szczecin, Rostock) i nad cieśniną Kattegat (Göteborg; ryc. 3.3). Wśród analizowanych miast rozpatrywane jest rozmieszczenie liczby osób (w siatce GRID 1 km<sup>2</sup>) oraz lokalizacja portu. Analizowana liczba ludności pochodzi z danych Eurostat<sup>17</sup>, dzięki czemu możliwe jest porównanie wybranych miast na podstawie jednolicie zebranych danych statystycznych. Dane w siatce GRID dotyczące rozmieszczenia liczby ludności są w dwóch szeregach czasowych dla 2006 i 2011 roku, dzięki czemu można przedstawić zmiany liczby osób w krótkim okresie.

<sup>17</sup> [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population\\_grids](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_grids)

Tabela 3.2. Dane dotyczące analizowanych miast, na podstawie danych ze stron internetowych i danych OpenStreetMap (OSM)

Miasto	Długość dróg w mieście [m]	Liczba mieszkańców	Gęstość zaludnienia os/km <sup>2</sup>	Powierzchnia km <sup>2</sup>
Göteborg	5356173	528273	2576	450,0
Rostock	2776316	204260	1126	181,4
Szczecin	2362605	407180	1352	300,6
Ryga	4050281	701977	2714	307,2



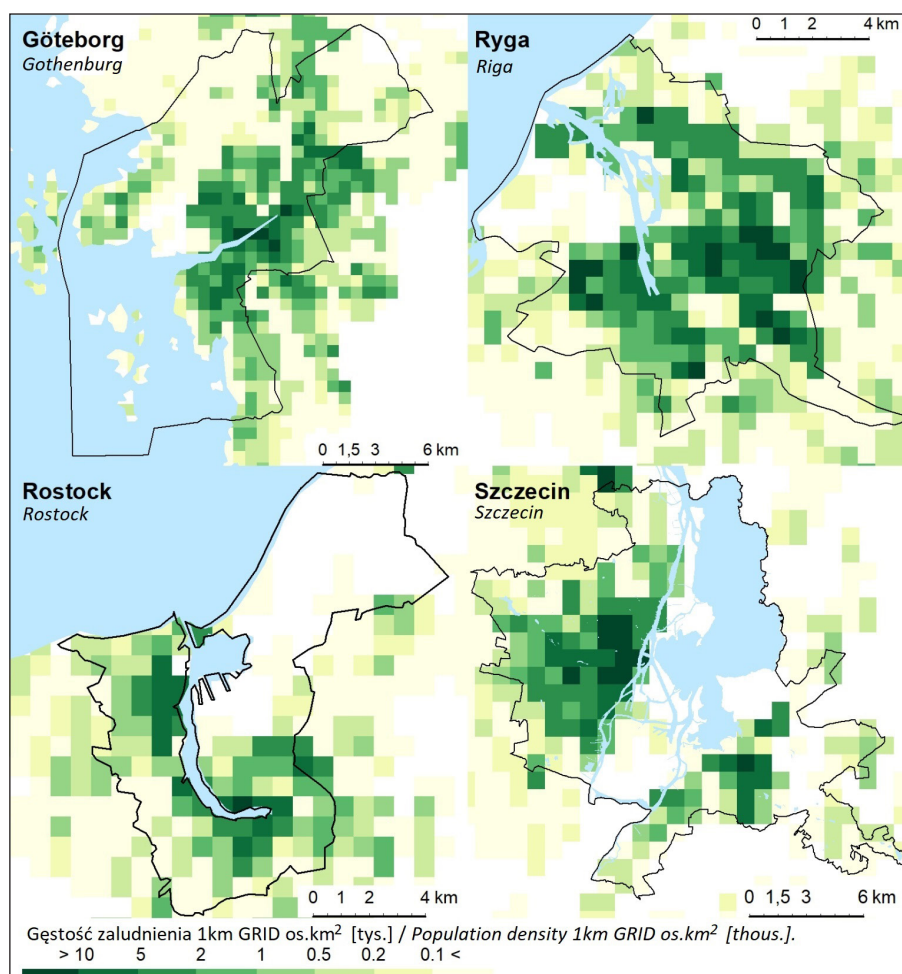
Ryc. 3.3. Rozmieszczenie analizowanych miast portowych  
Fig. 3.3. Distribution of the studied port cities

Pierwszym krokiem przed analizą danych rastrowych było przeanalizowanie ogólnych statystyk dotyczących wybranych miast, przez co proces analizy rozmieszczenia źródeł podróży był prostszy. Informacje dotyczące ogólnych statystyk dla miast zaczerpnięto z portali internetowych wybranych ośrodków miejskich (dane dla końca 2014 roku). Dane dla miast zawierają następujące informacje: liczba ludności, powierzchnia i średnia gęstość zaludnienia (tab. 3.2.). Wśród wybranych do porównania miast najwięcej osób zamieszkuje Rygę (701 tys.). Mniejsze są Göteborg (528), Szczecin (407) i Rostock (204 tys. osób). Najwyższa gęstość zaludnienia (osób) w przeliczeniu na 1 km<sup>2</sup> w mieście jest w Rydze (2713) i Göteborgu (2576). Mniejsze są w Szczecinie (1352) i Rostocku (1126) (ryc. 3.3).

Koncentracja miejsc o wysokim poziomie gęstości zaludnienia w Szczecinie występuje w okolicy centrum miasta oraz po zachodniej stronie na Prawobrzeżu. Ze względu na specyficzne uwarunkowania naturalne, tzn. podział miasta przez rzekę i lokalizację portu w niemalże geometrycznym centrum miasta, rozkład przestrzenny źródeł podróży (ludności) odgrywa tu wyjątkowo ważną rolę. Rozwój miast portowych, z uwzględnieniem Szczecina był analizowany przez Zarembe

(1962) oraz Zarembę i Orlińską (1965). Zachodnia część miasta (lewobrzeże) jest bardzo gęsto zamieszkała. Po wschodniej stronie miasta również mieszka relatywnie dużo mieszkańców (choć ludność jest bardziej skoncentrowana w centralnej części Prawobrzeża), natomiast w samym centrum układu wiele terenów pozostaje niezamieszkałych, np. tereny na południe od portu (Zaremba, 1962), które są terenami zalewowymi (Goliszek, 2018; ryc. 3.4).

Z kolei wysokie wartości gęstości zaludnienia w Rydze są notowane w niemalże całym mieście. Jedynie okolice portu i rzeki przepływającej przez miasto są nieco rzadziej zamieszkałe. Układ rzeczno-portowy w mieście, który zlokalizowany jest wzdłuż rzeki i brak większych obszarów zalewowych sprawia, że lokalizacja dużych skupisk z zabudową mieszkaniową znajduje się również w pobliżu rzeki Dźwiny. W Rydze gęsto zamieszkała jest okolica centrum oraz tereny położone na wschód od rzeki (Goliszek, 2018; ryc. 3.4).



Ryc. 3.4. Gęstość zaludnienia w 2011 roku w porównywanych miastach, opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu (GRID)

Fig. 3.4. Population density in 2011 in compared cities, own elaboration based on Eurostat data (GRID)

W Göteborgu gęściej zaludnione tereny przeważają na prawobrzeżu, a port morski podobnie jak w Szczecinie zlokalizowany jest w centrum miasta. Przez środek miasta przepływa rzeka (fiord), która przecina miasto na dwie części. W pobliżu portu morskiego zlokalizowane jest centrum miasta (stare miasto). Tereny o niskiej gęstości zaludnienia znajdują się na północ oraz północny wschód od centrum. Tereny o bardzo wysokiej gęstości zaludnienia są w centrum po obu stronach rzeki oraz na prawobrzeżu wzdłuż fiordu (ryc. 3.4).

W Rostocku główna część portowa zlokalizowana jest na północ od centrum miasta nad rzeką Warnow. W najbliższej okolicy portu jest niska gęstość zaludnienia, a nieopodal w północno-wschodniej części, gdzie znajdują się tereny podmokłe, miasto jest niemalże niezamieszkałe. Wysoka gęstość zaludnienia jest w okolicy centrum (starego miasta) oraz wzdłuż lewobrzeża (Goliszek, 2018; ryc. 3.4).

We wszystkich analizowanych miastach ważna jest lokalizacja źródeł podróży (mieszkańców) w kontekście rozkładu w podziale na prawo i lewobrzeże, co w głównej mierze generuje ruch na drogach (mostach) łączących oba obszary. Wśród analizowanych miast, powtarza się następująca prawidłowość, że najwięcej ludzi mieszka w okolicy centrum miasta (Goliszek, 2018). W Szczecinie jednak jest wyraźny dystans między prawo- i lewobrzeżem. Tylko w tym mieście okolice rzeki rozcinające dwie części miasta są w zasadzie niezamieszkałe. Tym samym analiza porównawcza potwierdziła wyjątkowość szczecińskiego studium przypadku w kontekście analizy dostępności dla wyjątkowego miasta przeciętego układem rzeczno-portowym (ryc. 3.4).

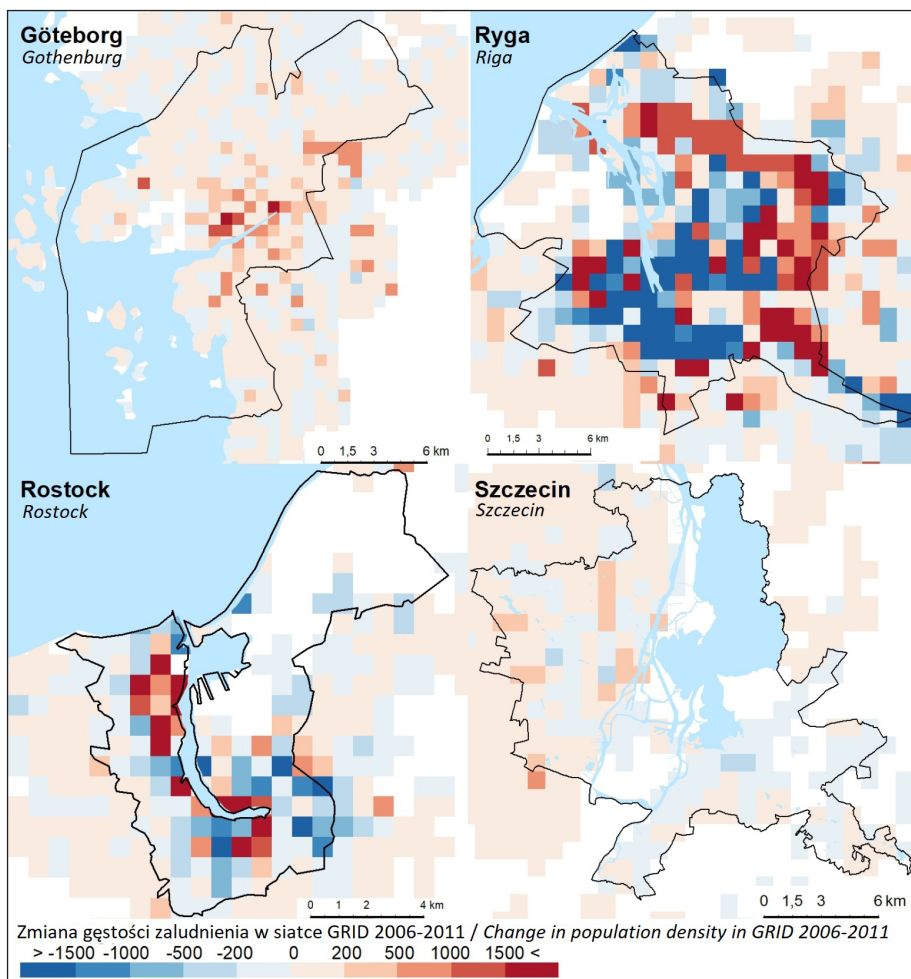
### **3.1.2. Zmiany liczby ludności - analiza porównawcza z innymi miastami portowymi akwenu Morza Bałtyckiego i Północnego**

Zmiana liczby ludności w Szczecinie w latach 2006-2011, na podstawie danych GRID, przedstawia nieznaczny (w porównaniu do pozostałych analizowanych miast) wzrost gęstości zaludnienia po wschodniej stronie miasta (prawobrzeże), natomiast po wschodniej stronie miasta w analizowanych 5 latach spadła średnia gęstość zaludnienia i tylko w przypadku niektórych GRID notuje się niski wzrost. Ogólnie w całym mieście należy zwrócić szczególną uwagę na dwie kwestie. Po pierwsze, dodatni przyrost liczby osób w siatce kwadratów obszarów położonych po zachodniej stronie miasta przy jej granicy, oraz po drugie, wyraźny spadek w centralnej części zarówno po wschodniej jak i zachodniej stronie Szczecina, skąd ludzie chętniej się wyprowadzają. Jedyne wyjątkiem gdzie jest wysoka gęstość zaludnienia i notuje się lekki wzrost gęstości zaludnienia, są tereny położone w pobliżu centrum i na północ od centrum Szczecina na osiedlu Bukowo i Warszewo w Dzielnicy Północ (ryc. 3.5).

W Rydze zmiana gęstości zaludnienia w latach 2006-2011 wskazuje miejsca dekoncentracji zabudowy we wschodniej części miasta oraz miejscami w zachodniej części Rygi. Wyludnia się starsza część miasta (centrum), zaś wzrasta liczba osób zamieszkująca północną część w pobliżu rzeki oraz jezior we wschodniej części miasta. W Rydze nowe budynki mieszkalne powstają po wschodniej części

miasta, ponieważ tuż za granicami miasta, w zachodniej jego części, zlokalizowane jest lotnisko będące barierą dla dalszej ekspansji mieszkaniowej (ryc. 3.5).

Dodatnie zmiany gęstości zaludnienia w Göteborgu okresie 2006-2011 widoczne są w północnej części miasta oraz na terenach położonych wzdłuż fiordu, nieopodal centrum miasta. Również w zachodniej części miasta notuje się dodatni przyrost osób. Natomiast w północno-zachodniej części miasta są tereny o niewielkich zmianach ludnościowych. Spadki gęstości zaludnienia widoczne są na południowy zachód od centrum w okolicy Kattogat. Na ogół jednak miasto w kontekście zmian ludnościowych nie jest tak zróżnicowane jak Ryga czy Rostock. W tym sensie jest bardziej podobne do Szczecina. W obu przypadkach duże zmiany ludnościowe w analizowanym okresie ograniczały się do wybranych jednostek przestrzennych (ryc. 3.5).



Ryc. 3.5. Zmiany gęstość zaludnienia w latach 2006-2011 w porównywanym miastach, opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu (GRID)

Fig. 3.5. Changes in population density in 2006-2011 in compared cities, own elaboration based on Eurostat data (GRID)

W Rostocku zmiany gęstości zaludnienia w latach 2006-2011 są widoczne na terenach najgęściej zamieszkałych, czyli w centrum i na terenach położonych na zachód od rzeki, tym samym jest to kierunek dokładnie odwrotny niż w Rydze – prowadzący do dalszej polaryzacji przestrzeni miasta i zagęszczania centrum układu osadniczego w Rostocku. Natomiast na terenach zlokalizowanych dalej od centrum po zachodniej stronie miasta notowany jest ubytek ludności miejskiej. W Rostocku wyludniają się tereny w pobliżu portu oraz na zachód od centrum miasta i gęsto zamieszkałego lewobrzeża. Jedynym obszarem, gdzie wzrosła liczba osób w analizowanym okresie po wschodniej części miasta, są tereny zlokalizowane na południowy wschód od portu morskiego. W tym miejscu powstało duże osiedle mieszkaniowe, zlokalizowane stosunkowo niedaleko od centrum miasta i w pobliżu niezagospodarowanych terenów zielonych w Rostocku (ryc. 3.5). Interesujące są niższe wartości zmian gęstości zaludnienia notowane w Szczecinie, w porównaniu z Rostokiem, który jest prawie dwa razy mniejszy pod względem liczby ludności (Goliszek, 2018).

## 3.2. Komponent transportowy

### 3.2.1. Sieć transportu indywidualnego i zbiorowego w porównaniu do innych miast portowych

Podkład drogowy dla miast składa się z ogólnodostępnych danych (*OpenStreetMap*; OSM), dzięki czemu możliwa jest analiza porównawcza układu transportowego Szczecina z innymi miastami. Z danych wynika, że badane miasta różnią się pod względem długości sieci drogowej (w metrach): Göteborg (5 356 173), Ryga (4 050 281), Rostock (2 776 316) i Szczecin (2 362 605). Jeżeli podzielimy długość sieci drogowej przez liczbę ludności, to najwięcej mieszkańców na 1 metr sieci drogowej jest w Rostocku (13,6) i Göteborgu (10,1), a znacznie mniej w Rydze i Szczecinie (5,8) (tab. 3.3.).

Tabela 3.3. Dane dotyczące transportu indywidualnego i zbiorowego miast akwenu Morza Bałtyckiego i Morza Północnego [T]=tramwaj, [Trol]=trolejbus, opracowanie własne na podstawie danych OpenStreetMaps (OSM) oraz stron internetowych<sup>18</sup>.

Miasto	Długość dróg [m]	Długość dróg [m] na 1 os.	Całkowita długość linii [T, km]	Liczba linii [T]	Całkowita długość linii [Trol, km]	Liczba linii [Trol]	Liczba mieszk. na 1km lini
Göteborg	5.356.173	10,1	190,0	18	0	0	2780
Rostock	2.776.316	13,6	35,6	6	0	0	5738
Szczecin	2.362.605	5,8	112,8	12	0	0	3610
Ryga	4.050.281	5,8	99,0	9	169	19	7091+Trol(2619)

<sup>18</sup> <https://www.sparvagssallskapet.se/atlas/system.php?id=17&ling=en>, [https://en.wikipedia.org/wiki/Trams\\_in\\_Rostock](https://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Rostock),

<sup>19</sup> [https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaje\\_w\\_Szczecinie](https://pl.wikipedia.org/wiki/Tramwaje_w_Szczecinie),

<sup>20</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/R%C4%ABgas\\_Satiksme](https://en.wikipedia.org/wiki/R%C4%ABgas_Satiksme)



Sieć drogowa podzielona została na cztery kategorie według typu drogi: drogi bezkolizyjne (autostrady i drogi ekspresowe), główne (krajowe), drugorzędne (wojewódzkie) oraz pozostałe. Należy przy tym pamiętać, że nazwy w nawiasach (autostrady i drogi ekspresowe, krajowe, wojewódzkie) są stosowane arbitralnie przez autora i głównie mają zastosowanie dla sieci dróg w Szczecinie. Reszta oznaczeń jest taka sama dla wszystkich analizowanych miast (Goliszek, 2018). Niestety otwarte dane typu OSM nie udostępniają informacji o sieci autobusowej, przez co nie zostały one uwzględnione w porównaniu.

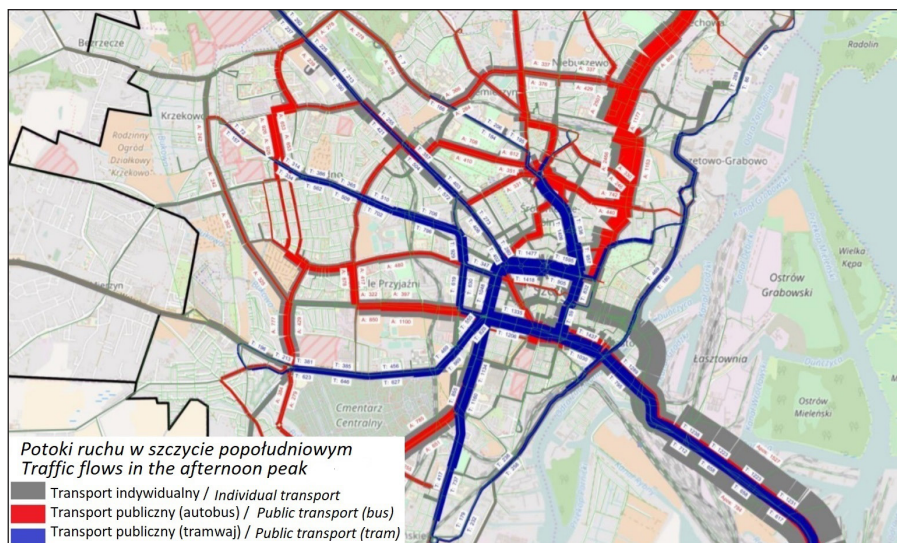
W Szczecinie połączenie komunikacyjne obszarów znajdujących się po dwóch stronach rzeki możliwe jest dzięki dwóm drogom krajowym (DK10 i DK31) oraz pewnego rodzaju uzupełnieniem sieci drogowej na poziomie krajowym jest również droga krajowa przebiegająca z południowego zachodu do centrum (DK13). Prawobrzeże w Szczecinie przecina autostradowa obwodnica miasta (A6), która na południu łączy się z drogą ekspresową (S3). Przez centrum miasta przebiega droga wojewódzka w kierunku północno-zachodnim (DW115). Główna przeprawa mostowa na drodze krajowej nr 10 składa się z 3 pasów w każdym kierunku wraz z dodatkowymi pasami awaryjnymi. Droga krajowa nr 31, która znajduje się na południu Szczecina, jest natomiast drogą jednojezdniową.

Większość podróży z lewobrzeża na prawobrzeże odbywa się po drodze krajowej nr 10 (ryc. 3.6). Na tej drodze natężenie ruchu w szczycie porannym i popołudniowym jest bardzo wysokie. W 2016 roku, według Szczecińskiego Badania Ruchu (KBR, 2016), godzinny pomiar ruchu, z wykorzystaniem samochodów osobowych, w szczycie porannym wynosił 1527 osób w kierunku centrum oraz 784 osób w kierunku Prawobrzeża. Transportem publicznym w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego w kierunku centrum przemieszcza się 1 223 osób, a z centrum na Prawobrzeże 658 osób (ryc. 3.6). Jest to nietypowy przykład, gdzie w mieście ruch między dwoma częściami miasta rozdzielony jest układem rzeczno-portowym, a ruch na drogach w większości przejeżdżał jedną trasą przy jednoczesnym braku alternatywy oraz możliwości dojazdu do centrum (Goliszek, 2018).

Wyjątkowość układu transportowego w Szczecinie można prześledzić w porównaniu do innych wybranych miast portowych. Przykładowo, układ drogowy w Rydze składa się z kilku dróg bezkolizyjnych, kilku głównych i kilkunastu drugorzędnych. Przeprawa z lewobrzeża na prawobrzeże (centrum-stare miasto) możliwa jest czterema mostami. Na dwóch z nich przejazd możliwy jest drogami bezkolizyjnymi, pozostałe dwa przejazdy realizowane są po drodze głównej i drugorzędnej. Droga drugorzędna łącząca bezpośrednio stare miasto (centrum) z lewobrzeżem ma dwa pasy w każdym kierunku. Na północ od drogi drugorzędnej zlokalizowana jest droga główna. Na przeprawie mostowej w tym miejscu znajdują się po dwa pasy w każdym kierunku. Na południe od centrum miasta znajdują się ponadto dwa mosty na drogach bezkolizyjnych, na jednym znajdują się dwa pasy, a na drugim trzy pasy w każdym kierunku. Należy zwrócić uwagę, iż brak jest drogi w pobliżu ujścia rzeki Dźwiny do Morza Bałtyckiego oraz w bezpośrednim pobliżu portu, co utrudnia przeprawę z jednej na drugą stronę rzeki w północno-zachodniej części miasta (ryc. 3.7). Podsumowując, w Rydze tranzyt



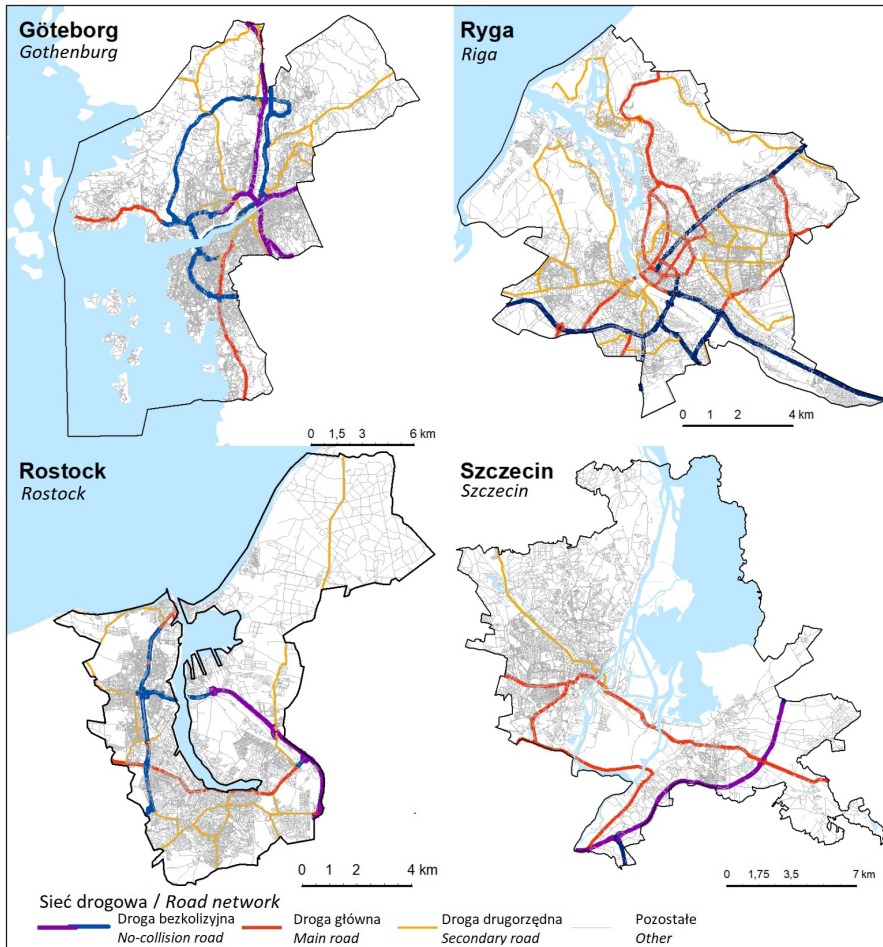
z portu oraz codzienne podróże z lewobrzeża na prawobrzeże realizowane są kilkoma mostami.



Ryc. 3.6. Obciążenie sieci ruchem zbiorowym i indywidualnym w szczycie popołudniowym w 2016 r., rozwiązanie modelowe, na podstawie wyników Szczecińskiego Badania Ruchu (2016)  
 Fig. 3.6. Collective and individual traffic load on the network in the afternoon peak in 2016 model solution, based on the results of the Szczecin Traffic Study (2016)

Sieć drogowa w Göteborgu składa się z kilku dróg bezkolizyjnych, kilku wlotów do miasta na drogach głównych i drugorzędnych. Na drogach bezkolizyjnych, które częściowo tworzą wewnętrzną obwodnicę miasta, w 2012 roku przeprowadzone zostały badania ankietowe z kierowcami. Sprawdzono m.in. dobowy rozkład natężenia ruchu oraz preferencje kierowców itd. (Hysing, 2015; Börjesson i Kristoffersson, 2015; Andersson i Nässén, 2016; Börjesson i in., 2016). Przeprawa mostowa z lewobrzeża na prawobrzeże zlokalizowana jest przy ujściu fiordu do Morza Północnego oraz tuż przy granicy miasta, w północnej jego części. Dwie ostatnie przeprawy składają się z trzech pasów na moście bliżej ujścia oraz w układzie 2+1 (dwa pasy w jednym i jeden w drugim kierunku). W pobliżu portu w Göteborgu znajduje się tunel z trzema pasami w każdym kierunku. Natomiast w pobliżu centrum (starego miasta) znajduje się most z dwoma pasami w każdym kierunku (ryc. 3.7).

Układ drogowy w Rostocku składa się z kilku dróg bezkolizyjnych, kilku głównych i drugorzędnych. Przeprawa z lewobrzeża do centrum (stare miasto) możliwa jest dwoma mostami. Na jednym moście przeprawa realizowana jest na dwóch jezdniach w każdym z kierunków, natomiast na drugim moście przeprawa jest w układzie 2+1 (dwa pasy w jednym i jeden pas w drugim kierunku). W północnej części miasta w pobliżu portu w Rostocku jest tunel z dwoma pasami w każdym kierunku (ryc. 3.7). Cały układ dróg bezkolizyjnych w południowej części miasta, już poza granicami miasta Rostock łączy się z autostradą (Drop i in., 2013; Goliszek, 2018).



Ryc. 3.7. Sieć drogowa w Szczecinie, Göteborgu, Rostocku oraz Rydze w 2018 roku, na podstawie danych z OpenStreetMaps (OSM)  
 Fig. 3.7. Road network in Szczecin, Gothenburg, Rostock and Riga in 2018, based on data from OpenStreetMaps (OSM)

W sierpniu 2015 roku oddano do użytku I etap Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST), który ma łączyć prawobrzeże z lewobrzeżem w Szczecinie. Z kolei transport autobusowy i połączenia z jednej na drugą stronę przez Odrę odbywają się dwoma mostami. Pierwszy most, wzdłuż którego realizowany jest przejazd tramwajem, znajduje się na drodze krajowej nr 10 i przebiega nieopodal portu morskiego w Szczecinie. Drugi most, po którym poruszają się autobusy, zlokalizowany jest na południe od pierwszego i prowadzi po drodze krajowej nr 31. Po zachodniej stronie miasta, gdzie zlokalizowane jest centrum miasta, linie autobusowe rozchodzą się koncentrycznie wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych. Na Prawobrzeżu sieć transportu autobusowego jest znacznie krótsza. Na uwagę zasługuje fakt braku linii transportu publicznego na autostradowej obwodnicy Szczecina A6, która przecina Prawobrzeże (ryc. 3.8).

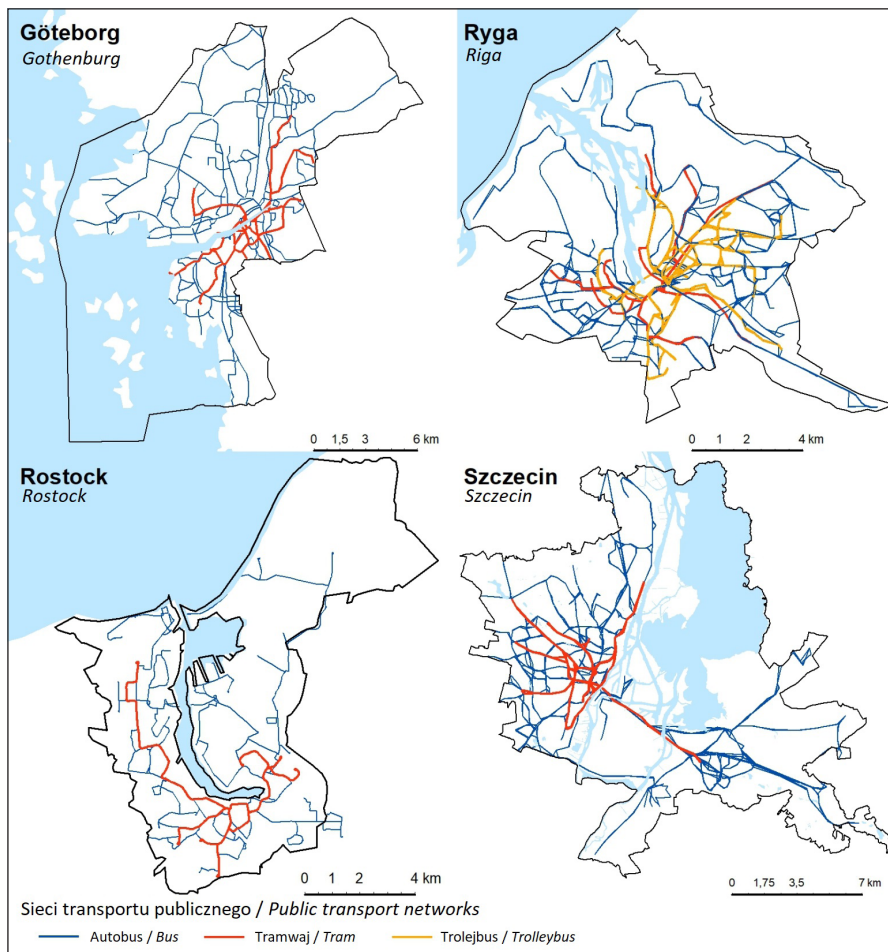
Transport zbiorowy w Rydze jest z kolei bardzo rozbudowany, zarówno po wschodniej, jak i zachodniej stronie rzeki Dźwiny. Pewnym ograniczeniem w funkcjonowaniu transportu zbiorowego, w kontekście całego miasta, jest brak przeprawy mostowej zlokalizowanej bliżej ujścia rzeki do Morza Bałtyckiego. Transport zbiorowy w Rydze w kontekście przeprawy przez rzekę odbywa się czterema mostami. Po wszystkich czterech mostach istnieje możliwość przedostania się na drugi brzeg transportem autobusowym. W okolicy centrum przejechać można trzema mostami transportem trolejbusowym, natomiast jednym mostem transportem tramwajowym. Na uwagę zasługuje most w centrum prowadzący bezpośrednio z lewobrzeża na prawobrzeże w kierunku starego miasta, po którym przejechać można trzema środkami transportu zbiorowego: autobusowym, tramwajowym i trolejbusowym (ryc. 3.8).

W Göteborgu transport zbiorowy w okolicy centrum wykonywany jest przez transport tramwajowy wspomagany siecią autobusową, a poza centrum, z wyjątkiem jednej trasy na lewobrzeże, przez sieć autobusową. Przeprawy z lewobrzeża na prawobrzeże realizowane są po czterech mostach, z tym że jeden znajduje się daleko od centrum miasta. Blisko centrum zlokalizowany jest most i tunel, przez które realizowane są dwie przeprawy autobusowe oraz jedna tramwajowa. U ujścia rzeki do Morza Północnego znajduje się również trasa, którą poruszają się autobusy. Również w centrum, gdzie znajduje się fosa wokół starego miasta, zlokalizowany jest tunel, którym jeżdżą autobusy. W Göteborgu użytkownicy transportu publicznego korzystają z części sieci dróg szybkiego ruchu w mieście, w tym z wewnętrznej obwodnicy miasta (ryc. 3.8).

W Rostocku możliwość przeprawy z lewego na prawy brzeg z użyciem transportu zbiorowego możliwa jest dwoma mostami, którymi jeżdżą autobusy, tunelem, po którym poruszają się autobusy oraz wiaduktem, którym jeżdżą tramwaje. Trzy z czterech mostów zlokalizowane są w okolicy starego miasta. Natomiast tunel z możliwością przejazdu transportu zbiorowego (autobusowego) znajduje się w północnej części miasta przy ujściu rzeki Warnow do Morza Bałtyckiego (ryc. 3.8).

Porównanie różnych miast portowych akwenu Morza Bałtyckiego i Północnego tj. Szczecina, Göteborga, Rostocku i Rygi, dostarczyło ciekawych informacji na temat przecięcia wyżej wymienionych miast przez rzekę, co wpływa na przejazd transportem publicznym oraz na możliwości, jakie mają mieszkańcy w przeprawie z jednej na drugą stronę miasta. Należy wspomnieć, że z grupy analizowanych miast, jedynie w Szczecinie dzielnice mieszkaniowe po obu stronach rzeki są położone w znacznej odległości. Szczecin, jako jedyne miasto wśród wybranych do analizy nie posiadał w roku badania w pełni rozwiniętej sieci tramwajowej łączącej oba brzegi rzeki, co było niewątpliwym ograniczeniem dla tego miasta. Jednocześnie w Szczecinie, w analizowanym okresie porównawczym, tj. dla lat 2006-2011 nie zachodziły tak duże zmiany ludnościowe, jak w innych analizowanych miastach. Dodatkowo wszystkie miasta oprócz Szczecina mają przynajmniej trzy przeprawy mostowe z jednej na drugą stronę rzeki. Tymczasem w Szczecinie są jedynie dwie przeprawy mostowe między dzielnicą Prawobrzeże i dzielnicą Śródmieście oraz między dzielnicami Prawobrzeże i Zachód. Jedna

z przepraw mostowych na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka rozdziela się na dwie przeprawy w kierunku osiedla Stare Miasto w dzielnicy Śródmieście. Druga zaś przeprawa z osiedla Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście przebiega w kierunku osiedla Pomorzany w dzielnicy Zachód.



Ryc. 3.8. Sieć transportu publicznego w analizowanych miastach, na podstawie danych GTFS i stron internetowych<sup>19</sup>

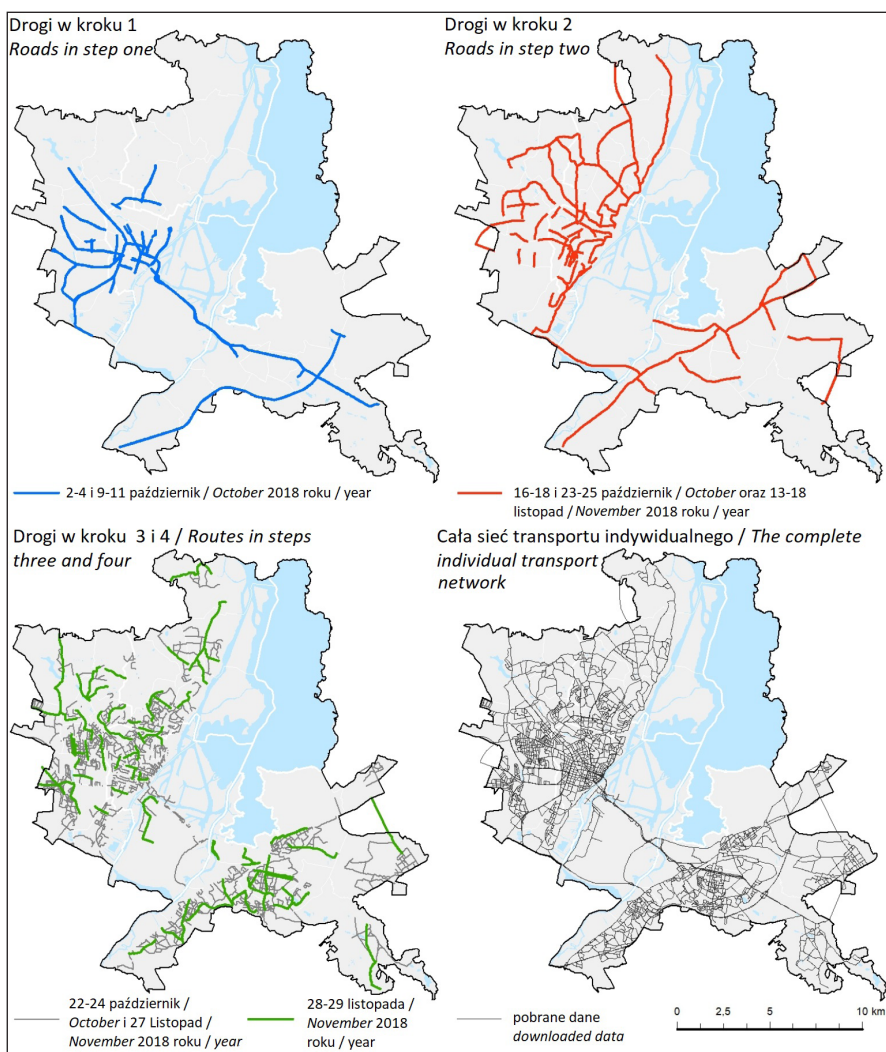
Fig. 3.8. Public transport network in the cities under study, based on GTFS data and websites

<sup>19</sup> <http://zditm.szczecin.pl/rozklady/GTFS/latest/>, <http://www.gtfs-data-exchange.com/agency/rgas-satiksme> oraz stron internetowych: <http://www.vasttrafik.se/#!/en/travel-information/10/>, <http://www.europeandataportal.eu/data/en/group/0e-50af45-f235-4437-9a59-2446683dfbfc?tags=nahverkehr&organization=govdata&page=2>



### 3.2.2. Transport indywidualny w 2018 – prędkości na sieci

Sieć drogowa używana do analiz dostępności transportem indywidualnym w Szczecinie ma długość 804 km. Wybrane odcinki, które zbadano pod kątem czasu przejazdu, są przedstawione na rycinie 3.9. Okres, dla którego pobrane zostały czasy przejazdu dla odcinków sieci to październik i listopad 2018 roku. Łącznie do budowy modelu transportu indywidualnego użyto ok. 60 tys. zapytań (wysłano informacje o czasie przejazdu) ze współrzędnymi X i Y, dla których uzyskano wartości (pobrano) czas przejazdu w trybie rzeczywistym między 5:00 a 22:00.



Ryc. 3.9. Wybrane zbadane odcinki pomiarowe w czterech krokach, na podstawie danych BDOT\_10k

Fig. 3.9. Selected investigated survey sections in four steps, based on BDOT\_10k data

Do specyficznych uwarunkowań w Szczecinie, należy m.in. fakt przecięcia miasta „układem rzeczno-portowym”, co utrudnia przejazd osób z Prawobrzeża do dzielnic znajdujących się po zachodniej stronie rzeki (Śródmieście, Północ, Zachód). Możliwość podróży przez rzekę dają dwie przeprawy mostowe na drogach: DK10 i DK31. Przy czym DK10 rozwidła się na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście na dwie drogi DK10 i drogę wojewódzką numer 115. Droga wojewódzka nr 115 składa się z trzech pasów ruchu, a droga krajowa nr 10 z dwóch pasów. Do 2015 roku możliwość podróżowania z lewobrzeżnej na prawobrzeżną część Szczecina transportem publicznym (autobusem lub tramwajem) możliwa była jedynie dzięki funkcjonującemu transportowi autobusowemu. Władze miasta w Szczecinie, chcąc usprawnić przejazd z jednej na drugą stronę rzeki, postanowiły wydłużyć istniejącą sieć tramwajową i wybudować linię szybkiego tramwaju. Projekt budowy szybkiego tramwaju w Szczecinie został podzielony na dwa etapy. Pierwszy odcinek trasy o długości 4,0 km został uruchomiony 29 sierpnia 2015 roku i został sfinansowany z funduszy UE dla okresu programowania 2007-2013. Oddanie do użytku II odcinka planowane jest na okres po 2020 roku, a pieniądze mają pochodzić z funduszy strukturalnych UE za okres 2014-2020.

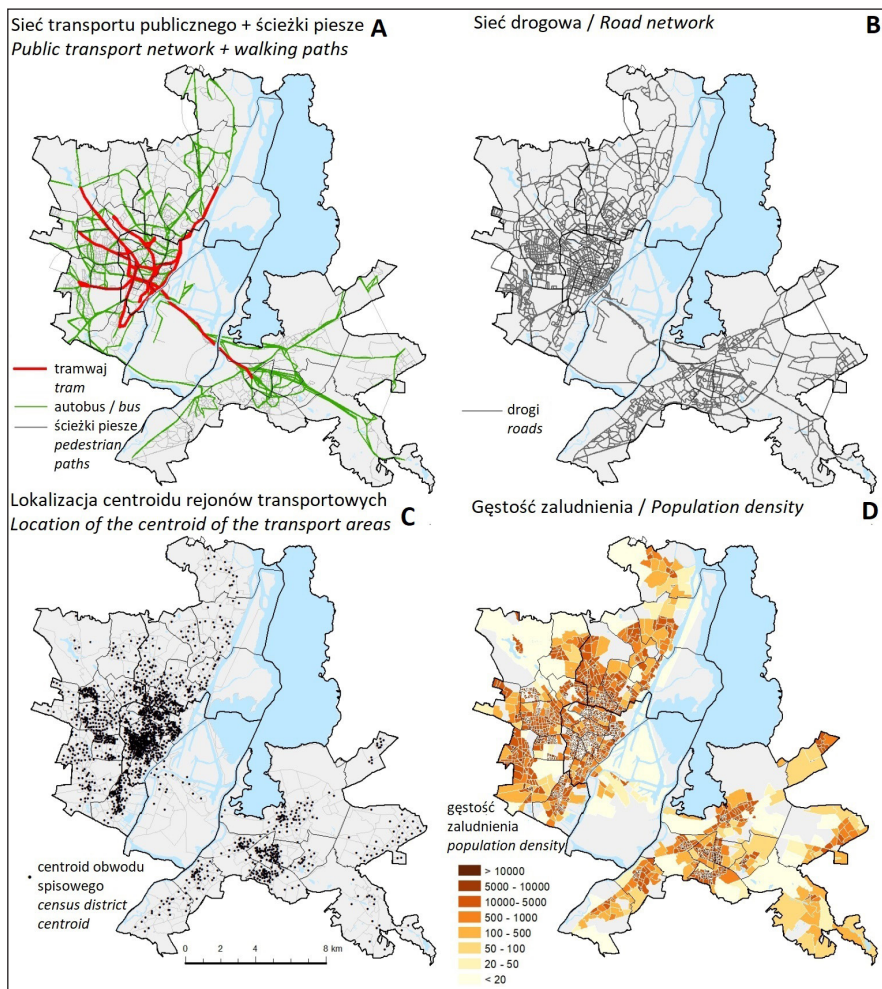
W ramach prac nad publikacją opracowano autorski model transportu indywidualnego przy użyciu danych z Google Maps API, które pobrane zostały przy pomocy aplikacji napisanej w programie Python 2.7. Podstawowy szkielet drogowy, który posłużył w analizie jako sieć dróg pieszych i sieć drogowa wykonany został z Baz Danych Obiektów Topograficznych<sup>20</sup> (BDOT10k) i widoczny jest na rycinie 3.9 w prawym górnym rogu (<http://www.codgik.gov.pl/>). Przygotowany podkład sieci drogowej przedstawia czasy przejazdu między poszczególnymi sekcjami drogowymi (fragmenty między skrzyżowaniami) w 15-minutowych odstępach czasowych. Czas przejazdu między wybranymi odcinkami sieci drogowej został pobrany między godzinami 5:00 a 22:00, w wybranych dniach tygodnia (między wtorkiem a czwartkiem). Wykonując analizę w wybrane dni tygodnia, autor chciał uniknąć problemu większego ruchu w poniedziałek oraz piątek (gdzie obok ruchu związanego z codziennym dojazdem pojawia się również ruch weekendowy). Dzięki aplikacji napisanej w programie Python możliwe było zadawanie pytań o czasy przejazdu między wybranymi punktami X i Y. Informacje o czasach przejazdu pobrane z portalu *Google Maps API* zostały przepisane do odpowiednich odcinków sieci drogowej (Goliszek, 2021). Jedynym ograniczeniem aplikacji i możliwości darmowego pobierania informacji o czasie przejazdu było zadawanie 2500 zapytań w ciągu doby (Mercurio, 2008; Schwartz, 2010; Wang i Xu, 2011).

Na początku pracy z bazą drogową BDOT, która dla Szczecina zawierała ok. 15 tys. odcinków, usunięto te odcinki, które w połączeniach między centrodami obwodów spisowych nie brały udziału w najszybszej ścieżce przejazdu.

<sup>20</sup> Zintegrowane kopie Baz Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) to wektorowa (obiektowa) baza danych zawierająca lokalizację przestrzenną obiektów topograficznych wraz z ich charakterystyką. Treść i szczegółowość bazy BDOT10k odpowiada mapie topograficznej w skali 1:10 000, gdzie zakres tematyczny obejmuje m.in. informacje o: sieci wodnej, sieci komunikacyjnej, sieci uzbrojenia terenu, pokryciu terenu, budynkach, budowlach i urządzeniach, kompleksach użytkowania terenu, terenach chronionych, jednostkach podziału terytorialnego.



Po usunięciu zbędnych odcinków kolejnym krokiem była integracja istniejących fragmentów dróg dla długich fragmentów sieci drogowej (ryc. 3.10), co pozwoliło ograniczyć liczbę odcinków i zapytań w *Google Maps API* do około 1,5 tysiąca.



Ryc. 3.10. Sieć transportu publicznego (A), transportu indywidualnego (B), lokalizacja centroidów obwodów spisowych (C) i gęstość zaludnienia (D) w Szczecinie w 2018 roku, opracowanie własne (Goliszek, 2021)

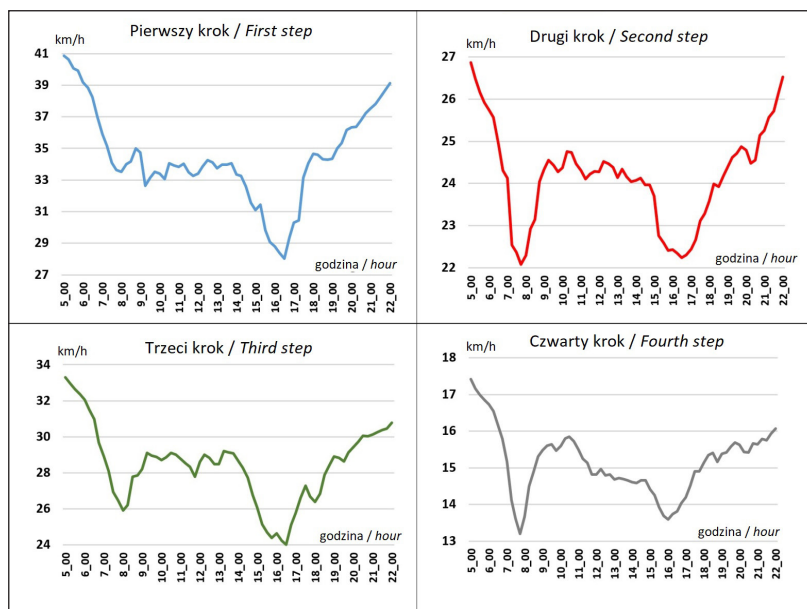
Fig. 3.10. Public transport network (A), individual transport (B), location of census district centroids (C) and population density (D) in Szczecin in 2018, own elaboration (Goliszek, 2021)

Pierwsze wybrane sekcje drogowe do analizy czasów przejazdu to fragmenty dróg dwujezdniowych składających się z dwóch odrębnych jezdni. W większości drogi dwujezdniowe jednokierunkowe doprowadzają ruch z obrzeży miasta do centrum. Również do tej kategorii zalicza się autostradowa obwodnica Szczecina, która częściowo przebiega przez miasto. Informacje o czasach przejazdu dla wybranych godzin w przedziale 5:00-22:00, zostały pobrane dla dróg dwujezdniowych przez aplikację w dniach między 2-4 i 9-11 października 2018 roku. Łączna liczba

pomiarów z czasem przejazdu dla wybranych fragmentów sieci drogowej dwujezdniowej wyniosła ponad 10 tys. Natomiast długość sieci dróg dwujezdniowych jednokierunkowych, które były analizowane, wyniosła 159 km. Zmianę prędkości w ciągu dnia w formie wykresu dla analizowanych fragmentów sieci drogowej przedstawia rycina 3.11 (po lewej stronie na górze).

W drugim kroku badane odcinki, dla których pobierano czasy przejazdu z Google Maps, to fragmenty dróg dwukierunkowych jednojezdniowych, co oznacza uśrednienie pobranego wyniku przejazdu dla obu kierunków jazdy. By wykonać część modelu sieci drogowej, dla dróg dwukierunkowych pobrano ok. 20 tysięcy pomiarów, które ściągnięto z Internetu między 16 a 18 i 23 a 25 października oraz między 13 a 18 listopada. Długość sieci drogowej dróg dwukierunkowych w drugim kroku procedury wyniosła 146 km, a zmianę prędkości na tej sieci w ciągu dnia prezentuje rycina 3.11 (prawy górny róg mapy).

W trzecim kroku procedury informacje o czasach przejazdu pobrane zostały dla dróg międzyosiedlowych i osiedlowych. To też drogi dwukierunkowe jednojezdniowe. Dane te podobne jak w drugim kroku 2 pobrano dla obu kierunków jazdy, a następnie uśredniono. Informacje o czasach przejazdu zostały pobrane w dniach między 22 a 24 i dodatkowo 27 listopada. Długość sieci drogowej do analizy w 3 kroku wyniosła 128 km, a zmianę prędkości w ciągu dnia prezentuje rycina 3.11.



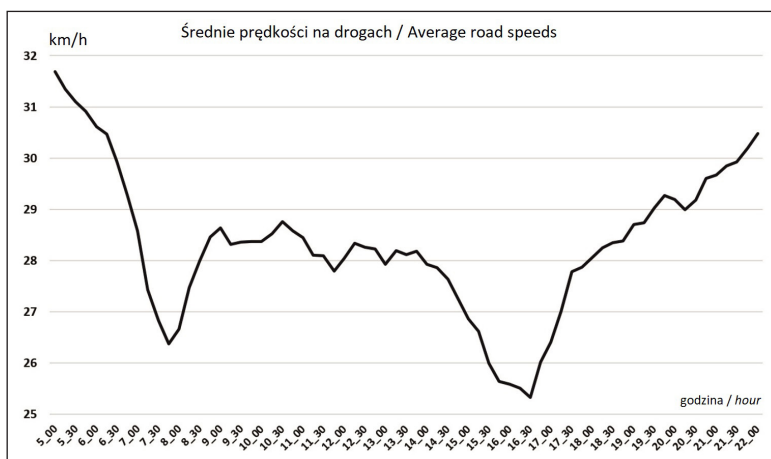
Ryc. 3.11. Zmienność średnich prędkości na drogach w Szczecinie między 5:00 a 22:00 wykonana w czterech krokach, na podstawie danych Google Maps API

Fig. 3.11. Variability of average speeds on roads in Szczecin between 5 am and 10 pm performed in four steps, based on Google Maps API data

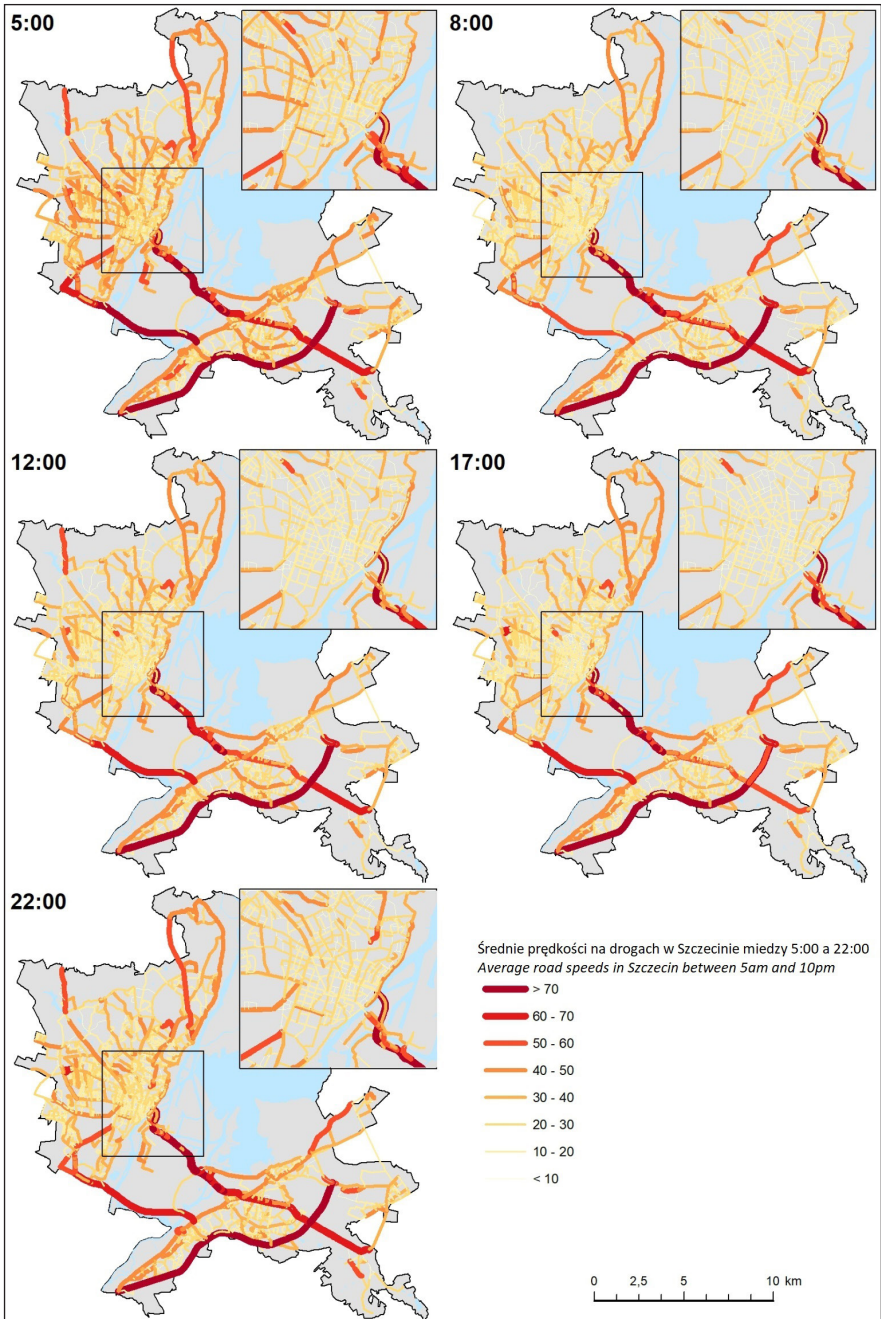
W ostatnim czwartym kroku pobrano szczytkowe dane dla pozostałych odcinków sieci drogowej. Tych pomiarów w ciągu dnia było ok. 5-6 dla każdego fragmentu drogi. Każdy szczytkowy pomiar został pobrany o innej godzinie. Miało to na celu uzupełnienie sieci drogowej o fragmenty dróg, które mogą w znacznym stopniu zmniejszyć czas przejazdu między wybranymi centroidami w Szczecinie (ryc. 3.10). Dla każdego odcinka pobrano 5 pomiarów w ciągu dnia, w różnych porach dnia, co pozwoliło uzyskać profil dobowy. Pobrane wartości w czwartym kroku dla odcinków drogowych zostały porównane z pobranymi wcześniej informacjami o czasach przejazdu. Porównanie dróg w czwartym kroku badawczym modelu transportu indywidualnego z pozostałymi profilami czasowymi pozwoliło obliczyć czas przejazdu dla profili, dla których nie było bezpośredniego pomiaru w 15-minutowych przedziałach. Czasy przejazdu na wybranych profilach w czwartym kroku pobrano w dniach 28 i 29 listopada. Długość sieci drogowej analizowanej w czwartym kroku wyniosła 371 km (Goliszek, 2021). Zmiana prędkości w ciągu dnia między 5:00-22:00 dla czwartego kroku została zaprezentowana na rycinie 3.11 (prawy dolny róg mapy).

Na ostatnim etapie wszystkie odcinki drogowe zgromadzone według wyżej opisanych czterech kroków procedury zostały połączone ze sobą, a następnie zważono prędkości odpowiednio według długości odcinków. W ten sposób powstał profil prezentujący średnie prędkości na wszystkich drogach (ryc. 3.12).

Średnia prędkość dla wszystkich przebadanych odcinków ważonych długością sieci drogowej w ciągu dnia wynosi 28,13 km/h. Średnie prędkości w 15-minutowych profilach czasowych dla wszystkich dróg prezentują ryciny 3.10, 3.11 i 3.12. Dzięki dodaniu wszystkich czasów przejazdu do sieci drogowej powstał model drogowy (Toole i in., 2015; Goliszek, 2021), który umożliwia podłączenie wszystkich punktów w mieście i wykonywanie obliczeń czasów podróży (Calabrese i in., 2011).



Ryc. 3.12. Zmienność średnich prędkości na drogach w Szczecinie między 5:00 a 22:00 (cała sieć)  
 Fig. 3.12. Variability of average speed on roads in Szczecin between 5 am and 10 pm (entire network)



Ryc. 3.13. Zróżnicowanie dobowe prędkości na sieci drogowej w Szczecinie, na podstawie danych Google Maps API  
Fig. 3.13. Daily speed variation on the road network in Szczecin, based on Google Maps API data

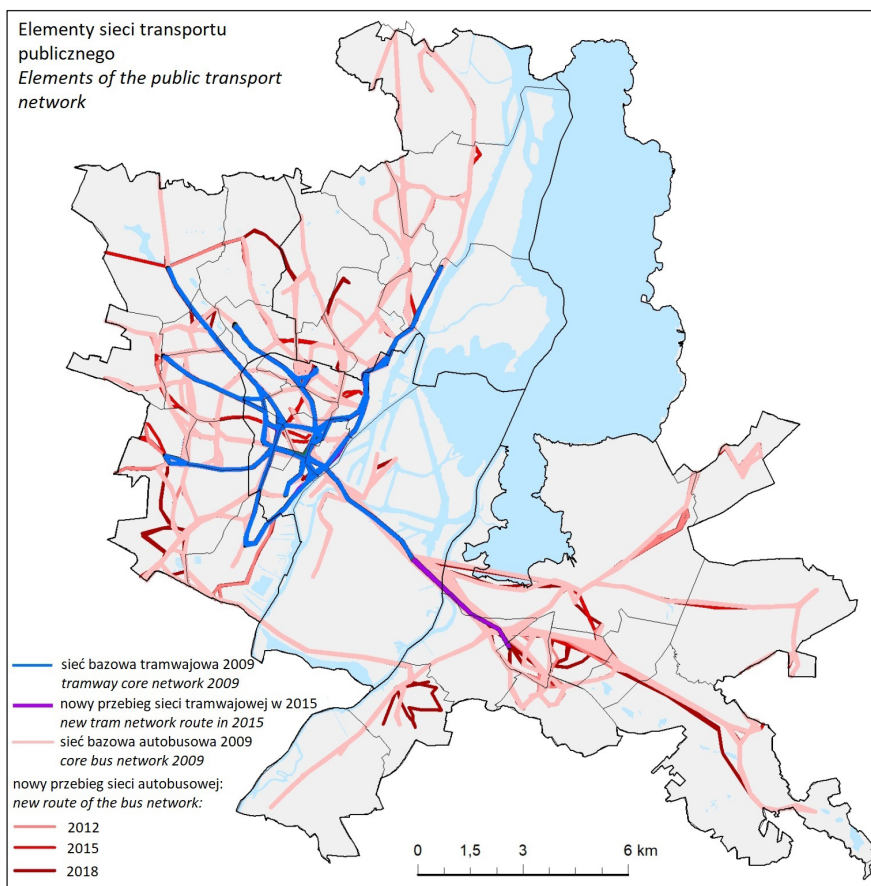


### 3.2.3. Transport publiczny w latach 2009/2012/2015/2018

Sieć transportu publicznego wykorzystanego w analizach dostępności w niniejszej monografii przedstawia stan na październik 2009, 2012, 2015 i 2018 roku. W latach 2009-2018 przebiegi najkrótszych ścieżek przejazdu w transporcie publicznym (według rozkładów jazdy) ulegały przekształceniom. W przypadku sieci tramwajowej zmiany przebiegu między 2009 a 2012 rokiem były na ogół nieduże. Natomiast duże zmiany przebiegu sieci tramwajowej miały miejsce w wyniku inwestycji infrastrukturalnej, czyli budowy szybkiego tramwaju w Szczecinie. Budowa pierwszego odcinka linii szybkiego tramwaju trwała dwa lata, tj. między 11 kwietnia 2013 r. a 11 kwietnia 2015 r. Przebieg inwestycji szybkiego tramwaju (etap I) widoczny jest na rycinie 3.14 i jest zaznaczony kolorem fioletowym. Jest to znaczne wydłużenie sieci tramwajowej z centrum miasta na Prawobrzeże od przystanku Basen Górniczy do Turkusowej, gdzie zlokalizowana została pętla. Bardziej szczegółowy opis inwestycji szybkiego tramwaju znalazł się w podrozdziale 3.2.4.

Znacznie większe zmiany w analizowanym okresie nastąpiły w przebiegu sieci autobusowej. Między 2009 a 2012 rokiem największe zmiany odnotowano w północnej części Prawobrzeża, a także w północno-zachodniej, zachodniej oraz w południowej części dzielnicy Zachód. W tym czasie nastąpił niewielki regres w sieci autobusowej, w postaci zmiany przebiegu lub likwidacji przystanków, co miało miejsce przede wszystkim w zachodniej części dzielnicy Zachód. Między 2012 a 2015 rokiem nowe połączenia autobusowe pojawiły się w centrum miasta oraz w północnej i zachodniej części dzielnicy Zachód. Na Prawobrzeżu pojawiło się również połączenie centrum dzielnicy z jej północną częścią. W dzielnicy Północ lekkiej korekcie uległ przebieg linii autobusowej w kierunku do Polic. Największe zmiany przebiegu sieci autobusowych miały miejsce między 2015 a 2018 rokiem. W tym okresie nowe połączenia pojawiły się w zachodniej części dzielnicy Północ oraz północno-wschodniej dzielnicy Zachód, tj. tam, gdzie w ostatnich latach notowany był duży wzrost liczby mieszkańców. Nowe połączenia autobusowe powstały w tym okresie w południowo-zachodniej części dzielnicy Zachód. Natomiast największe zmiany miały miejsce na Prawobrzeżu, co w głównej mierze było wywołane zmianą funkcjonowania całego systemu po oddaniu do użytku linii szybkiego tramwaju. Zmieniły się połączenia, które prowadzą ze wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże w kierunku pętli tramwajowej przy Turkusowej. Dodatkowe połączenia autobusowe pojawiły się również na osiedlu Podjuchy. Regresowi w tym czasie uległy natomiast połączenia autobusowe z Prawobrzeża w kierunku centrum miasta (ryc. 3.14).

Wskaźniki gęstości zaludnienia na jeden przystanek tramwajowy lub autobusowy na poziomie osiedla dostarczają informacji o obsłudze poszczególnych osiedli przez transport publiczny. Spadki gęstości zaludnienia na jeden przystanek w kolejnych latach, mogą wskazywać, że w analizowanym czasie powstawały nowe przystanki lub też, że spadała na danym osiedlu liczba ludności. Z kolei wzrost gęstości zaludnienia może być spowodowany wzrostem liczby osób na osiedlu lub likwidacją przystanków.

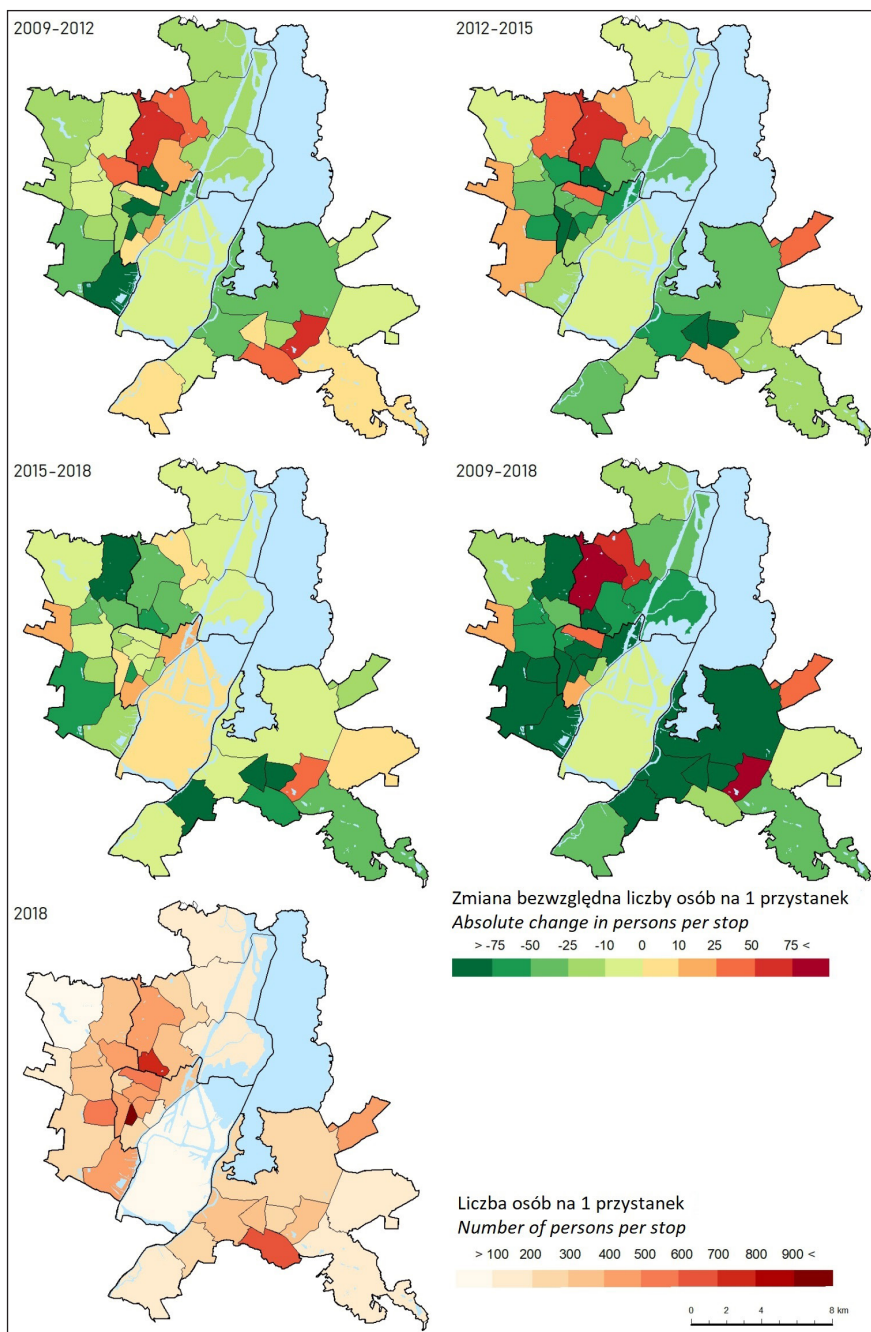


Ryc. 3.14. Sieć tramwajowa i autobusowa w Szczecinie. Zmiany w latach 2009-2018, na podstawie danych GTFS

Fig. 3.14. Tram and bus network in Szczecin. Changes in the period of 2009-2018, based on GTFS data

W analizowanym okresie, między 2009 a 2018 rokiem, gęstość osób na jeden przystanek rozkładała się w miarę równomiernie. Wskaźnik uwzględniał z jednej strony nowe połączenia, a z drugiej strony reagował na wzrosty liczby osób na osiedlach. W analizowanym okresie we wschodnich częściach dzielnicy Północ liczba ludności spadała, co wiązało się również ze spadkiem gęstości osób na jeden przystanek transportu publicznego. Podobna sytuacja miała miejsce w północno-zachodniej części dzielnicy Północ na osiedlu Niebuszewo. Na pozostałych osiedlach zlokalizowanych po zachodniej stronie dzielnicy Północ zanotowany został wzrost liczby osób na jeden przystanek, co wywołane było wzrostem liczby osób, ale też nowymi połączeniami i przystankami w tej części Szczecina. Zmienna sytuacja w różnych latach w tej części Szczecina widoczna jest na rycinie 3.15. W Śródmieściu w latach 2009-2018 zanotowany był spadek liczby mieszkańców, co przełożyło się na mniejszą liczbę osób na przystanek transportu publicznego. Jedynym wyjątkiem jest osiedle Nowe Miasto, gdzie był niewielki wzrost liczby mieszkańców, przez co na osiedlu nie zanotowano spadku liczby





Ryc. 3.15. Gęstość osób na jeden przystanek transportu publicznego, podstawie dany GTFS  
 Fig. 3.15. Density of persons per public transport stop, based on GTFS data

osób na jeden przystanek. W północno-wschodniej i zachodniej części dzielnicy Zachód jest bardzo podobna sytuacja jak w zachodniej części dzielnicy Północ. Natomiast w centralnej i północno-zachodniej części dzielnicy Zachód notowany był spadek liczby osób na jeden przystanek transportu publicznego spowodowany mniejszą częstotliwością kursowania i likwidacją części przystanków w tej okolicy. Na Prawobrzeżu w części wschodniej, gdzie był notowany lekki wzrost liczby mieszkańców, liczba osób na jeden przystanek nieznacznie zmalała. W centralnej części dzielnicy liczba osób na jeden przystanek spadała w analizowanym okresie, co jest związane z nowymi połączeniami oraz lokalizacją nowych przystanków. Natomiast w południowo-zachodniej części Prawobrzeża liczba osób na jeden przystanek natomiast nie uległa zmianie (ryc. 3.15).

### 3.2.4. Budowa szybkiego tramwaju

Pierwsze plany i koncepcje połączenia prawobrzeża Szczecina z centrum i dalej z Policami powstały jeszcze w latach siedemdziesiątych. W tych planach zakładano budowę metra lub szybkiej kolei biegnącej na obrzeżach na powierzchni, a w centrum miasta pod ziemią w tunelu. W okolicy dworca głównego trasa miała łączyć się z siecią kolejową, a także po przekroczeniu Odry i Regalicy prowadzić do osiedla Słonecznego.

W 1976 roku Wojewódzkie Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej zleciło wykonanie koncepcji trasy tramwajowej łączącej Basen Górniczy z Klęskowem<sup>21</sup>. Planowana trasa miała wynieść 6973 metrów. W koncepcji założono też dalszy rozwój sieci tramwajowej na Prawobrzeżu, m.in. rozbudowę linii w kierunku Płoni i Śmierdnicy. W 1982 roku rozpoczęto prace projektowe.

W 1994 roku Szczeciński Szybki Tramwaj (SST) trafił do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, dzięki czemu zarezerwowano tereny pod jego przebieg. W 1999 roku zatwierdzono nową koncepcję szybkiego tramwaju i wytyczono jego trasę (ryc. 3.16), która różniła się od tej z lat siedemdziesiątych.

W październiku 2008 roku Szczecin otrzymał rekomendację dla dofinansowania z Unii Europejskiej na budowę Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST). W 2012 roku udało się rozpiścić przetarg<sup>22</sup>. Zadanie zakładało budowę 4 km toru podwójnego oraz elementów towarzyszących, m.in. budowę estakad nad trasą tramwajową wzdłuż ulic Hangarowej i Gryfińskiej oraz przesunięcie zabytkowej willi Grünebergów. Przetarg na budowę został rozstrzygnięty pół roku później, a wygrało go konsorcjum firm Strabag i Mytoll<sup>23</sup>. Zwycięzcy wycenili swoje usługi na 170 mln zł. Na inwestycję Unia Europejska przyznała 106 mln zł dofinansowania.

<sup>21</sup> Koncepcja budowy szczecińskiego szybkiego tramwaju i jego realizacja. Mkm Szczecin, 2010-03-03. <https://www.mkm.szczecin.pl/encyklopedia/sst> (dostęp 2018-04-14).

<sup>22</sup> Jest przetarg na budowę Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju. Mkm Szczecin/Rynek Kolejowy, 2012-07-30. <https://www.mkm.szczecin.pl/informacje/1343638310/Jest-przetarg-na-budowe-Szczecińskiego-Szybkiego-Tramwaju> (dostęp 2018-04-14)

<sup>23</sup> Polskie Radio Szczecin, 2013-02-11. <http://radioszczecin.pl/index.php?idp=1&idx=96196>. <http://radioszczecin.pl/index.php?idp=1&idx=96196> (dostęp 2018-04-14)

Pod koniec stycznia 2009 roku projekt budowy Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju na odcinku Basen Górniczy – Turkusowa wpisany został na listę projektów indywidualnych dla „Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2007-2013”. Dzięki wpisaniu SST na listę projektu zagwarantowano dofinansowanie w kwocie 106 mln zł przy założonych wydatkach na inwestycję w wysokości 240 milionów złotych.



Ryc. 3.16. Przebieg I-go etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST), na podstawie OSM i oficjalnej strony SST

Fig. 3.16. Route of the 1st stage of the Szczecin Fast Tram (SST), based on OSM and the official SST website

W połowie marca 2013 roku ówczesny prezydent Szczecina Piotr Krzystek podpisał umowę z Centrum Unijnych Projektów Transportowych (CUPT) o dofinansowanie przez Unię Europejską budowy SST<sup>24</sup>. Dofinansowanie SST w Szczecinie było z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko i wyniosło 106 mln zł. Termin rozliczenia inwestycji uzgodniono na 31 lipca 2015 roku<sup>25</sup>.

W kwietniu 2013 roku na pętli Basen Górniczy prezydent miasta wraz z przedstawicielami konsorcjum wykonawców podpisał umowę na budowę pierwszego etapu. Pod koniec kwietnia tego samego roku miasto przekazało wykonawcy tereny pod budowę<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> Umowa na dofinansowanie budowy Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju podpisana. Szczecin. <https://szczecin.blogx.pl/2013/03/15/umowa-na-dofinansowanie-budowy-szczecińskiego-szybkiego-tramwaju-podpisana/> (dostęp 2018-04-14)

<sup>25</sup> Unijny Szybki Tramwaj w Szczecinie. <http://web.archive.org/web/20160602035020/http://www.cupt.gov.pl/index.php?id=1379> (dostęp 2018-04-14)

<sup>26</sup> Szczeciński Szybki Tramwaj: Plac budowy przekazany. Od dziś odliczamy do końca inwestycji. Moje



Na początku prac wykonawca zajął się budową odcinka między Basenem Górniczym a przystankiem Hangarowa. Na kolejnych etapach realizowane były odcinki: Hangarowa-Jaśminowa ZUS oraz Jaśminowa ZUS-Turkusowa. Prace zostały zakończone 11 kwietnia 2015 roku. Przebieg I etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST) prezentuje rycina 3.16. Pomimo ukończenia budowy już w kwietniu, otwarcie pierwszego odcinka zaplanowano dopiero na przełom sierpnia i września 2015 roku<sup>27</sup>.

Trasa SST na całej długości będzie bezkolizyjnie względem istniejącego układu drogowego. Trasa rozpoczyna się w miejscu istniejącego od lat 70. XX wieku węzła przesiadkowego Basen Górniczy. Stamtąd łagodnym łukiem tory prowadzą na most nad rzeką Regalicą, a następnie do przystanku Hangarowa. Pomiędzy przystankami Hangarowa a Turkusowa na długości 0,8 km linia przebiega w wykopie obudowanym, w którym znajduje się przystanek Jaśminowa ZUS. Nieco dalej linia tramwajowa przechodzi przepustem pod linią kolejową nr 351, za którym znajduje się pętla Turkusowa, będąca ostatnim przystankiem pierwszego etapu. Dalej trasa tramwajowa będzie przebiegać po południowej stronie linii kolejowej nr 417, oddzielającej tramwaj od osiedla Słonecznego. Drugi etap kończy się na pętli Kijewo, znajdującej się za ulicą Dąbską, w okolicach wspólnie budowanego osiedla nad Rudzianką (ryc. 3.16, 3.17).



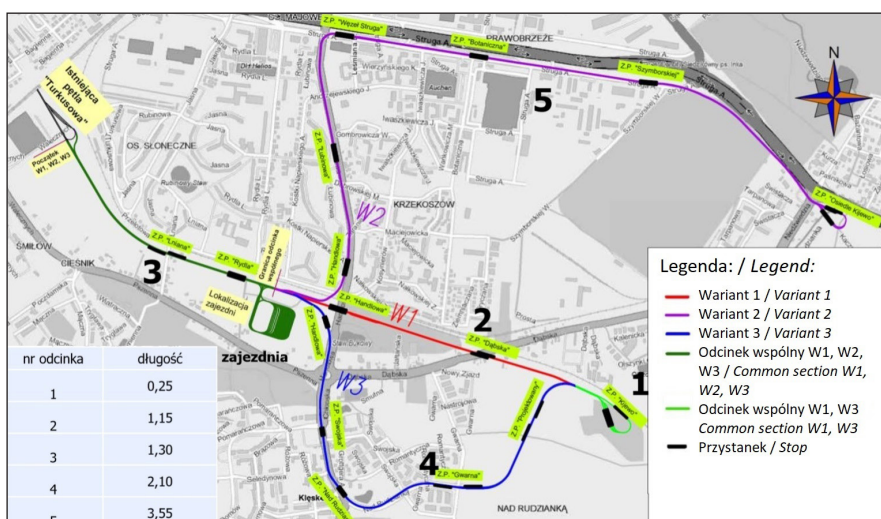
Ryc. 3.17. Zdjęcia z lotu ptaka wszystkich czterech przystanków I-go etapu SST, ze strony SST  
Fig. 3.17. Aerial photographs of all four stops of Phase I of the SST, from the SST website

Miasto Szczecin, 2013-04-24. [https://szczecin.naszemiasto.pl/szczeciński-szybki-tramwaj-plac-budowy-przekazany-od-dzisiaj/ar/c4-2771284](https://szczecin.naszemiasto.pl/szczeciński-szybki-tramwaj-plac-budowy-przekazany-od-dzisiaj/c4-2771284) (dostęp 2018-04-14).

<sup>27</sup> Budowa SST zakończona. Transportpubliczny.pl, 2015-04-16. (dostęp 2018-04-14)

Aktualnie analizowana jest możliwość zmiany przebiegu drugiego etapu tak, aby trasa tramwajowa przebiegała bliżej zabudowań. Dlatego rozważana jest rezygnacja z odcinka trasy Handlowa-Kijewo<sup>28</sup>, gdzie rozwój budownictwa mieszkalnego jest dopiero w planach. Wstępny pomysł odnosi się do budowy trasy od przystanku Handlowa przez rondo Reagana i ulicę Kolorowych Domów do osiedla Bukowego oraz drugiej odnogi wzdłuż ulicy Łubinowej w okolicy Sanktuarium<sup>29</sup>. Jednak ostateczny wariant II etapu SST, na dzień pisania publikacji, nie został jeszcze wybrany (ryc. 3.18).

We wrześniu 2019 roku na linii pierwszego etapu SST kursowały tramwaje numer 2, 7 i 8. Tramwaj numer 2 jeździł po trasie Dworzec Niebuszewo Turkusowa o długości 11,5 km z częstotliwością w dni powszednie co 12 minut. Tramwaj numer 7 jeździł po trasie Krzekowo Turkusowa o długości 14,05 km z częstotliwością w dni powszednie, co 12 minut. Tramwaj numer 8 jeździł po trasie Gumieńce Turkusowa o długości 13,03 km również z częstotliwością w dni powszednie wynoszącą 12 minut.



Ryc. 3.18. Przebieg II planowanego etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST), na podstawie strony SST

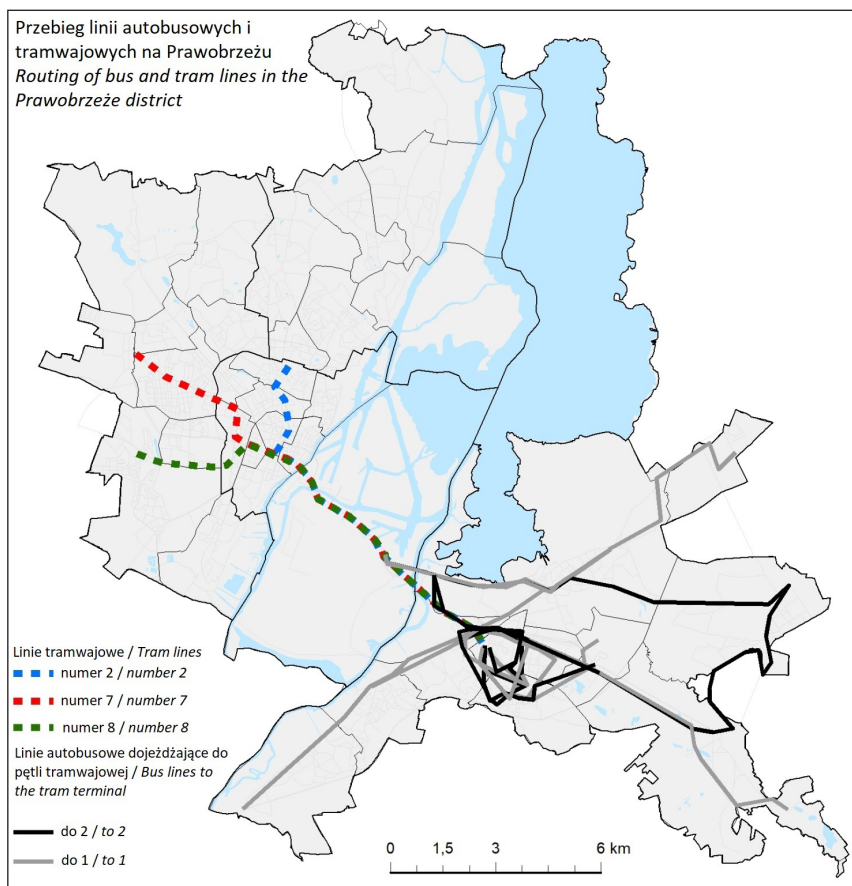
Fig. 3.18. Route of the 2nd planned stage of the Szczecin Fast Tram (SST), based on the SST website

Przystanek i pętla Basen Górniczy powstały w 1927 roku i znajdują się na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście. Na pętli znajdują się 1+2 perony dostawcze, jest też pętla autobusowa oraz punkt obsługi pasażera. Do pętli autobusowej dojeżdżają autobusy numer 56, 72, 73, 93, 96. Natomiast autobusy o literach: A, B, C, G, H przejeżdżają przez pętlę Basen Górniczy. Przystanek

<sup>28</sup> Pojedziemy tramwajem do hali i Mierzyna, ale nie do Kijewa. Gazeta Szczecin, 2014-10-16. [https://szczecin.wyborcza.pl/szczecin/1,34939,16817240,Pojedziemy\\_tramwajem\\_do\\_hali\\_i\\_Mierzyna\\_ale\\_nie\\_do.html](https://szczecin.wyborcza.pl/szczecin/1,34939,16817240,Pojedziemy_tramwajem_do_hali_i_Mierzyna_ale_nie_do.html) (dostęp 2018-04-14)

<sup>29</sup> Kiedy będziemy mogli przejechać się Szczecińskim Szybkim Tramwajem?. Moje Miasto Szczecin, 2014-11-11. <https://szczecin.naszemiasto.pl/kiedy-bedziemy-mogli-przejechać-sie-szczecińskim-szybkim/ar/c4-3108112> (dostęp 2018-04-14)

Hangarowa (na żądanie) i Jaśminowa ZUS powstały w 2015, mają po dwa perony. Przystanek Hangarowa zlokalizowany jest na osiedlu Dąbie w dzielnicy Prawobrzeże i obok przystanku znajduje się parking *Park&Ride*. Natomiast przystanek Jaśminowa ZUS znajduje się na osiedlu Zdroje. Koło przystanku znajduje się pętla autobusowa, która obsługuje autobusy o numerach: 64, 65, 66, 71, 73, 79, 84, 93. Ostatni przystanek pętli Turkusowa powstał w 2015 roku i zlokalizowany jest na osiedlu Zdroje w dzielnicy Prawobrzeże. Na przystanku pętli Turkusowa są 2+3 perony dostawcze, tory dostawcze, punkt obsługi pasażera oraz parking *Park&Ride*. Pętla autobusowa znajdująca się przy Turkusowej obsługuje autobusy i numerach: 54, 65, 71, 84, 91, 94 (ryc. 3.19).



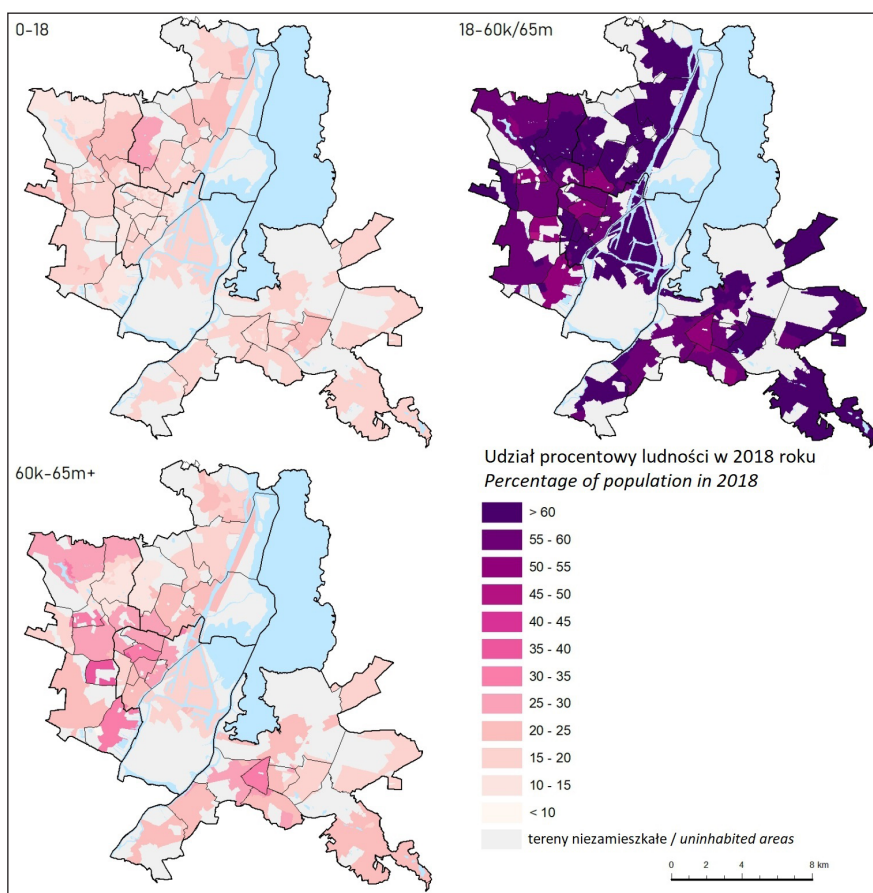
Ryc. 3.19. Przebieg linii tramwajowych w 2019 r. na Prawobrzeżu i sieć linii autobusowych dojeżdżających do pętli powstałych w ramach inwestycji SST, na podstawie strony SST  
 Fig. 3.19. Routing of tram lines in 2019 in the Right Bank and the network of bus lines reaching the loops created as part of SST investments, based on the SST website



### 3.3. Komponent indywidualny

**Komponent indywidualny** w rozumieniu K. T. Geursa i J. Ritseman van Ecka (2001) to cechy społeczno-ekonomiczne użytkowników sieci transportowych, takie jak m.in. wiek, płeć, dochód, wykształcenie i posiadanie samochodu.

**Komponent indywidualny** w pracy został wykorzystany głównie w analizie ilorazu potencjału. Aczkolwiek grupy wiekowe mieszkańców wykorzystano również w analizie odsetka ludności zamieszkującej w izochronie dojazdu do najbliższej usługi (pływalnie, centra handlowe, szpitale, kina). Grupy wiekowe mieszkańców Szczecina podzielono odpowiednio dla lat: 0-6; 7-15; 16-18; 18-60k/65m i powyżej 60k i 65m lat. W badaniach dostępności do najbliższych wybranych celów podróży użyto jako źródła podróży: mieszkańców w wieku: 16+ – wyjazd na zakupy; mieszkańców w wieku 16-60/65 lat – wyjazd do kina oraz mieszkańców Szczecina w wieku 7-60/65 lat – wyjazdy na pływalnie. Wszyscy mieszkańcy miasta były źródłem wyjazdów do najbliższego szpitala.



Ryc. 3.20. Gęstość zaludnienia osób w różnych przedziałach wiekowych  
Fig. 3.20. Population density of people in different age groups

W przypadku obliczeń dostępności potencjałowej do miejsc pracy i ilorazu potencjału, jako źródło podróży wybrano ludność w wieku produkcyjnym (18-60 kobiety i 18-65 mężczyzn). Analogicznego wyboru ludności w określonym przedziale wiekowym dokonano w przypadku obliczeń ilorazu potencjału i dostępności potencjałowej do placówek edukacyjnych. Do przedszkoli jako źródło podróży wybrane zostały dzieci w wieku 3-6 lat. W analizie dostępności potencjałowej do szkół podstawowych jako źródło wybrano mieszkańców w wieku 7-15 lat, natomiast do szkół ponadpodstawowych dzieci w wieku 16-18 lat. Na rycinie 3.19 przedstawiony został podział mieszkańców na trzy grupy ludności według wieku: tj. przedprodukcyjny, produkcyjny i poprodukcyjny.

Na rycinie 3.19, w przedziale wiekowym, na dużą uwagę zasługują obszary dużego procentowego udziału ludności w wieku do 18 lat znajdujące się na pograniczu dzielnicy Północ i Zachód. Przy czym najwyższy udział mieszkańców w wieku przedprodukcyjnym odnotowany został na osiedlu Warszewo w dzielnicy Północ. Na tym osiedlu udział mieszkańców do 18 roku życia wynosi ponad 25% wszystkich mieszkańców. W większości osiedli w Szczecinie udział ludności w wieku poniżej 18 lat wynosi od 10 do 20%. Najmniejszy udział ludności w wieku przedprodukcyjnym był widoczny z centrum miasta w dzielnicy Śródmieście oraz w kilku osiedlach dzielnicy Zachód, tj. na osiedlu Pomorzany, Świerczewo i Głębokie-Pilchowo.

### 3.4. Komponent czasowy

W pracy, **komponent czasowy** rozumiany jest, jako zróżnicowanie dobowe czasów podróży transportem indywidualnym i publicznym. W przypadku analiz przeprowadzonych dla ogółu ludności analiza wykonana została w godzinach 5:00-22:00, w okresie największej dobowej aktywności mieszkańców miasta. W tym czasie ma miejsce większość wyjazdów obowiązkowych (do pracy, do szkoły). To właśnie analiza dojazdów do pracy została wykonana w dwugodzinnym okresie czasowym między 7:00 a 9:00 (część szczytu rannego). W tych godzinach również następuje kumulacja dojazdów do szkół oraz do szpitali (Dorrian i in., 2008; Sun i in., 2018; Babaei i Rajabi-Bahaabadi, 2019). Analiza dostępności do miejsc pracy, szkół oraz szpitali została wykonana dla godziny 8:00. Między godzinami 17:00 a 19:00 zbadano natomiast dostępność do centrów handlowych, przy czym za godzinę największego ruchu do sklepów (centrów handlowych) uznano godzinę 18:00 (Wadud i Chen, 2018). W przypadku dojazdów na pływalnię i do kina czas badania obejmował godziny między 18:00 a 20:00. W dojazdach do kina i na krytą pływalnię za godzinę największego obłożenia uznano godzinę 19:00 (Pasquarella i in., 2013; de Roos i McKenzie, 2014).



## 4. Dostępność czasowa do wybranych usług

W tym rozdziale opisana została metoda dostępności czasowej (do najbliższego celu). Dostępność do usług analizowano zarówno dla transportu indywidualnego jak i publicznego, w kontekście czasowej dostępności do: (a) pływalni krytych, (b) kin, (c) centrów handlowych, (d) szpitali. Każdorazowo, dla jednej z wyżej wymienionych usług, obliczana jest dostępność transportem publicznym i samochodem prywatnym oraz prezentowana jest różnica między wymienionymi rodzajami transportu.

W kolejnych podrozdziałach opisane jest zróżnicowanie liczby mieszkańców zamieszkujących pewne obszary z możliwościami łatwiejszego (krótki czas przejazdu) lub trudniejszego (dłuższy czas podróży) dojazdu do wybranych usług.

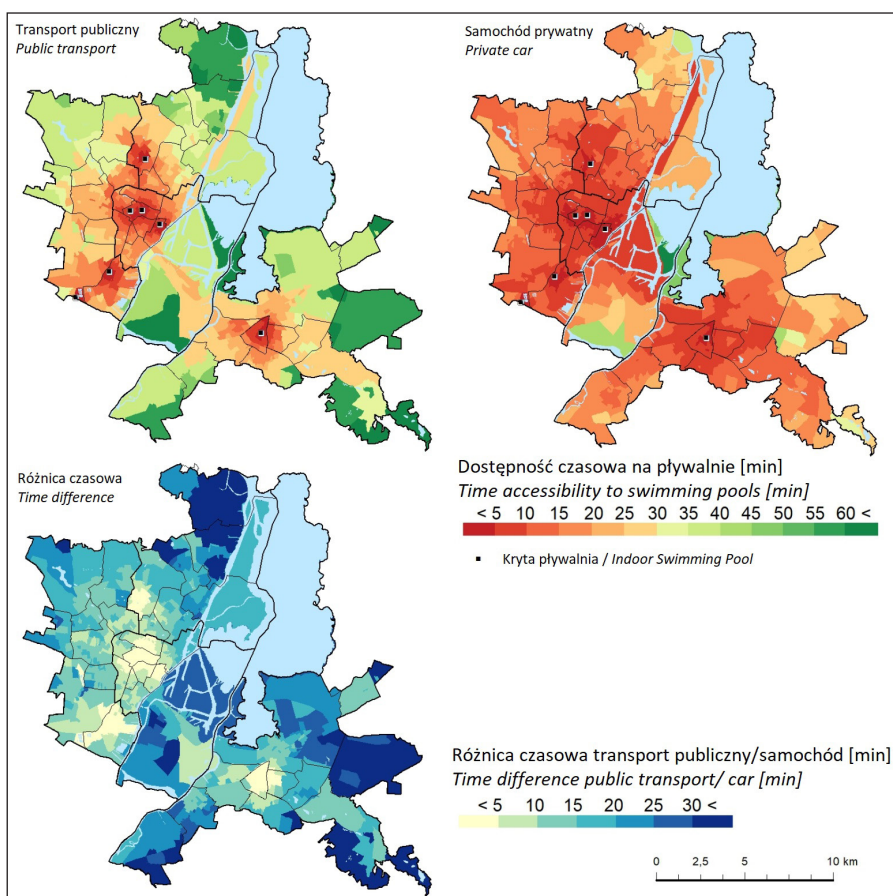
### 4.1. Pływalnie (kryte)

W średniej wielkości mieście jakim jest Szczecin dojazd do najbliższej pływalni jest istotny. Łączna liczba obiektów pływackich w mieście wynosi sześć. Jedynie mieszkańcy dzielnicy Śródmieście mogli sobie wybierać pływalnie, ponieważ na małym obszarze mają ich kilka. Dodatkowo mieszkańcy Śródmieścia mogą również korzystać z pływalni zlokalizowanych w innych dzielnicach Szczecina w pobliżu dzielnicy, w której mieszkają.

Mapa zróżnicowania dostępności czasowej transportem publicznym do najbliższej krytej pływalni w Szczecinie pokazuje obszary lepiej i gorzej dostępne pod tym względem. Najgorsza dostępność jest w północnej części dzielnicy Północ. Na tym obszarze czas dostępu do najbliższej pływalni wynosi ponad godzinę. Z kolei najwyższym poziomem dostępności charakteryzuje się centralna część dzielnicy Śródmieście, gdzie czas dotarcia do najbliższej pływalni na większości osiedli nie przekracza 10 minut. W południowej części dzielnicy Zachód jest dobra dostępność, a niższy poziom dostępności odnotowany został w jej północnej części. W centralnej części dzielnicy Prawobrzeże, na osiedlu Słoneczne, jest dobra dostępność. Wynika to z lokalizacji pływalni Centrum Kształcenia Sportowego

w tej części dzielnicy. Dużo gorsza dostępność jest na obszarach peryferyjnych osiedla Wielgowo-Sławociesz-Zdunowo.

Najlepsza dostępność czasowa, nawet do 10 min czasu przejazdu transportem publicznym do najbliższej krytej pływalni, jest w zamieszkałej części Śródmieścia oraz w centralnej części Prawobrzeża. Czas dojazdu transportem publicznym między 10 a 30 min jest w południowo-zachodniej części dzielnicy Północ, niemal we wszystkich osiedlach dzielnicy Zachód (z wyjątkiem osiedla Głębokie-Pilchowo) oraz wokół centrum dzielnicy Prawobrzeże. Dostępność czasowa transportem zbiorowym powyżej 30 minut jest w północno-wschodniej części dzielnicy Północ oraz z osiedla Głębokie-Pilchowo w dzielnicy Zachód. Równie słabą dostępność czasową obserwuje się we wschodniej i południowo-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże (tab. 4.1.).



Ryc. 4.1. Czas dojazdu do najbliższej krytej pływalni w Szczecinie transportem publicznym i samochodem prywatnym oraz różnica między nimi, na podstawie danych GTFS i Urzędu Miasta w Szczecinie

Fig. 4.1. Travel time to the nearest indoor swimming pool in Szczecin by public transport and private car and the difference between the two, based on data from GTFS and Szczecin City Hall

Tabela 4.1. Dane dotyczące czasowej dostępności do krytych pływalni transportem publicznym i prywatnym, na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol osiedla	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym	Nazwa dzielnicy	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym
Bukowo	PB	35,1	15,3	19,7	Północ	29,0	12,3	16,7
Goleścino-Gocław	PG	37,8	15,0	22,8				
Niebuszewo	PN	18,6	8,4	10,2				
Skolwin	PS	58,9	24,4	34,5				
Stołczyn	PT	46,4	19,5	26,9				
Warszewo	PW	19,0	8,8	10,2				
Żelechowa	PZ	23,7	9,6	14,1				
Bukowe-Kłęskowo	DB	20,3	8,8	11,5	Prawobrzeże	27,3	11,5	15,9
Dąbie	DD	29,8	12,2	17,6				
Kijewo	DO	30,9	11,4	19,4				
Majowe	DM	12,5	6,3	6,3				
Płonia-Śmierdnica -Jezierzyce	DJ	44,0	17,4	26,6				
Podjuchy	DP	33,3	13,4	19,8				
Słoneczne	DS	9,1	5,4	3,7				
Wielgowo-Sławociesze -Zdunowo	DW	56,5	22,0	34,5				
Załom-Kasztanowe	DA	54,3	23,2	31,1				
Zdroje	DZ	18,3	8,4	9,9				
Żydowce-Klucz	DK	42,1	16,2	25,8				
Centrum	SC	9,6	4,8	4,7				
Drzetowo-Grabowo	SD	14,3	5,4	9,0				
Łęknio	SŁ	12,1	5,5	6,6				
Międzyodrze -Wyspa Pucka	MM	35,0	15,9	19,1	Śródmieście	13,4	6,5	6,9
Niebuszewo-Bolinko	SB	12,2	7,2	5,0				
Nowe Miasto	SN	19,2	8,0	11,3				
Stare Miasto	SS	12,4	4,3	8,1				
Śródmieście-Północ	SP	5,7	4,0	1,7				
Śródmieście-Zachód	SZ	14,9	7,5	7,4				
Turzyn	ST	12,6	6,7	5,9				
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	16,6	8,4	8,2	Zachód	21,3	10,0	11,3
Głębokie-Pilchowo	ZL	34,3	15,1	19,2				
Gumieńce	ZG	22,4	11,8	10,6				
Krzekowo-Bezrzecze	ZB	29,7	13,6	16,1				
Osów	ZO	25,9	11,7	14,3				
Pogodno	ZP	21,9	9,5	12,5				
Pomorzanzy	ZN	11,5	6,5	5,0				
Świerczewo	ZS	24,6	10,7	13,9				
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	26,4	11,1	15,2				



Najlepsza średnia dostępność czasowa do krytych pływalni transportem publicznym jest w dzielnicy Śródmieście, trochę gorsza w dzielnicy Zachód, a najwięcej czasu na dojazdy do krytych pływalni muszą poświęcić mieszkańcy dzielnic Prawobrzeża i Północ (tab. 4.1.).

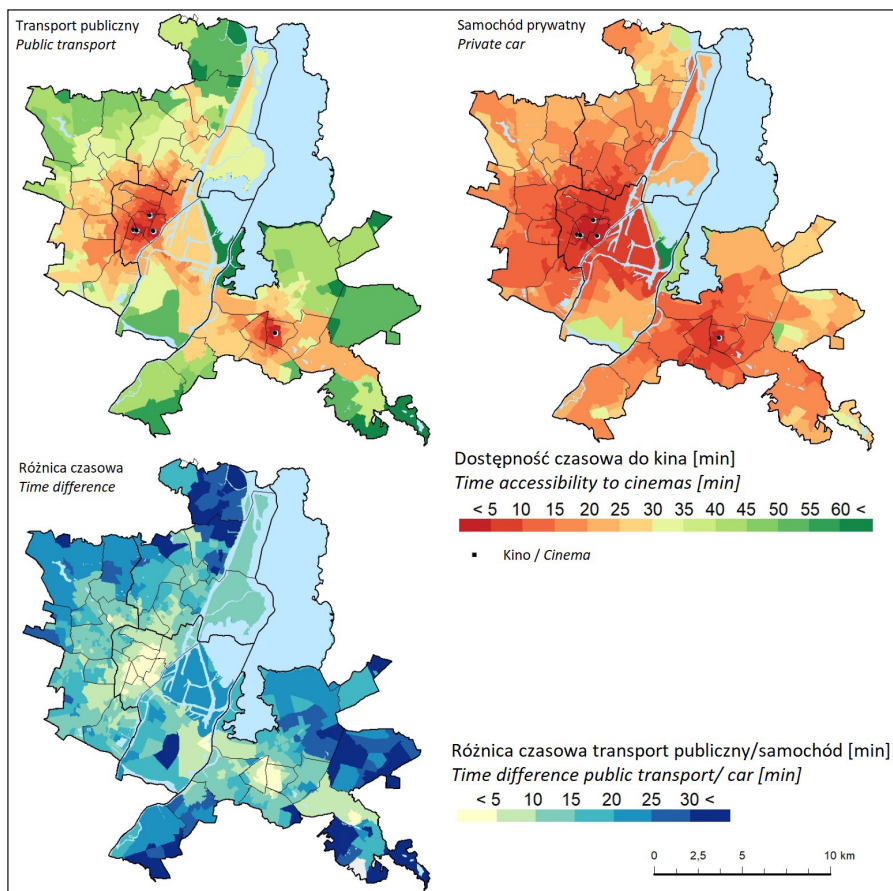
Najlepsza dostępność samochodem do krytych pływalni, do 10 min czasu przejazdu, jest w centrum Śródmieścia, południowo-zachodniej części dzielnicy Północ, wschodniej części osiedli położonych w dzielnicy Zachód oraz w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. W pozostałych osiedlach czas dojazdu nie jest wyższy niż 30 min (tab. 4.1.).

Czas dojazdu samochodem do krytych pływalni w Szczecinie wynosi poniżej 10 min dla dzielnicy Śródmieście oraz między 10 a 15 min z dzielnic Zachód, Prawobrzeże i Północ. W każdej z czterech dzielnic w Szczecinie jest przynajmniej jedna kryta pływalnia. Najwięcej jest ich w centralnej części dzielnicy Śródmieście. W pozostałych dzielnicach jest po jednej pływalni. Kryta pływalnia, najlepiej zlokalizowana pod kątem obsługi mieszkańców dzielnicy, jest położona w dzielnicy Prawobrzeże, a w dzielnicy Północ w jej południowo-zachodniej części, co sprawia, że północna część dzielnicy jest gorzej dostępna. Ludność zamieszkująca północne fragmenty dzielnicy Północ ma bliżej do krytej pływalni zlokalizowanej w Policach. W dzielnicy Zachód kryta pływalnia położona jest w południowej jej części. Natomiast z gęsto zamieszkałych obszarów centralnej części dzielnicy Zachód bardzo blisko jest do krytych pływalni położonych w dzielnicy Śródmieście.

## 4.2. Kina

Wybór metody najbliższego kina w Szczecinie jest dobrze dobraną metodą. W Szczecinie zlokalizowane są 4 kina, a jedynie mieszkańcy dzielnicy Śródmieścia mogą sobie pozwolić na wybór spośród 3 kin, które znajdują się w tej dzielnicy, dlatego wybór najbliższego kina jest dobrze dobraną metodą badania dostępności.

W rozkładzie przestrzennym dostępności czasowej transportem publicznym do kin w mieście widoczne są znaczące różnice między Śródmieściem, gdzie zlokalizowana jest większość kin oraz dzielnicą Północ, gdzie (z wyjątkiem osiedli położonych wzdłuż trasy przebiegu autobusu linii numer 107 jadącego w kierunku Polic) jest relatywnie niska dostępność do kin. Dzielnica Zachód w Szczecinie charakteryzuje się z kolei niższym poziomem dostępności w północnej części i lepszą dostępnością w południowej. Na Prawobrzeżu dostępność czasowa do kin rozkłada się podobnie jak dostępność do krytych pływalni. W centrum dzielnicy jest dobra dostępność czasowa, a na obrzeżach jest znacznie gorsza (ryc. 4.2).



Ryc. 4.2. Czas dojazdu do najbliższego kina w Szczecinie transportem publicznym i samochodem prywatnym oraz różnica między nimi, na podstawie danych GTFS i Urzędu Miasta w Szczecinie

Fig. 4.2. Travel time to the nearest cinema in Szczecin by public transport and private car and the difference between the two, based on data from GTFS and City Hall in Szczecin

Najlepsza dostępność czasowa do 10 minut czasu przejazdu transportem publicznym do najbliższego kina jest obserwowana w osiedlach zlokalizowanych w centralnej części dzielnicy Śródmieście oraz w centrum dzielnicy Prawobrzeże. Czas przejazdu do 30 min do najbliższego kina jest na południe od centrum w dzielnicy Prawobrzeże, południowej części dzielnicy Zachód oraz w osiedlach położonych w południowo-zachodniej części dzielnicy Północ. Najgorsza dostępność do kin jest z osiedli zlokalizowanych w północnej części dzielnicy Zachód oraz wschodniej i południowo-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże (tab. 4.2.).

Podsumowując, najlepsza średnia dostępność czasowa transportem publicznym do kin jest w dzielnicy Śródmieście. Z pozostałych dzielnic w Szczecinie średnia dostępność do kina jest na podobnym poziomie i waha się od 25 do 30 min czasu przejazdu transportem publicznym (tab. 4.2.).

Tabela 4.2. Dane dotyczące czasowej dostępności do kina transportem publicznym i prywatnym, na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol osiedla	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym	Nazwa dzielnicy	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym
Bukowo	PB	35,1	15,3	19,7	Północ	29,3	14,1	15,2
Gołęcino-Gocław	PG	32,6	15,4	17,2				
Niebuszewo	PN	18,0	9,1	8,9				
Skolwin	PS	53,9	24,9	29,0				
Stołczyn	PT	41,7	20,1	21,6				
Warszewo	PW	33,5	15,6	17,8				
Żelechowa	PZ	22,0	10,4	11,6				
Bukowe-Kłęskowo	DB	21,3	8,5	12,9	Prawobrzeże	28,4	12,9	15,5
Dąbie	DD	30,8	13,8	17,0				
Kijewo	DO	26,7	11,5	15,3				
Majowe	DM	9,0	5,3	3,7				
Płonia-Śmierdnica -Jezierzyce	DJ	43,1	19,1	24,1				
Podjuchy	DP	33,3	13,4	19,8				
Słoneczne	DS	13,6	7,1	6,6				
Wielgowo-Sławociesze -Zdunowo	DW	53,0	24,0	29,0				
Załom-Kasztanowe	DA	54,4	24,8	29,6				
Zdroje	DZ	22,1	10,6	11,6				
Żydowce-Klucz	DK	45,0	19,0	26,0				
Centrum	SC	6,7	3,8	2,9	Śródmieście	12,2	6,3	5,9
Drzetowo-Grabowo	SD	12,9	6,4	6,6				
Łęknio	SŁ	20,7	9,2	11,4				
Międzyodrze -Wyspa Pucka	MM	30,7	16,2	14,5				
Niebuszewo-Bolinko	SB	14,7	7,7	7,0				
Nowe Miasto	SN	13,0	5,7	7,2				
Stare Miasto	SS	8,9	4,2	4,7				
Śródmieście-Północ	SP	9,6	5,2	4,4				
Śródmieście-Zachód	SZ	5,4	4,1	1,4				
Turzyn	ST	13,2	6,8	6,4				
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	23,2	12,0	11,1	Zachód	27,2	13,3	14,0
Głębokie-Pilchowo	ZL	43,1	19,9	23,1				
Gumieńce	ZG	27,2	13,1	14,1				
Krzekowo-Bezzrecze	ZB	33,8	16,7	17,1				
Osów	ZO	41,1	18,5	22,6				
Pogodno	ZP	25,5	12,5	13,0				
Pomorzany	ZN	25,6	12,4	13,2				
Świerczewo	ZS	21,6	10,1	11,4				
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	30,7	15,7	15,0				

Dojazd samochodem prywatnym do najbliższego kina w czasie do 10 min możliwy jest w osiedlach zlokalizowanych w centrum miasta oraz centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. W pozostałych dzielnicach, dojazd samochodem nie jest większy niż 30 min, przy czym najdalej czasowo mają mieszkańcy osiedla Skłowin w dzielnicy Północ, Załom-Kasztanowe i Wielgowo-Stawociesze-Zdunowo w dzielnicy Prawobrzeże (tab. 4.2.).

Podsumowując czas dojazdu samochodem do kin w Szczecinie wynosi poniżej 10 minut dla dzielnicy Śródmieście oraz między 10 a 15 min dla dzielnic Zachód, Prawobrzeże i Północ (tab. 4.2.).

Kina w Szczecinie zlokalizowane są w dwu dzielnicach, trzy są w dzielnicy Śródmieście w centrum oraz jedno w dzielnicy Prawobrzeże. Najgorsza dostępność do kin jest z północnych fragmentów dzielnicy Północ oraz północno-zachodnich części dzielnicy Zachód. Również na obrzeżach dzielnicy Prawobrzeże dostępność do kin, zwłaszcza transportem publicznym, jest niska, a byłoby jeszcze gorzej, gdyby jedno z kin nie było zlokalizowane w samym centrum dzielnicy. Na uwagę zasługuje dość dobra dostępność do kina z centralnych części dzielnicy Zachód oraz dzielnicy wzdłuż linii transportu publicznego w kierunku Polic w dzielnicy Północ.

Dojazd samochodem prywatnym do najbliższego kina w czasie do 10 min możliwy jest w osiedlach zlokalizowanych w centrum miasta oraz centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. W pozostałych dzielnicach, dojazd samochodem nie jest większy niż 30 min, przy czym najdalej czasowo mają mieszkańcy osiedla Skłowin w dzielnicy Północ, Załom-Kasztanowe i Wielgowo-Stawociesze-Zdunowo w dzielnicy Prawobrzeże (tab. 4.2.).

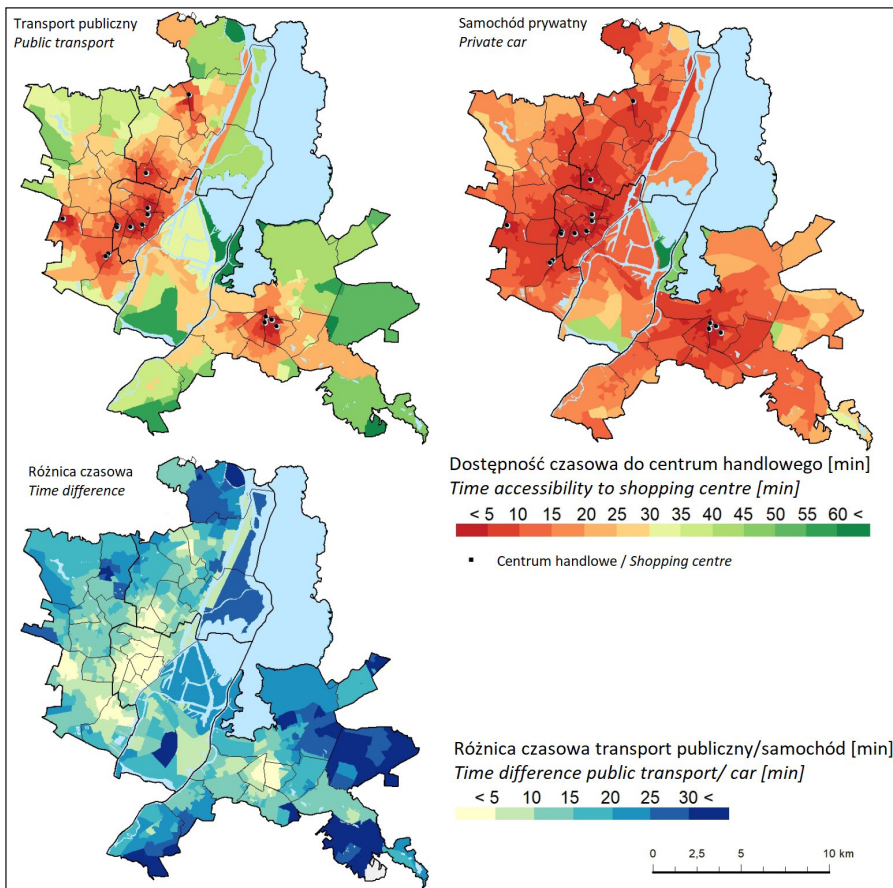
Podsumowując czas dojazdu samochodem do kin w Szczecinie wynosi poniżej 10 minut dla dzielnicy Śródmieście oraz między 10 a 15 min dla dzielnic Zachód, Prawobrzeże i Północ (tab. 4.2.).

Kina w Szczecinie zlokalizowane są w dwu dzielnicach, trzy są w dzielnicy Śródmieście w centrum oraz jedno w dzielnicy Prawobrzeże. Najgorsza dostępność do kin jest z północnych fragmentów dzielnicy Północ oraz północno-zachodnich części dzielnicy Zachód. Również na obrzeżach dzielnicy Prawobrzeże dostępność do kin, zwłaszcza transportem publicznym, jest niska, a byłoby jeszcze gorzej, gdyby jedno z kin nie było zlokalizowane w samym centrum dzielnicy. Na uwagę zasługuje dość dobra dostępność do kina z centralnych części dzielnicy Zachód oraz dzielnicy wzdłuż linii transportu publicznego w kierunku Polic w dzielnicy Północ.

### **4.3. Centra handlowe**

Dojazd do najbliższego centrum handlowego (sklepu wielkopowierzchniowego) odgrywa ważną rolę w przejazdach mieszkańców w ciągu dnia. Dostępność transportem publicznym do najbliższego centrum handlowego jest bardziej zróżnicowana niż w przypadku pływalni i kin. W dzielnicy Prawobrzeże najlepsza

dostępność czasowa do centrum handlowego jest w centrum dzielnicy na pograniczu osiedli Majowe, Słoneczne i południowe części osiedla Dąbie, gdzie zlokalizowane są sklepy wielkopowierzchniowe. Dużo gorsza dostępność jest na obrzeżach dzielnicy. Południowa część dzielnicy Zachód ma dobry dostęp do centrum handlowego, w przeciwieństwie do słabiej dostępnej części północnej. W centralnej części dzielnicy Północ jest dobra dostępność, która szybko maleje przy oddalaniu się od centrum handlowego. Z drugiej strony, wzdłuż koncentrycznie rozchodzących się tras transportu publicznego, dostępność jest wyższa, co zwiększa obszar dostępności do centrów handlowych (Huff, 1964; Niedzielski i Kucharski, 2019). Najlepsza dostępność czasowa jest w centralnej części Śródmieścia, nieco gorzej jest w przemysłowej części dzielnicy (ryc. 4.3).



Ryc. 4.3. Czas dojazdu do najbliższego centrum handlowego w Szczecinie transportem publicznym i samochodem prywatnym oraz różnica między nimi, na podstawie danych GTFS i Urzędu Miasta w Szczecinie

Fig. 4.3. Travel time to the nearest shopping centre in Szczecin by public transport and private car and the difference between the two, based on data from GTFS and City Hall in Szczecin

Najlepsza dostępność transportem publicznym do centrów handlowych w podziale na osiedla jest w centralnej części Śródmieścia, południowych osiedlach w dzielnicy Północ oraz centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. Z tych części miasta do najbliższego centrum handlowego można dojechać w czasie 10 minut. Przejazd od 10 do 30 minut do centrum handlowego możliwy jest z południowych osiedli dzielnicy Północ, południowych osiedli dzielnicy Zachód oraz otoczenia centrum dzielnicy Prawobrzeże. Najgorsza dostępność do centrum handlowego jest z osiedla Skłowin położonego w dzielnicy Północ, osiedli Głębockie-Pilchowo i Osów leżących w dzielnicy Zachód, Międzyodrza-Wyspa Pucka zlokalizowanego w dzielnicy Śródmieście oraz ze wschodniej i południowo-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże (tab. 4.3.).

Średnie wartości dostępności czasowej transportem publicznym do centrum handlowego są najniższe w dzielnicy Śródmieście. Średnia dostępność czasowa z pozostałych dzielnic w Szczecinie do centrum handlowego jest taka sama i podobnie jak w przypadku dojazdu do kina waha się między 20 a 25 minut czasu przejazdu komunikacją publiczną (tab.a 4.3.).

Dojazd do najbliższego centrum handlowego samochodem prywatnym w 10 minut jest możliwy z centralnej części Śródmieścia, południowo-zachodniej części dzielnicy Północ, południowych osiedli zlokalizowanych w dzielnicy Zachód oraz centralnie położonych osiedli dzielnicy Prawobrzeże. Z pozostałych osiedli dojazd nie jest dłuższy niż 25 min, z wyjątkiem osiedla Załom-Kasztanowe, skąd wynosi 25-30 minut (tab. 4.3.).

W dojazdach do centrum handlowego samochodem prywatnym średnie czasy przejazdu są najniższe z dzielnicy Śródmieście i wynoszą do 10 min czasu przejazdu. Z pozostałych dzielnic Północ i Zachód średni czas przejazdu wynosi między 10 a 15 minut przejazdu samochodem. Najwyższy czas przejazdu samochodem prywatnym do centrum handlowego jest z dzielnicy Prawobrzeże i wynosi ponad 15 minut (tab. 4.3.).

Lokalizacja centrów handlowych jest szczególnie powiązana z obszarami wysokiej gęstości zaludnienia. Najgorsza dostępność do centrów handlowych jest w peryferyjnie położonych fragmentach dzielnicy Prawobrzeże oraz w północno-zachodnich częściach dzielnicy Zachód. Najlepsza dostępność do centrów handlowych jest w dzielnicy Śródmieście. Na uwagę zasługują obszary położone w północno-zachodniej części dzielnicy Północ na osiedlu Skołwin, skąd jest blisko do centrum handlowego położonego bliżej w centrum dzielnicy Północ (bezpośrednie połączenie drogowe i linia transportu publicznego przebiegająca przez gminę Police).

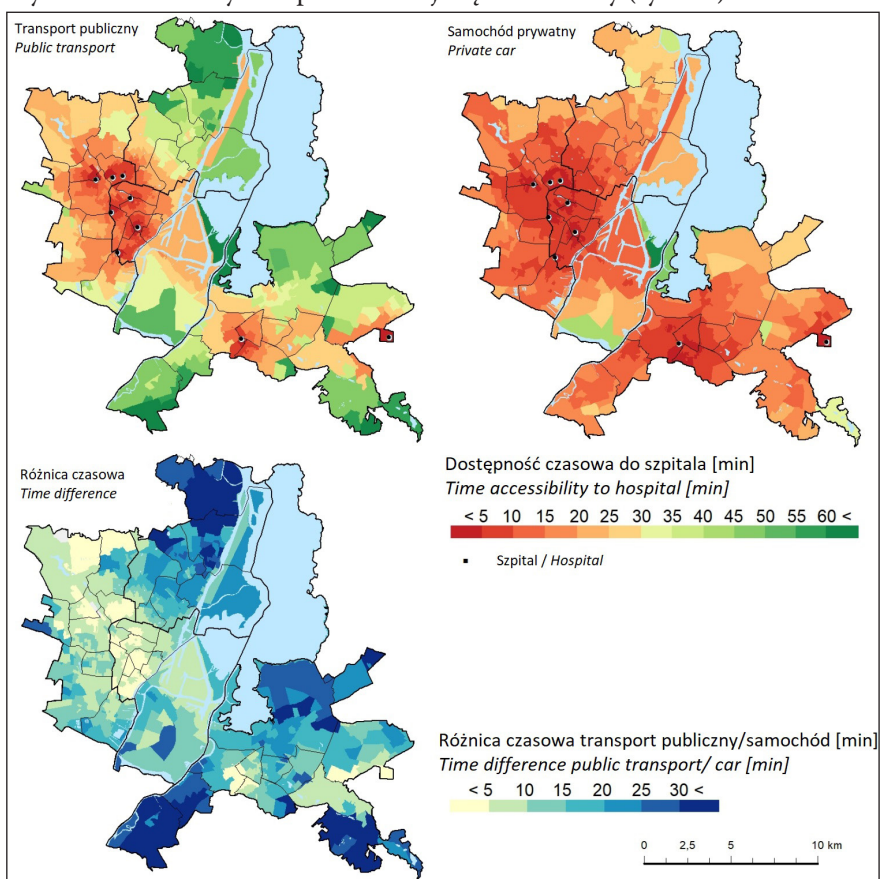


Tabela 4.3. Dane dotyczące czasowej dostępności do centra handlowego transportem publicznym i prywatnym, na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol osiedla	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym	Nazwa dzielnicy	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym				
Bukowo	PB	20,3	8,5	11,8	Północ	20,5	8,6	11,9				
Gołęcino-Gocław	PG	29,2	12,2	17,0								
Niebuszewo	PN	9,1	4,9	4,2								
Skolwin	PS	41,0	15,9	25,1								
Stołczyn	PT	28,9	12,0	16,9								
Warszewo	PW	24,0	8,7	15,3								
Żelechowa	PZ	17,0	7,5	9,5								
Bukowe-Kłęskowo	DB	19,5	8,2	11,3	Prawobrzeże	25,7	10,7	15,1				
Dąbie	DD	28,1	10,5	17,6								
Kijewo	DO	26,2	9,6	16,6								
Majowe	DM	7,7	4,1	3,6								
Płonia-Śmierdnica -Jezierzyce	DJ	41,3	15,7	25,7								
Podjuchy	DP	31,7	13,6	18,2								
Słoneczne	DS	10,8	5,5	5,3								
Wielgowo-Sławocieszce -Zdunowo	DW	53,0	20,3	32,7								
Załom-Kasztanowe	DA	47,7	21,9	25,8								
Zdroje	DZ	18,6	8,2	10,4								
Żydowce-Klucz	DK	38,7	16,4	22,3								
Centrum	SC	6,1	4,4	1,7					Śródmieście	10,9	6,0	4,8
Drzetowo-Grabowo	SD	12,5	5,9	6,5								
Łęknio	SE	18,9	8,4	10,4								
Międyodrze -Wyspa Pucka	MM	30,2	16,8	13,5								
Niebuszewo-Bolinko	SB	12,5	6,2	6,4								
Nowe Miasto	SN	13,3	7,1	6,2								
Stare Miasto	SS	9,6	5,6	4,0								
Śródmieście-Północ	SP	7,7	5,0	2,8								
Śródmieście-Zachód	SZ	4,1	3,1	1,0								
Turzyn	ST	9,6	5,2	4,3								
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	16,3	6,3	10,0	Zachód	20,8	10,1	10,7				
Głębokie-Pilchowo	ZL	37,2	17,7	19,5								
Gumieńce	ZG	16,9	8,3	8,6								
Krzekowo-Bezzrecze	ZB	29,3	13,9	15,5								
Osów	ZO	35,1	13,0	22,1								
Pogodno	ZP	21,9	10,1	11,8								
Pomorzanym	ZN	16,8	10,2	6,6								
Świerczewo	ZS	16,7	7,6	9,1								
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	26,7	14,2	12,6								

## 4.4. Szpitale

Dojazd do najbliższego szpitala jest istotny z punktu widzenia udzielania pomocy, czyli przyjazdu karetki zespołu ratownictwa medycznego (ZRM) lub samodzielnego udania się do szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR). Najgorsza dostępność przy użyciu transportu publicznego do najbliższego szpitala jest w dzielnicy Północ, co jest spowodowane brakiem szpitali w tej dzielnicy. Dostępną jest w dzielnicy Zachód. Z kolei na Prawobrzeżu jest dobra dostępność w centrum dzielnicy i we wschodniej jej części, co jest związane z lokalizacją na tym obszarze Specjalistycznego Szpitala im. prof. Alfreda Sokołowskiego. Najlepsza dostępność do najbliższego szpitala jest, podobnie jak w przypadku innych usług, w dzielnicy Śródmieście. Wynika to zarówno z dużej liczby szpitali zlokalizowanych w Śródmieściu, jak i gęstej sieci transportu publicznego. Trochę niższa dostępność czasowa jest w przemysłowej części Śródmieścia oraz w pobliżu ogródków działkowych zlokalizowanych w południowej części dzielnicy (ryc. 4.4).



Ryc. 4.4. Czas dojazdu do najbliższego szpitala w Szczecinie transportem publicznym i samochodem oraz różnica między nimi, na podstawie danych GTFS i Urzędu Miasta w Szczecinie

Fig. 4.4. Travel time to the nearest hospital in Szczecin by public transport and by car and the difference between the two, based on data from GTFS and the Szczecin City Hall

Tabela 4.4. Dane dotyczące czasowej dostępności do szpitala transportem publicznym i prywatnym, na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol osiedla	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym	Nazwa dzielnicy	Czas dojazdu transportem publicznym	Czas dojazdu transportem prywatnym	Różnica między transportem publicznym a prywatnym				
Bukowo	PB	39,8	18,0	21,8	Północ	32,1	13,8	18,3				
Gołęcino-Gocław	PG	38,9	17,7	21,2								
Niebuszewo	PN	19,7	7,9	11,8								
Skolwin	PS	59,2	26,8	32,5								
Stołczyn	PT	48,9	21,9	27,0								
Warszewo	PW	26,5	11,5	15,0								
Żelechowa	PZ	27,2	10,9	16,3								
Bukowe-Kłęskowo	DB	15,8	5,5	10,4	Prawobrzeże	28,2	10,4	17,8				
Dąbie	DD	34,3	13,7	20,6								
Kijewo	DO	27,8	10,7	17,1								
Majowe	DM	21,7	7,0	14,7								
Płonia-Śmierdnica -Jezierzyce	DJ	38,2	17,2	21,1								
Podjuchy	DP	41,6	11,8	29,8								
Słoneczne	DS	16,0	5,7	10,3								
Wielgowo-Sławociesze -Zdunowo	DW	27,5	14,5	13,0								
Załom-Kasztanowe	DA	55,1	25,9	29,3								
Zdroje	DZ	17,7	6,3	11,3								
Żydowce-Klucz	DK	49,8	14,8	34,9								
Centrum	SC	7,4	4,8	2,6					Śródmieście	12,5	6,9	5,5
Drzetowo-Grabowo	SD	19,5	10,5	8,9								
Łęknio	SŁ	8,8	5,2	3,7								
Międzyodrze -Wyspa Pucka	MM	32,2	16,9	15,3								
Niebuszewo-Bolinko	SB	12,9	6,6	6,3								
Nowe Miasto	SN	10,5	5,9	4,7								
Stare Miasto	SS	13,5	7,0	6,5								
Śródmieście-Północ	SP	12,0	6,3	5,7								
Śródmieście-Zachód	SZ	7,3	5,2	2,0								
Turzyn	ST	10,7	6,0	4,7								
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	8,7	4,7	4,0	Zachód	18,4	9,4	9,1				
Głębokie-Pilchowo	ZŁ	23,9	15,6	8,3								
Gumieńce	ZG	24,5	12,8	11,8								
Krzekowo-Bezzrecze	ZB	22,1	10,9	11,1								
Osów	ZO	25,9	12,3	13,6								
Pogodno	ZP	15,1	7,4	7,8								
Pomorżany	ZN	22,1	11,0	11,1								
Świerczewo	ZS	18,4	9,0	9,4								
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	11,7	6,5	5,2								

Przejazd do 10 minut do najbliższego szpitala transportem publicznym charakteryzuje centralną część dzielnicy Śródmieście oraz południowo-zachodnią część dzielnicy Północ. Między 10 a 30 min potrzeba by dojechać do szpitala ze wszystkich osiedli dzielnicy Zachód, południowych osiedli dzielnicy Północ oraz centralnej i wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Najgorsza dostępność czasowa transportem publicznym do szpitala jest w osiedlach zlokalizowanych na północ w dzielnicy Północy na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście oraz północno-wschodniej, południowo-zachodniej i południowo-wschodniej części w dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 4.4).

Średnia dostępność czasowa do najbliższego szpitala transportem publicznym jest najwyższa w dzielnicy Śródmieście, natomiast trochę gorsza średnia dostępność czasowa w dzielnicy Zachód. W dzielnicy Prawobrzeże średnia dostępność czasowa jest mniejsza niż 30 minut. Najgorsza dostępność czasowa w przejeździe do najbliższego szpitala jest z dzielnicy Północ i wynosi więcej niż 30 minut transportem publicznym (ryc. 4.4).

Najlepsza dostępność samochodem prywatnym do najbliższego szpitala jest w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże, w centrum Śródmieścia oraz w południowo-zachodniej części dzielnicy Północ. Z pozostałych osiedli czas dojazdu do najbliższego szpitala jest nie większy niż 25 min, a najdłuższy czas na dojazd do szpitala muszą poświęcić mieszkańcy osiedli zlokalizowanych w północnej części dzielnicy Północ oraz wschodniej części Prawobrzeża (ryc. 4.4).

Najniższe średnie czasy przejazdu do najbliższego szpitala transportem prywatnym wynoszące do 10 min występowały w dzielnicach Śródmieście i Zachód. Trochę gorszy średni czas przejazdu między 10 a 15 minut był z dzielnicy Północ oraz Prawobrzeża (ryc. 4.4).

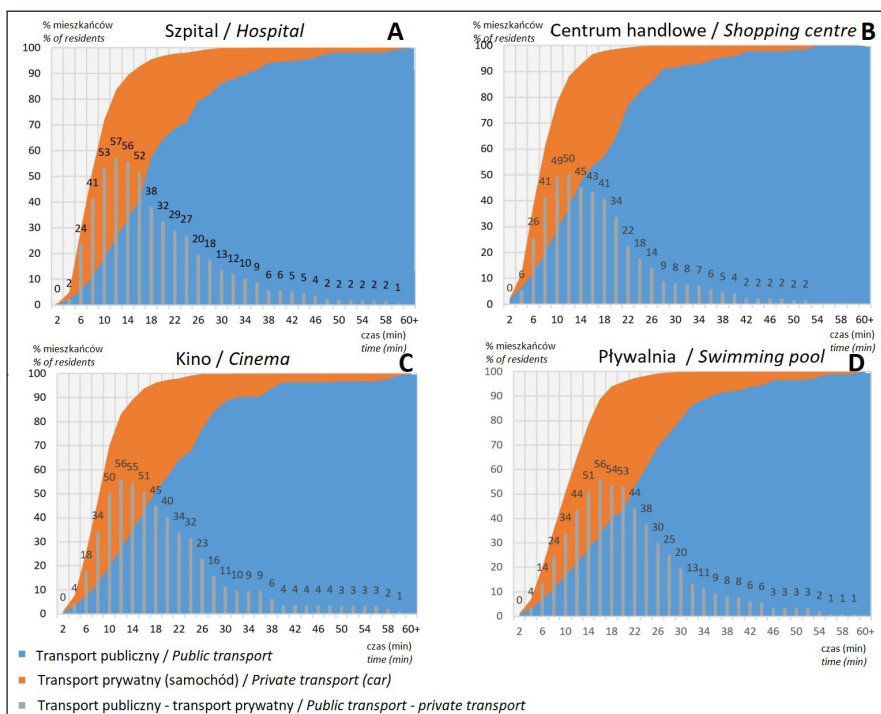
Lokalizacja szpitali w Szczecinie powiązana jest z układem drogowym. Szpitale położone są w układach pasmowych w pobliżu głównych dróg w mieście. Najwięcej szpitali zlokalizowanych jest w dzielnicy Śródmieście. Trochę mniej szpitali jest w dzielnicy Zachód. Dwa szpitale są położone w dzielnicy Prawobrzeże. Natomiast w dzielnicy Północ brak jest szpitala. W dzielnicy Północ dobra dostępność do szpitala jest z południowego obszaru dzielnicy, bezpośrednio graniczącego z dzielnicami Zachód i Śródmieście. Jednak brak szpitala położonego w tej części miasta sprawia, że dostępność do tej usługi jest najgorsza.

#### **4.5. Ludność zamieszkująca obszary o dalszych odległościach dojazdu do wybranych usług transportem publicznym i prywatnym**

W tej części pracy został przedstawiony problem wykluczenia transportowego osób zamieszkujących obszary peryferyjne wewnątrz miasta. Do wyznaczenia tych obszarów posłużyła liczba ludności zamieszkująca obszary oddalone w określonych odległościach czasowych transportem publicznym i prywatnym od wybranych

usług została wyrażona procentem w stosunku do ogółu ludności miasta. W tym rozdziale, również uwzględniono procentową różnicę osób w dostępności transportem prywatnym i transportem publicznym.

**Szpital.** Dla 90% mieszkańców Szczecina czas dojazdu do najbliższego szpitala transportem prywatnym wynosi 14 minut. Z kolei z obszaru zamieszkiwanego przez 90% mieszkańców miasta na ten sam dojazd potrzeba aż 34 minut. Najwyższa różnica między środkami transportu w obrębie dojazdów do najbliższego szpitala między transportem publicznym i prywatnym to 12 minut dojazdu i wynosi aż 57% mieszkańców miasta (ryc. 4.5).



Ryc. 4.5. Procentowy udział mieszkańców Szczecina do najbliższego szpitala (A), centrum handlowego (B), kina (C) i krytej pływalni (D) transportem publicznym i prywatnym  
 Fig. 4.5. Percentage share of Szczecin residents to the nearest hospital (A), shopping centre (B), cinema (C) and indoor swimming pool (D) by public and private transport

**Centra handlowe.** W zasięgu 12 minut dojazdu do najbliższego centrum handlowego transportem prywatnym mieszka 90% ludności Szczecina. Dla transportu publicznego ten sam wskaźnik jest ponad dwukrotnie wyższy i wynosi 28 minut. Najwyższa różnica w obszarze zamieszkiwanym przez liczbę mieszkańców wyrażoną procentowo w dojeździe do centrum handlowego jest w obrębie izochrony 12-minutowej i wynosi aż 50% mieszkańców Szczecina (ryc. 4.5).

**Kina.** W Szczecinie 90% mieszkańców Szczecina jest w stanie dojechać samochodem do najbliższego kina w 15 minut. By osiągnąć tę samą wartość procenta mieszkańców w dojeździe do kina, ale przy użyciu transportu publicznego trzeba się liczyć z czasem wynoszącym nawet do 31 minut. Największa różnica procenta

obsługiwanych mieszkańców między dojazdem transportem publicznym i prywatnym, w przedziale czasowym 12 minut, wynosi 56% mieszkańców miasta (ryc. 4.5).

**Kryte pływalnie.** Dojazd samochodem prywatnym na krytą pływalnię w czasie wynoszącym między 16 a 17 minut może dotyczyć 90% mieszkańców Szczecina. Ten sam % liczby mieszkańców mógł dojechać transportem publicznym do krytych pływalni aż w 36 minut. Najwyższą różnicę w procencie mieszkańców zamieszkujących obszar lepszego dojazdu na pływalnie pokazuje izochrona 16-minutowa i wynosi 56 punktów procentowych mieszkańców (ryc. 4.5).

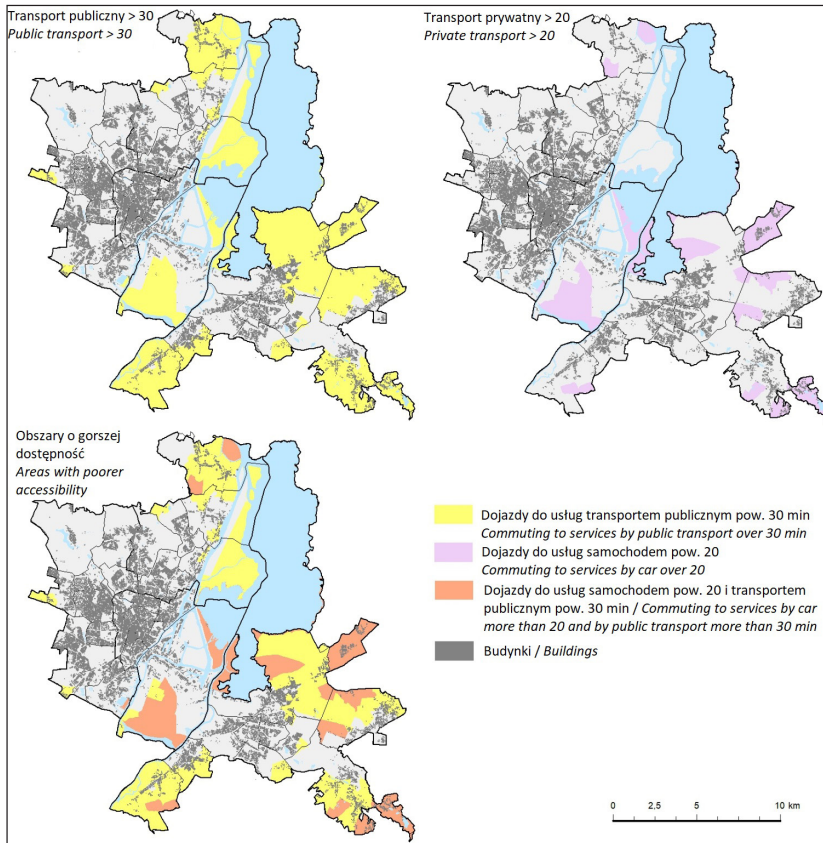
Porównując liczbę ludności zamieszkującą obszar izolinii odległości czasowej transportem prywatnym i transportem publicznym widać, że największe różnice na korzyść transportu prywatnego są między 8 a 14 minutą jazdy do najbliższych analizowanych usług. Ten przedział czasowy, z jednej strony dla transportu prywatnego nie rośnie już tak znacząco, ponieważ większość usług jest już dostępna w tym czasie dla większości mieszkańców miasta. Z drugiej strony to właśnie po 12-14 minutach średnio odbywa się przejazd transportem zbiorowym do wybranej usługi (do przystanku wcześniej trzeba dojść i poczekać aż środek transportu przyjedzie według rozkładu) (ryc. 4.5).

Wykluczenie transportowe w tej części pracy przedstawia liczbę osób, która zamieszkuje w większej odległości czasowej, dla dojazdu do wszystkich analizowanych usług wynoszącej ponad 20 minut samochodem oraz 30 minut transportem publicznym. Progi czasowe zostały ustalone według średnich czasów przejazdu do wszystkich usług w zależności od wyboru rodzaju pojazdu. Do średniego czasu przejazdu do obu rodzajów transportu doliczone zostało 10 minut, by zniwelować różnicę wielkości obszarów peryferyjnych.

W przypadku wykluczenia transportowego w Szczecinie obszary, dla których czas dojazdu do najbliższej usługi przekracza 30 minut w transporcie publicznym, zlokalizowane są w północnej części dzielnicy Północ, we fragmencie dzielnicy Zachód na osiedlach Krzekowo-Bezrzecze oraz w małym fragmencie osiedla Gumieńce. W dzielnicy Śródmieście obszary wykluczenia obejmują osiedle Międzyodrze-Wyspa Pucka. Natomiast największy obszar wykluczenia transportem publicznym do wybranych usług występuje w dzielnicy Prawobrzeże na osiedlach: Dąbie, Podjuchny, Żydowce-Klucz, Załom-Kasztanowe, Wielgowo-Sławociesz-Zdunowo oraz Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce. Łączna liczba osób, która zamieszkuje obszary oddalone o 30 minut jazdy do wybranych usług, wynosi 17 679, co daje 4,72% wszystkich mieszkańców Szczecina dla 2018 rok (ryc. 4.6).

Z kolei obszary wykluczenia transportowego samochodem do wybranych usług obejmują fragmenty północnej części dzielnicy Północ na osiedlu Skolwin. W dzielnicy Śródmieście obszary wykluczenia obejmują osiedle Międzyodrze-Wyspa Pucka. Największy obszar wykluczenia transportem indywidualnym jest w dzielnicy Prawobrzeże na osiedlach: Dąbie, Żydowce-Klucz, Załom-Kasztanowe, Wielgowo-Sławociesz-Zdunowo oraz Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce. Łączna liczba osób, która ma ograniczony dostęp do usług transportem indywidualnym wynosi 4113 osób, co daje 1,1% wszystkich mieszkańców Szczecina na 2018 rok (ryc. 4.6).





Ryc. 4.6. Obszary wykluczenia transportem publicznym i prywatnym w dojeździe do wybranych usług

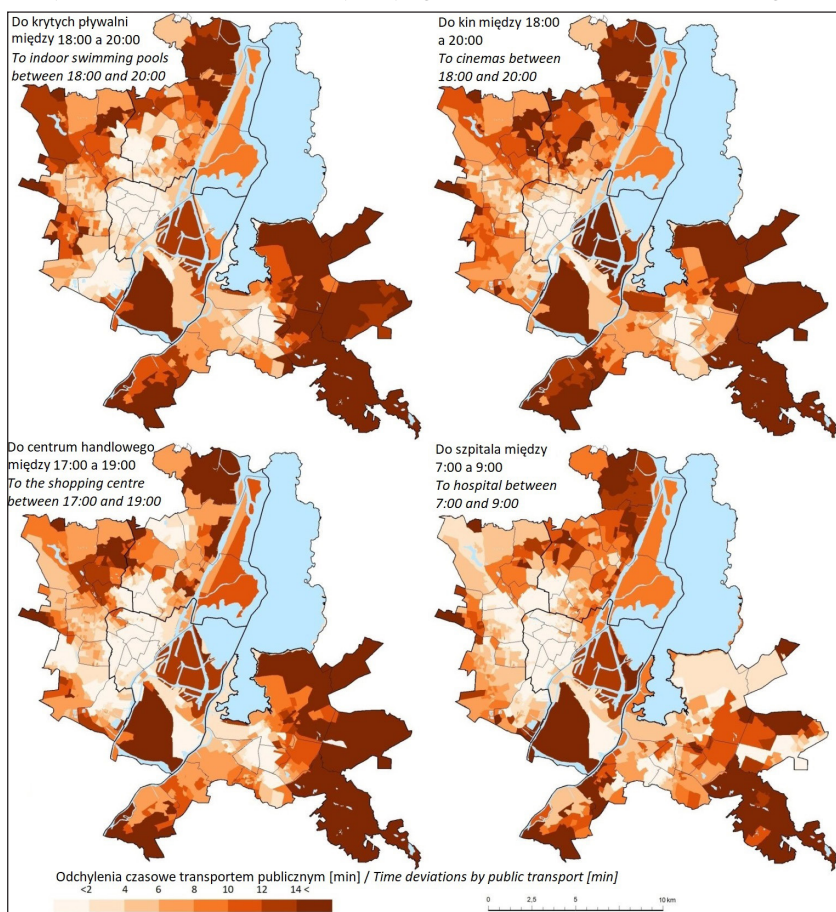
Fig. 4.6. Areas of exclusion by public and private transport in accessing selected services

#### 4.6. Zróżnicowanie czasowe transportem publicznym i prywatnym w dojazdach do wybranych usług

Największe odchylenia czasowe w dojeździe do **krytych pływalni** w godzinach 18:00-20:00 transportem publicznym występują w północnej części dzielnicy Północ. Bardzo duże odchylenia czasowe dotyczą wschodniej i południowo-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże, a w dzielnicy Zachód wynosi tylko kilka minut. Najmniejsze odchylenia czasowe transportem publicznym są w najlepiej wyposażonej w siatkę połączeń transportem publicznym centralnej części Śródmieścia, ale również w południowej części dzielnicy Północ, południowej części dzielnicy Zachód oraz w centralnej części Prawobrzeża (ryc. 4.7).

Największe zróżnicowania czasowe w dojeździe do **kin** między 18:00 a 20:00 są we wschodniej i południowo-wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże oraz w północnej części dzielnicy Północ, a zatem na obszarach peryferyjnych miasta. Średnie odchylenia czasowe wynoszące kilka minut są w prawie całej dzielnicy Zachód oraz południowej części dzielnicy Północ. Najmniejsze odchylenia czasu

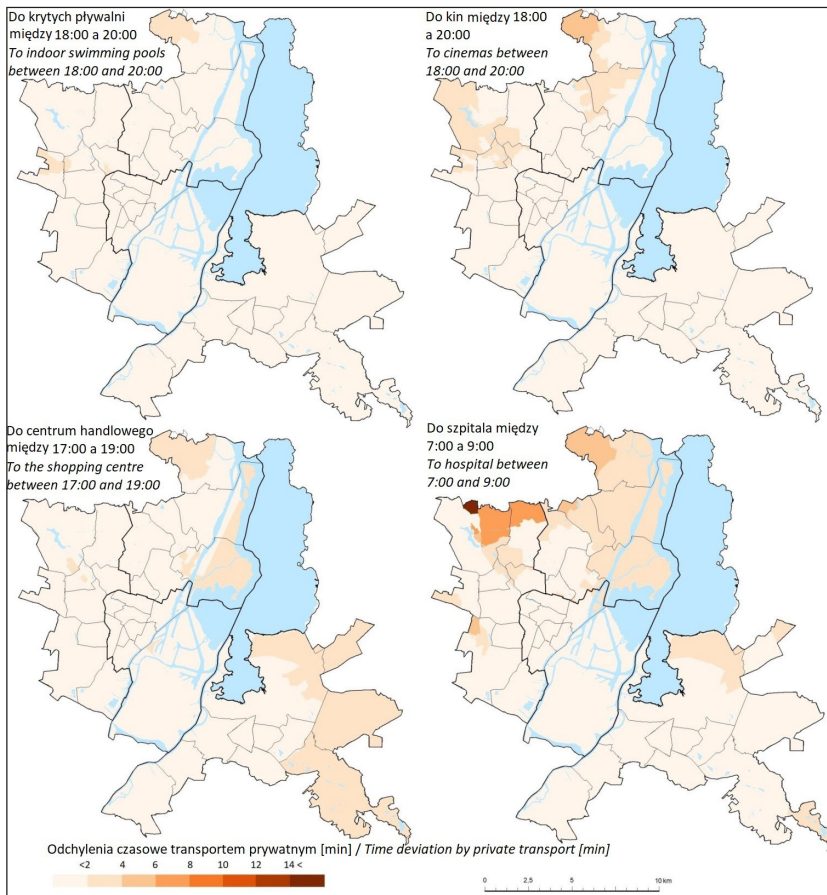
przejazdu do kina są w centralnej części Śródmieścia i Prawobrzeża, gdzie zlokalizowana jest większość kin i funkcjonuje gęsta sieć transportu publicznego.



Ryc. 4.7. Odchylenia czasowe w transporcie publicznym w dojazdach do wybranych usług, na podstawie danych GTFS

Fig. 4.7. Public transport time deviation in commuting to selected services, based on GTFS data

Odchylenia czasowe w dojeździe do centrów handlowych analizowane są między 17:00 a 19:00. Największe odchylenia czasowe są we wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże oraz północnej części dzielnicy Północ. Duże zróżnicowanie od niskich po wysokie wartości czasowe, występuje w dzielnicy Zachód. Świadczy o tym, że w poszczególnych dzielnicach występują duże zróżnicowanie dostępności w godzinach szczytu. Również duże zróżnicowania odchyień czasowych do centrów handlowych ma miejsce w dzielnicy Północ, co z kolei powiązane jest z dużą koncentracją centrów handlowych w tej dzielnicy oraz słabą siatką połączeń transportu publicznego w tej części Szczecina. Najmniejsze odchylenia czasowej są w centralnej części dzielnicy Śródmieście i Prawobrzeża oraz w południowej części dzielnicy Zachód.



Ryc. 4.8. Odchylenia czasowe w transporcie indywidualnym w dojazdach do wybranych usług, na podstawie danych Google Maps API

Fig. 4.8. Time deviation of individual transport in commuting to selected services, based on Google Maps API data

Odchylenia czasowe w Szczecinie w dojazdach do najbliższego szpitala transportem publicznym przeanalizowane zostały w godzinach rannych między 7:00 a 9:00. Największe odchylenia czasowe w skali miasta obserwuje się we wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże oraz północnej części dzielnicy Północ. Małe odchylenia czasowe w dojeździe do szpitala transportem publicznym występują w północnej i centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. Niskie i średnie wartości czasowe obejmują swym zasięgiem prawie całą dzielnicę Zachód oraz południową część dzielnicy Północ. Najmniejsze odchylenia czasowe transportem publicznym są w centralnej części dzielnicy Śródmieście (ryc. 4.7). W transporcie indywidualnym odchylenia czasowe są dużo niższe i ograniczają się w zasadzie do obszarów peryferyjnych, przede wszystkim dla szpitali w godzinach szczytu porannego, co może wiązać się z wystąpieniem wzmożonego ruchu w dzielnicy Północ na dojeździe do najbliższego szpitala (ryc. 4.8).

## 5. Dostępność potencjałowa do ludności

### 5.1. Diagnoza dla transportu publicznego i indywidualnego

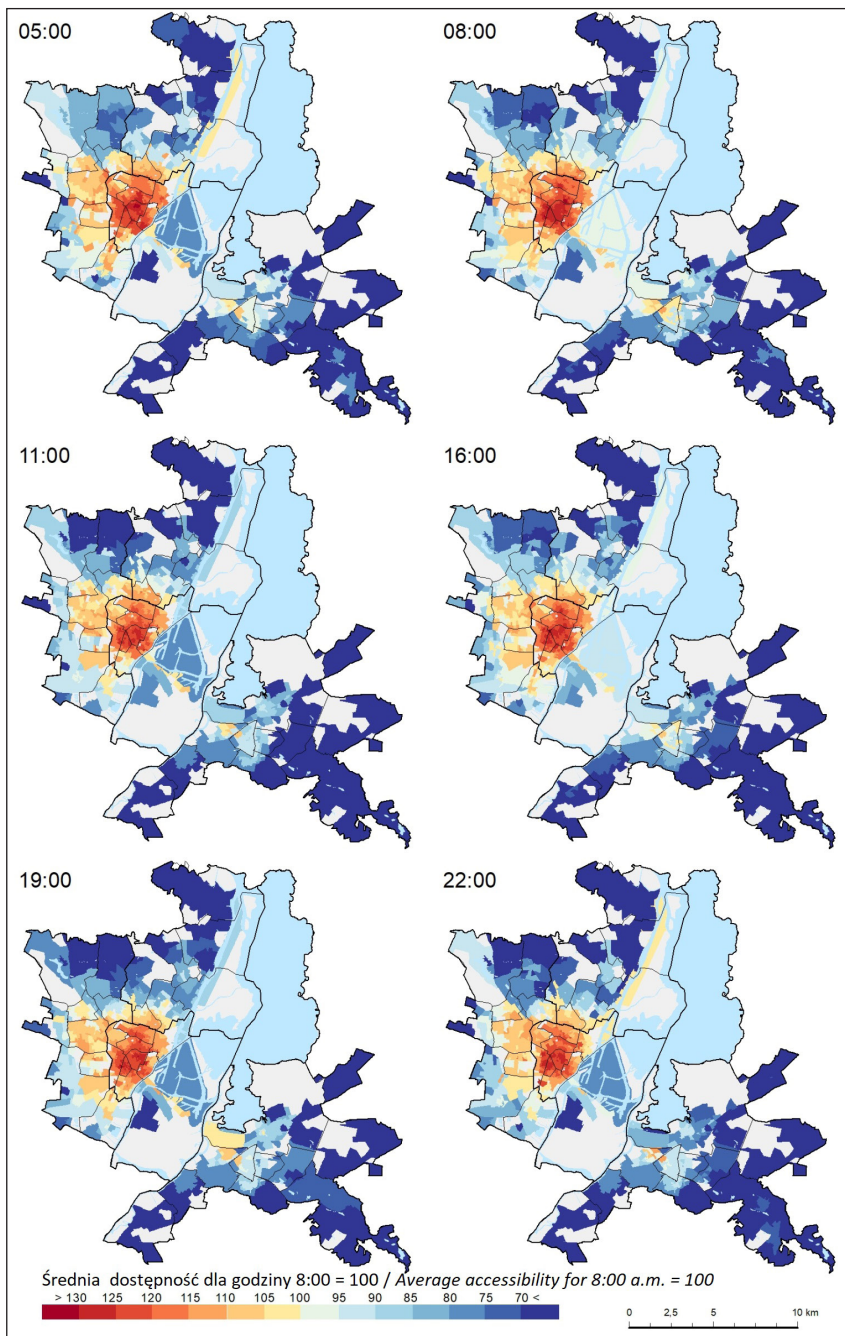
W przypadku obliczeń dostępności potencjałowej dla podróży samochodem i transportem publicznym do ludności (gdzie źródłem i celem podróży są mieszkańcy), czas przejazdu między parą obwodów spisowych  $i$  oraz  $j$  w Szczecinie przedstawiony jest za pomocą  $t_{ij}$ . Funkcja oporu przestrzeni to  $f(t_{ij})$ . Atrakcyjność celu podróży wyrażona jest za pomocą liczby ludności  $POP_j$ . Wzór dostępności potencjałowej do ludności wygląda następująco:

$$A_i(POP)_i = \sum_j POP_j f(t_{ij}) \quad (2)$$

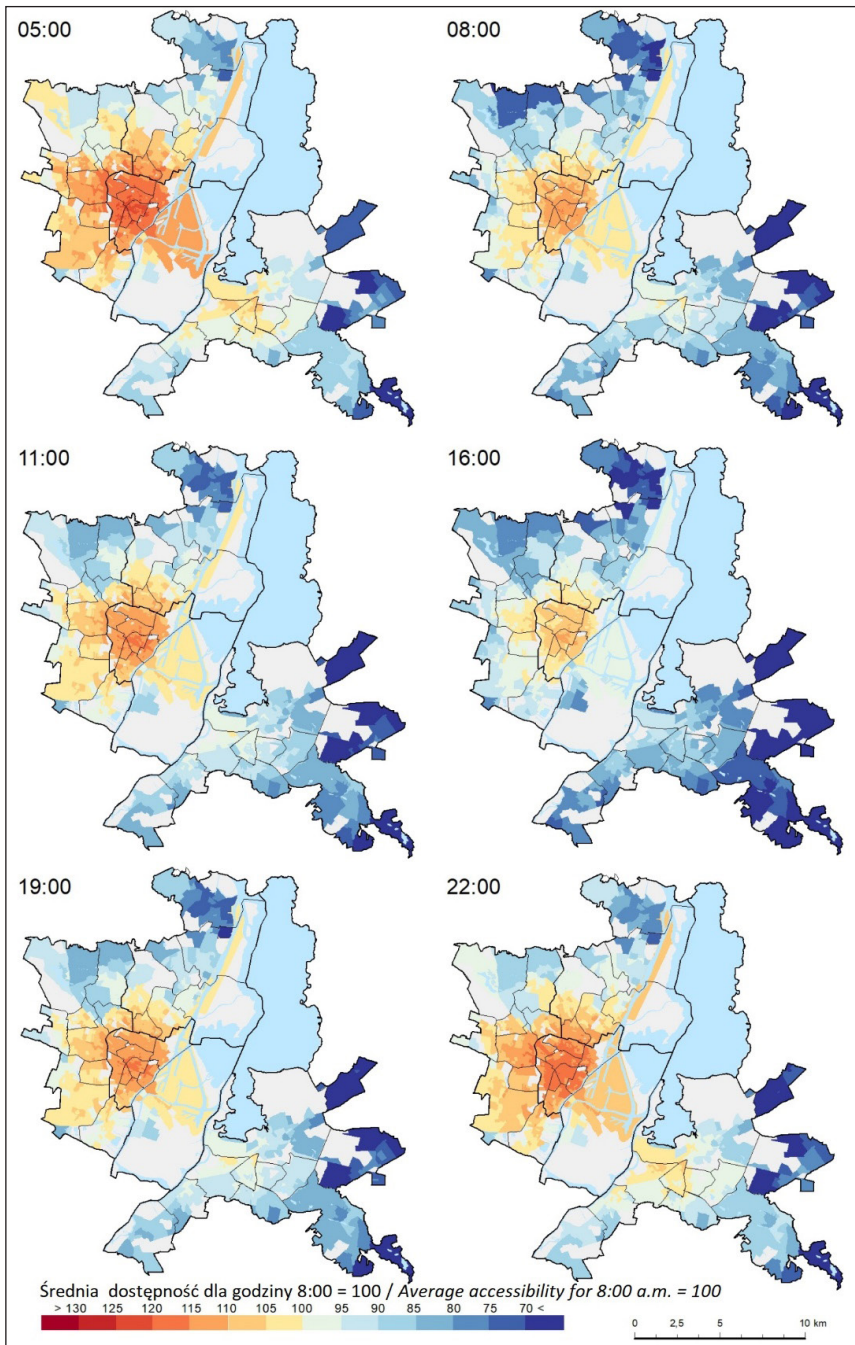
Na mapach dostępności potencjałowej, zarówno transportem publicznym jak i transportem indywidualnym, widoczne są gorzej dostępne peryferia miasta i lepiej dostępny rdzeń badanego obszaru, tj. centrum miasta. Taki układ typu rdzeń-peryferie wynika ze specyfiki wyników dostępności potencjałowej, który to model oparty jest na grawitacji (Rykiel, 1997; Stępnik i Goliszek, 2017). Wyniki dostępności potencjałowej transportem publicznym wskazują, że najwyższe wartości obserwuje się w dzielnicy Śródmieście na osiedlu Centrum i Śródmieście-Zachód. Natomiast najniższe wartości dostępności potencjałowej były notowane na osiedlu Skolwin w dzielnicy Północ oraz na osiedlu Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce w dzielnicy Prawobrzeże. Biorąc pod uwagę wybrane godziny badania, tj. 5:00, 8:00, 12:00, 17:00 oraz 22:00, to dla wartości dostępności potencjałowej transportem publicznym widoczne jest utrzymanie pewnego stałego poziomu w ciągu doby (ryc. 5.1).

Najwyższe wartości dostępności potencjałowej transportem indywidualnym występowały na osiedlach Centrum, Śródmieście-Zachód i Śródmieście-Północ. Z kolei najniższe wartości dostępności potencjałowej samochodem występowały na osiedlach Załom-Kasztanowe, Wielgowo-Sławocieszce-Zdunowo i Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce w dzielnicy Prawobrzeże.





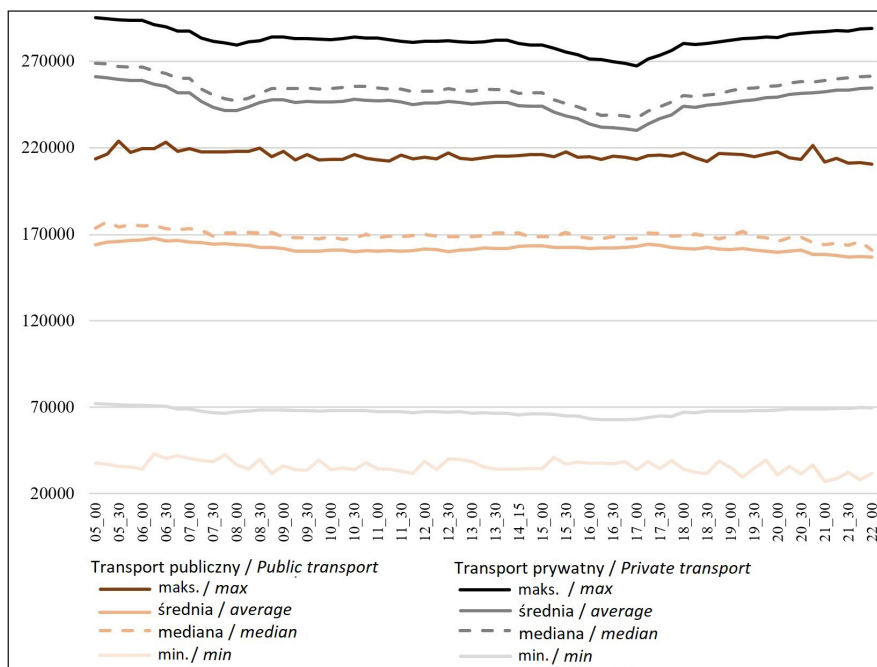
Ryc. 5.1. Dostępność potencjalowa transportem publicznym w ciągu dnia  
 Fig. 5.1. Potential accessibility by public transport during the day



Ryc. 5.2. Dostępność potencjalowa transportem indywidualnym w ciągu dnia  
 Fig 5.2. Potential accessibility by individual transport during the day



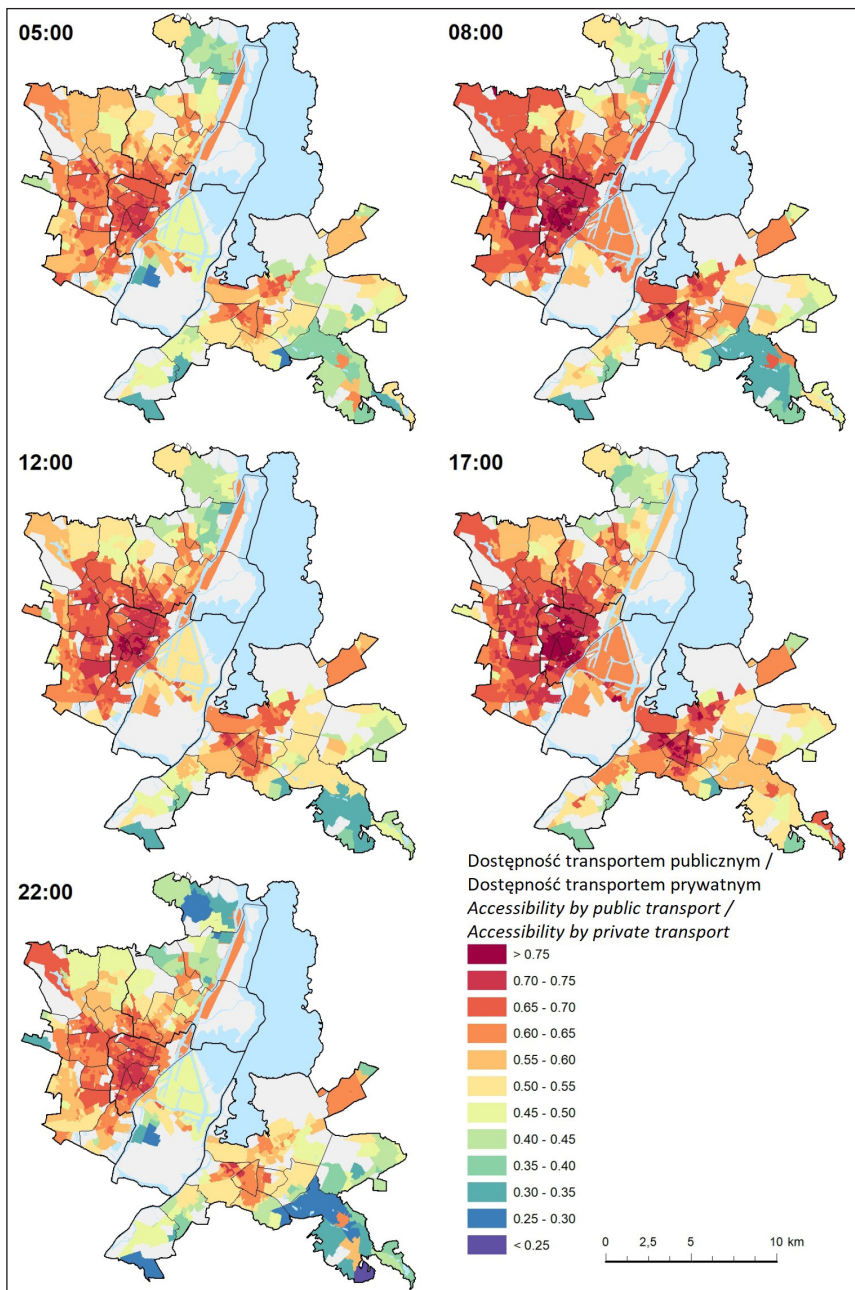
Ogólnie na mapach dostępności potencjałowej transportem publicznym występuje minimalna poprawa dostępności w godzinach szczytu, co bezpośrednio związane jest ze wzrostem częstotliwości funkcjonowania transportu publicznego. Wzrost częstotliwości przejazdu transportu publicznego w godzinach szczytu powoduje mniejszą stratę w oczekiwaniu na przesiadkę, co skraca całą podróż. Zapewne wyniki byłyby jeszcze lepsze, gdyby nie fakt, iż część autobusów musi w godzinach szczytu uczestniczyć w kongestii na drogach, co wydłuża czas podróży. Z kolei badanie dostępności potencjałowej dla tych samych godzin transportem indywidualnym wskazuje, że poza szczytem komunikacyjnym dostępność potencjałowa jest wyższa, niż w szczycie komunikacyjnym porannym i popołudniowym (ryc. 5.3). Spadek dostępności potencjałowej transportem indywidualnym w godzinach szczytu jest widoczny w całym mieście. Jednak największe różnice sięgające nawet 30%, dotyczą centrum i wschodniej części dzielnic Zachód, południowej części dzielnicy Północ oraz centralnej części dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 5.2).



Ryc. 5.3. Dostępność potencjałowa transportem publicznym i indywidualnym w ciągu dnia  
 Fig. 5.3. Potential accessibility by public and individual transport during the day

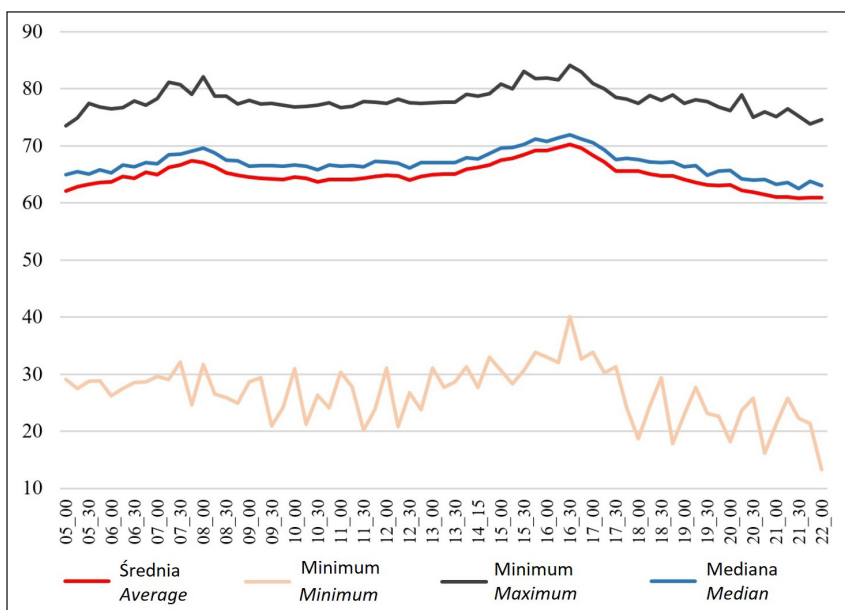
## 5.2. Różnice przestrzenne dostępności potencjałowej między transportem publicznym a samochodem prywatnym

Porównanie wyników dostępności transportu publicznego z prywatnym wskazuje, że średnia dostępność transportem indywidualnym jest 20-30% wyższa niż transportem publicznym. Zdecydowanie większe różnice na korzyść transportu indywidualnego są na obrzeżach miasta w każdej dzielnicy, przy czym największe różnice są obserwowane w dzielnicy Prawobrzeże. Na wzrost różnicy w poziomie dostępności na korzyść transportu prywatnego na obrzeżach miasta wpływa to, że w niektórych miejscach na obrzeżach miasta transport publiczny kursuje znacznie rzadziej lub w ogóle go brak (Goliszek, 2018, 2021, 2022). Niezależnie od godziny badania, w centrum Szczecina bardziej konkurencyjny czasowo był transport publiczny w stosunku do przejazdu samochodem. Z kolei biorąc pod uwagę zróżnicowanie dobowe, większe różnice między transportem indywidualnym i publicznym są w godzinach szczytu poza centrum miasta, a mniejsze w centrum. W godzinach poza szczytem dostępność potencjałowa transportem publicznym jest prawie dwa razy gorsza, nawet w pobliżu miejsc, gdzie jeździ tramwaj (ryc. 5.4). Na peryferiach miasta w godzinach poza szczytem dostępność transportem indywidualnym jest średnio trzy razy wyższa, a w skrajnych przypadkach nawet pięć razy wyższa transportem indywidualnym niż transportem publicznym. Najmniejsze różnice między dostępnością potencjałową transportem publicznym a prywatnym są w godzinach szczytu porannego i popołudniowego w centrum Szczecina w dzielnicy Śródmieście na osiedlu Niebuszewo-Bolinko oraz w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże na osiedlu Słoneczne. W dzielnicy Prawobrzeże wartość wskaźnika dostępności potencjałowej transportem publicznym sięga 83% wartości wskaźnika dostępności potencjałowej transportem indywidualnym. Na Prawobrzeżu mała różnica między transportem publicznym i prywatnym jest spowodowana głównie dobrą lokalizacją pętli tramwajowej na skraju osiedla Słoneczne w dzielnicy Prawobrzeże. Pętla tramwajowa na Prawobrzeżu wybudowana została w ramach I etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju w 2015 roku. Mała różnica w poziomie dostępności między transportem publicznym a prywatnym możliwa jest dzięki trzem liniom tramwajowym, które z Prawobrzeża jeżdżą w kierunku Śródmieścia, kończąc swój bieg w południowej części dzielnicy Północ oraz w dzielnicy Zachód. Szybki przejazd transportem publicznym z Prawobrzeża do pozostałych dzielnic sprawia, że dostępność w godzinach szczytu jest prawie na tak wysokim poziomie, jak transportem indywidualnym (ryc. 5.4 i ryc. 5.5; Goliszek, 2021).



Ryc. 5.4. Porównanie dostępności potencjalowej transportem publicznym i indywidualnym w ciągu dnia w 2018 roku na podstawie danych GTFS i Google Maps API

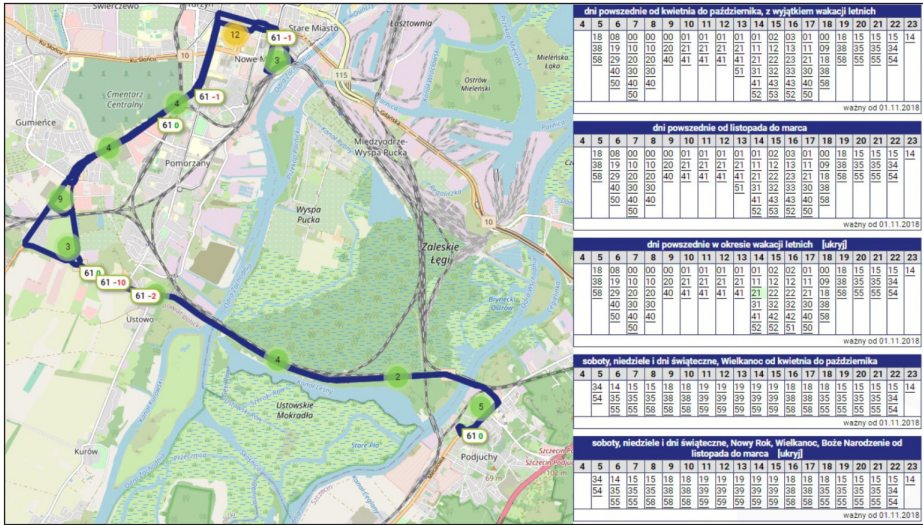
Fig. 5.4. Comparison of potential accessibility by public and individual transport during the day in 2018 based on GTFS and Google Maps API data



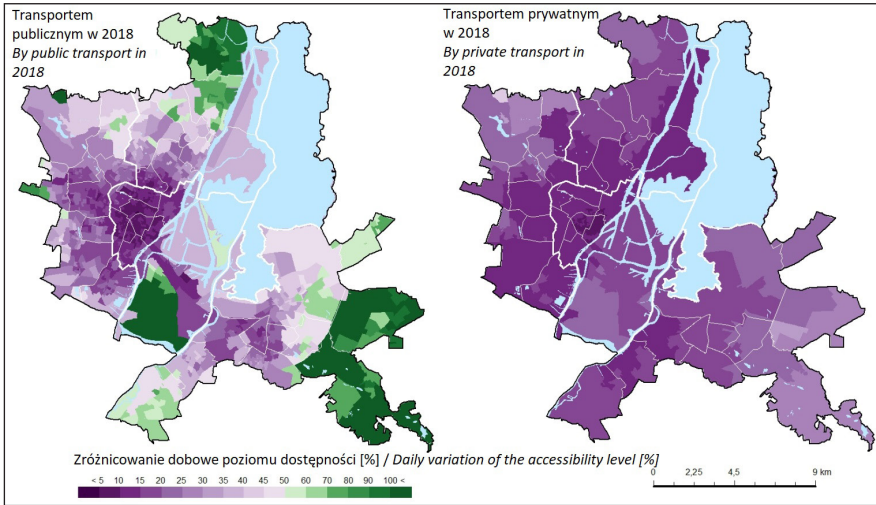
Ryc. 5.5. Dostępność transportem publicznym / dostępność transportem indywidualnym (samochodem) na podstawie danych GTFS i Google Maps API

Fig. 5.5. Accessibility by public transport / accessibility by individual transport (car) based on GTFS data and Google Maps API

Analiza dobowa zróżnicowań wyników dostępności potencjałowej transportem publicznym i prywatnym w ciągu dnia dostarcza informacji, na których osiedlach ludzie narażeni są na duże zmiany w rozkładach jazdy lub wysoką kongestię w przejazdach transportem indywidualnym. W przypadku transportu publicznego największe zróżnicowanie dostępności w ciągu doby występuje na obszarach peryferyjnych, tj. w północnej części dzielnicy Północ oraz we wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Z kolei najniższe zróżnicowanie dobowe w dostępności potencjałowej transportem publicznym występuje w dobrze dostępnych centralnych częściach dzielnic Śródmieście i Prawobrzeże, gdzie obszary lepszej dostępności i jednocześnie mniejszego zróżnicowania dobowego dostępności pokrywają się z miejscami lokalizacji linii tramwajowych (por. Wessel i Widener, 2017; Wessel i in., 2017; Widener i in., 2017; Goliszek, 2021). Na szczególną uwagę zasługują miejsca o dość niskim dobowym zróżnicowaniu dostępności potencjałowej transportem publicznym położone na Prawobrzeżu. Jest to spowodowane głównie lokalizacją pętli tramwajowej szybkiego tramwaju i jego częstym kursowaniem w ciągu dnia niezależnie od godziny. Zmiany organizacyjne polegają na uruchomieniu nowych połączeń do nowo wybudowanej pętli oraz dobrej synchronizacji rozkładów jazdy autobusów i tramwajów, przez co lepiej obsłużone są duże fragmenty dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 5.6).



Ryc. 5.6. Funkcjonowanie i przebieg linii nr 61 w ciągu dnia na podstawie OSM i ZDiTM w Szczecinie  
 Fig. 5.6. Operation and routing of line no. 61 during the day based on OSM and Roads and Public Transport Authority in Szczecin



Ryc. 5.7. Zróżnicowanie dobowe między minimum a maksimum dostępności potencjalowej w transporcie publicznym (mapa po lewej stronie) i indywidualnym (mapa po prawej stronie) w ciągu dnia na podstawie danych GTFS i Google Maps API  
 Fig. 5.7. Daily variation between minimum and maximum potential accessibility in public transport (map on the left) and individual transport (map on the right) during the day based on GTFS and Google Maps API data

Natomiast zróżnicowanie dobowe poziomu dostępności transportem indywidualnym jest zdecydowanie mniejsze niż transportem publicznym. Zatem kongestia w godzinach szczytu w mniejszym stopniu wpływa na dostępność transportem indywidualnym niż zróżnicowanie dobowe rozkładów jazdy w transporcie



publicznym. Największe odchylenia wartości dostępności potencjałowej w transporcie indywidualnym wynoszą 30% wartości minimalnej. Wysokie zróżnicowanie dobowe wskaźnika dostępności jest charakterystyczne dla północnej części dzielnicy Zachód oraz wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Mniejsze różnice w odchyleniach dostępności potencjałowej transportem prywatnym niż jest to w przypadku transportu publicznego, występują w południowej części dzielnicy Zachód oraz południowo-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Na mniejsze odchylenia w południowej części dzielnicy Zachód i południowo-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże ma wpływ druga przeprawa mostowa na drodze krajowej nr 31, która łączy obie dzielnice (ryc. 5.7). Dzięki tej przeprawie mostowej skraca się czas przejazdu z opisanych dzielnic. Wpływa ona pozytywnie na dostępność potencjałową transportem indywidualnym, również w godzinach szczytu i jednocześnie ma mniejszy wpływ na dostępność transportem publicznym (służy głównie w transporcie indywidualnym). W przypadku dostępności transportem publicznym w tych miejscach (DK31) występują większe odchylenia, ponieważ w czasie wykonywanych analiz czasowych kursował tam tylko jeden autobus w 10-minutowych odstępach czasowych, głównie w godzinach szczytu, natomiast poza szczytem kursował on już znacznie rzadziej (Goliszek, 2021). Ponadto na tym moście, w godzinach szczytu, przejazd odbywa się bez większych utrudnień (brak większej kongestii). Z kolei odmienna sytuacja jest na przeprawie mostowej na drodze nr 10 i na drodze wojewódzkiej nr 115, gdzie w godzinach szczytu jest duża kongestia i występują korki (ryc. 5.6).





## 6. Dostępność czasowa (kumulatywna) oraz iloraz potencjałów do miejsc pracy i usług edukacyjnych

### 6.1. Dostępność kumulatywna do miejsc pracy

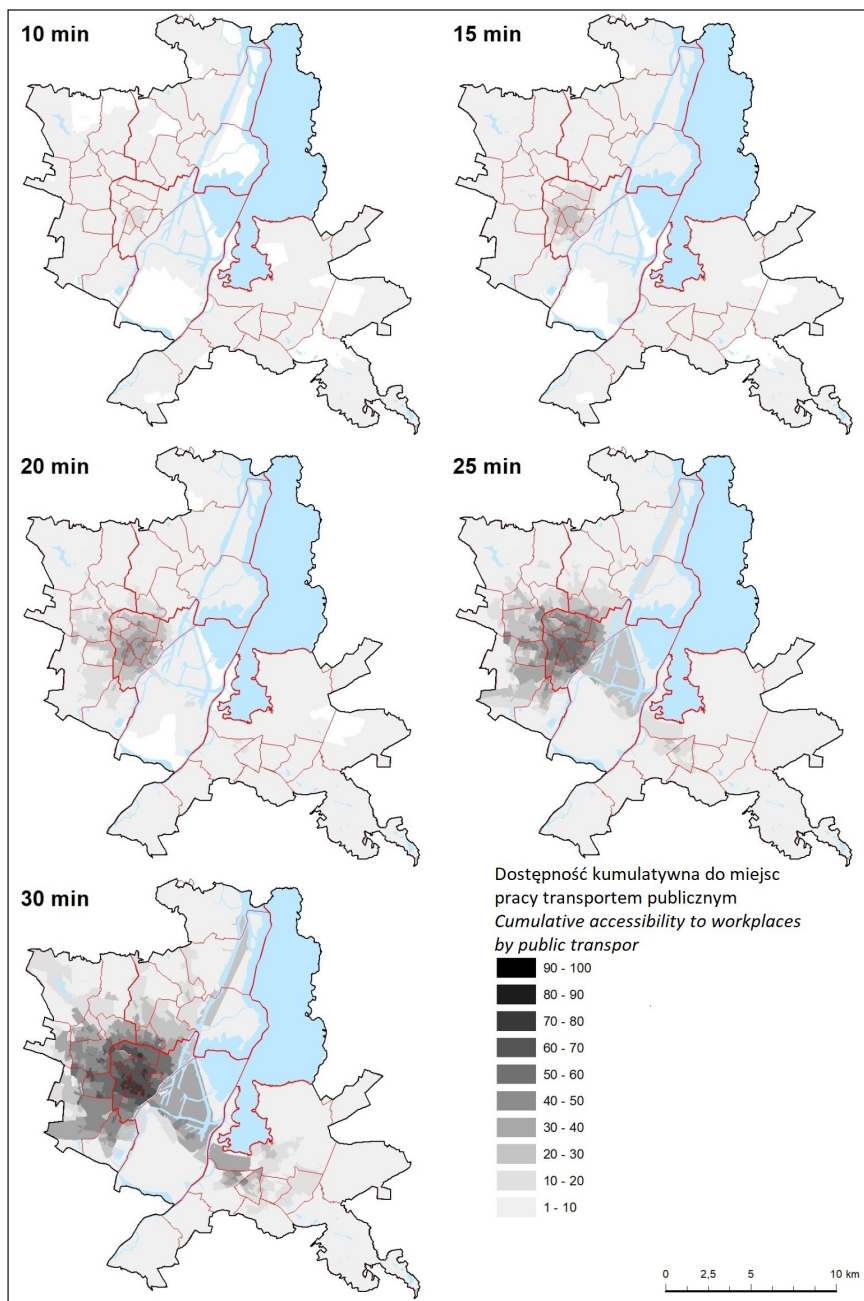
Dostępność kumulatywna jest to miara możliwości dostępnych w danym rejonie transportowym w ustalonym czasie lub odległości podróży. Wzór dostępności kumulatywnej jest zdefiniowany jako:

$$A_i = \sum_{j=1}^j B_j O_j \quad (1)$$

gdzie:  $A_i$  to dostępność mierzona w rejonie spisowym  $i$  do potencjalnych aktywności w rejonie transportowym  $j$ ,  $O_j$  z możliwością zajścia interakcji do  $j$ .  $B_j$  przyjmuje wartość binarną równą 1, jeśli rejon transportowy  $j$  mieści się w określonym progu czasowym od regionu  $i$ . Jeżeli wartość czasu jest za wysoka to  $B_j = 0$ .

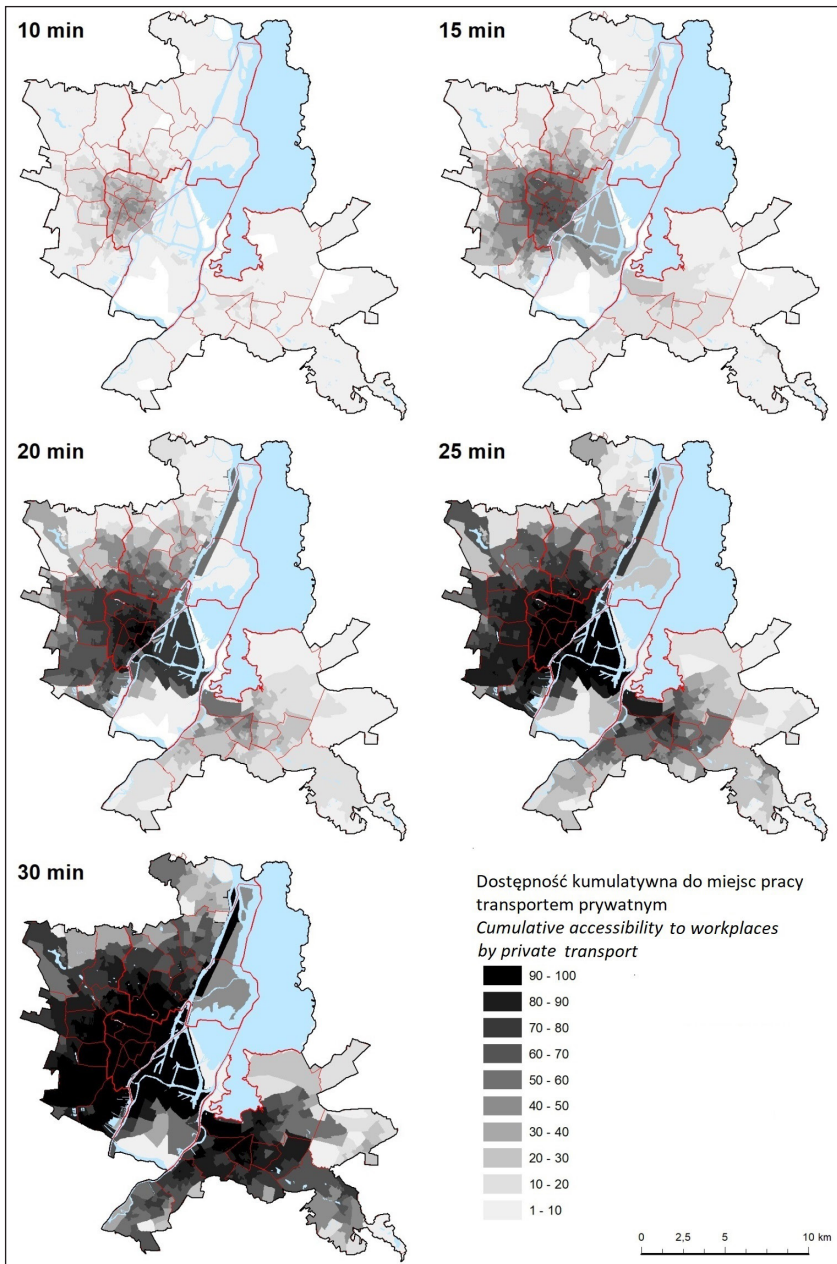
Dostępność kumulatywną przedstawiono za pomocą udziałów wszystkich miejsc pracy w Szczecinie dostępnych w zależności od przyjętego maksymalnego czasu podróży, tj. dla 10, 15, 20, 25 i 30 minut. Analiza dostępności kumulatywnej została wykonana dla godziny 8:00. Rezultaty dostępności kumulatywnej transportem publicznym pokazują, że w całym mieście są miejsca, skąd można w ciągu 10 minut dojechać do choćby jednego miejsca pracy. Najwięcej miejsc pracy transportem publicznym można osiągnąć w przedziale do 10 minut w okolicy centrum miasta w dzielnicy Śródmieście. W maksymalnym czasie do 20 minut przejazdu najwyższy poziom dostępności kumulatywnej jest również w dzielnicy Śródmieście, w której w zakładanym czasie osiągnąć można nawet 40% wszystkich miejsc pracy. W Szczecinie, jeżeli jest się mieszkańcem centrum miasta, to najszybciej, do 30 minut, można dojechać nawet do 70-80% miejsc pracy. Dobra dostępność kumulatywna jest również w południowej części dzielnicy Zachód. Tam dojechać można do prawie 40% miejsc pracy w Szczecinie w maksymalnym czasie do 30 minut (Goliszek i in., 2020). Relatywnie dobra dostępność kumulatywna jest również na

trasie przejazdu z dzielnicy Prawobrzeże w kierunku centrum miasta oraz w jej centralnej części (ryc. 6.1).



Ryc. 6.1. Dostępność kumulatywna miejsc pracy w Szczecinie w zależności od maksymalnego czasu podróży transportem publicznym na podstawie danych GTFS

Fig. 6.1. Cumulative accessibility to workplaces in Szczecin in relation to maximum travel time by public transport based on GTFS data



Ryc. 6.2. Dostępność kumulatywna miejsc pracy w Szczecinie w zależności od maksymalnego czasu podróży transportem indywidualnym (samochód prywatny) na podstawie danych Google Maps API

Fig. 6.2. Cumulative accessibility to workplaces in Szczecin in relation to maximum travel time by individual transport (private car) based on Google Maps API data

Analogicznie w transporcie indywidualnym (samochód prywatny), w 10 minut z centrum miasta dojechać można do około 30% miejsc pracy w mieście. W 20 minut samochodem w Szczecinie można było w 2018 roku dojechać z centrum do prawie 70% miejsc pracy w mieście. Z kolei miejsca najgorzej dostępne samochodem, w tym przedziale czasowym, to wschodnia część dzielnicy Prawobrzeże, północna część dzielnicy Północ oraz północno-wschodnia część dzielnicy Zachód. W maksymalnym czasie przejazdu do 30 minut samochodem wszystkie miejsca pracy w 2018 roku można było osiągnąć w centrum dzielnicy Śródmieście, w południowej części dzielnicy Północ, wschodniej części dzielnicy Zachód i centralnej części dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 6.2).

Porównanie dostępności kumulatywnej miejsc pracy transportem publicznym i prywatnym obrazuje różnice w możliwościach osiągnięcia miejsc pracy w zależności od wyboru środka transportu.

Najwyższe różnice w dostępności kumulatywnej do 10 minut czasu przejazdu transportem publicznym i prywatnym są w centralnej części dzielnicy Śródmieście. Różnice w tej części Śródmieścia sięgają do 30-40% na korzyść samochodu prywatnego. Jednak trzeba zwrócić uwagę, że przy krótkich podróżach trudno jest uchwycić różnice między transportem publicznym i prywatnym, ponieważ są one mniejsze niż dla długich podróży. Zdecydowana większość podróży trwających poniżej 10 minut, w tym podróże do miejsc pracy, odbywa się pieszo (ryc. 6.3).

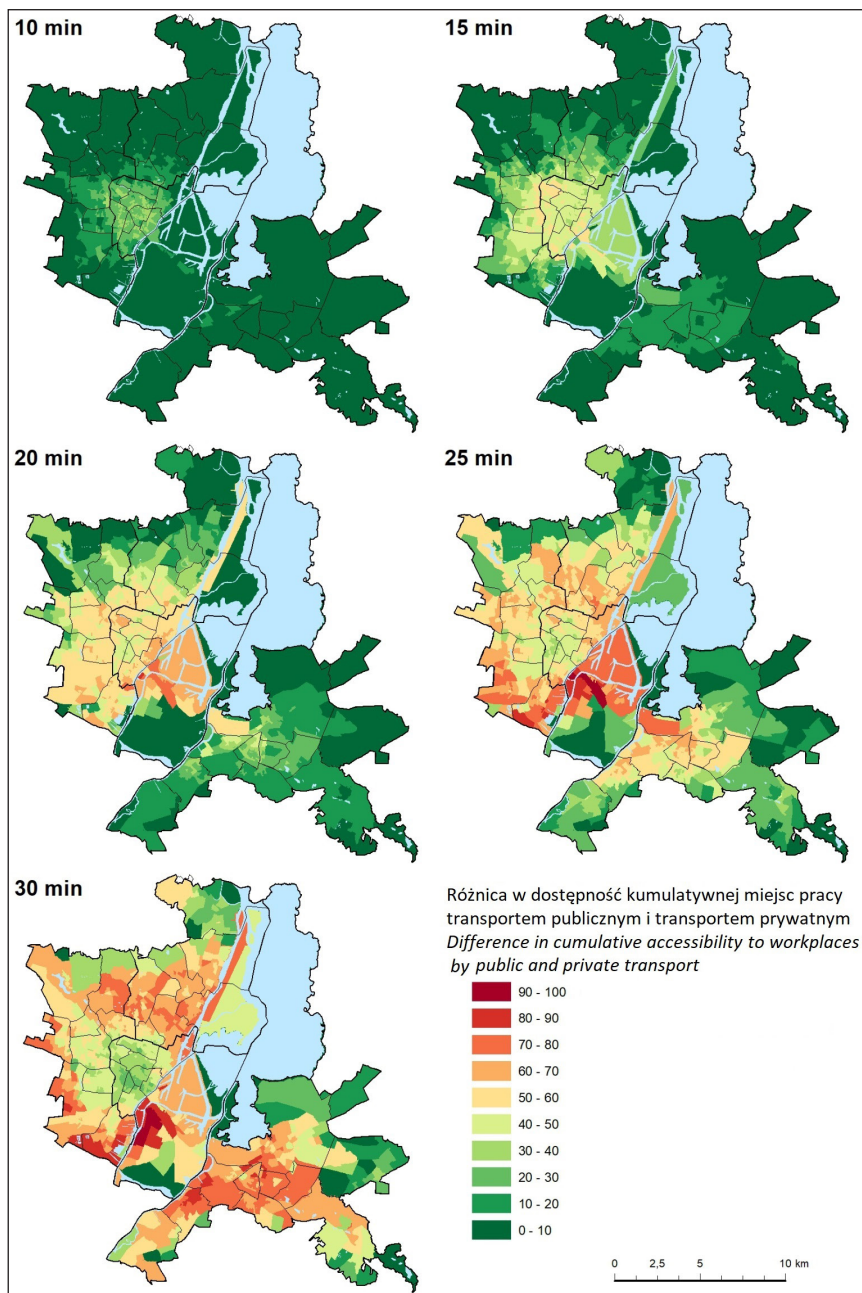
Do 15 minut przejazdu transportem publicznym i prywatnym do miejsc pracy wzrasta obszar przewagi przejazdu samochodem, która to przewaga widoczna jest już w południowej części dzielnicy Północ oraz wschodniej części dzielnicy Zachód. Najwyższe różnice na korzyść transportu indywidualnego, sięgające nawet 50% występują na obrzeżach w centralnej części dzielnicy Śródmieście (ryc. 6.3).

Obszar danych różnic w dostępności kumulatywnej do miejsc pracy w czasie przejazdu 20 minut samochodem i transportem publicznym, coraz bardziej zaczyna się przesuwać w ujęciu przestrzennym z okolicy centrum do dzielnic otaczających. Ponad 50-procentowa różnica na korzyść transportu prywatnego jest zauważalna w całej południowej części dzielnicy Zachód. Podobna sytuacja ma miejsce w południowej części dzielnicy Północ. W analizowanym czasie wzrasta przewaga dostępności kumulatywnej samochodem prywatnym na osiedlu Dąbie w dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 6.3).

Najwyższe różnice na korzyść przejazdu samochodem, do 25 minut podróży do miejsca pracy, pojawiły się w południowej części dzielnicy Zachód, południowo-zachodniej części dzielnicy Północ oraz w północno-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Najwyższa różnica na korzyść przejazdu samochodem odnotowana została na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście, gdzie miejscami sięgała nawet 80-90% na korzyść samochodu prywatnego (ryc. 6.3).

Najwyższą różnicę na korzyść przejazdu samochodem, do 30 minut w osiągnięciu miejsc pracy, odnotowano w zachodniej części dzielnicy Zachód, centralnej oraz południowej części dzielnicy Północ i na Prawobrzeżu. Najwyższa różnica na korzyść przejazdu samochodem prywatnym odnotowana została na osiedlu

Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście tej części osiedla różnica sięgała nawet do 90% miejsc pracy (ryc. 6.3).



Ryc. 6.3. Różnica w dostępności kumulatywnej do miejsc pracy w Szczecinie transportem publicznym i prywatnym na podstawie danych GTFS i Google Maps API

Fig. 6.3. Difference in cumulative accessibility to workplaces in Szczecin by public and private transport based on GTFS and Google Maps API data



## 6.2. Iloraz potencjałów. Analiza popytowo-podażowa miejsc pracy

Piątą metodą w pracy, obok najbliższej odległości, odsetka ludności, dostępności kumulatywnej i dostępności potencjałowej, jest iloraz potencjału. Metoda ta uwzględnia aspekt konkurencyjności między popytem na usługi a podażą usług. W analizie popytowo-podażowej uwzględniono potencjał ludności w wieku 18-60/65 oraz potencjał miejsc pracy.

Oznaczono potencjał ludności w wieku produkcyjnym, jako  $POP_{18-65}$  oraz liczbę miejsc pracy - MP. Wzór dostępności potencjałowej dla wybranej kategorii wiekowej ludności wygląda następująco:

$$A_i(POP_{18-65})_i = \sum_j POP_{18-65} f(t_{ij}) \quad (3)$$

Analogiczne równanie dostępności potencjałowej jak w przypadku dostępności do populacji w wieku produkcyjnym  $POP_{18-65}$  zostało wykorzystane do analizy dostępności liczby miejsc pracy-MP:

$$A_i(MP)_i = \sum_j MP_j f(t_{ij}) \quad (4)$$

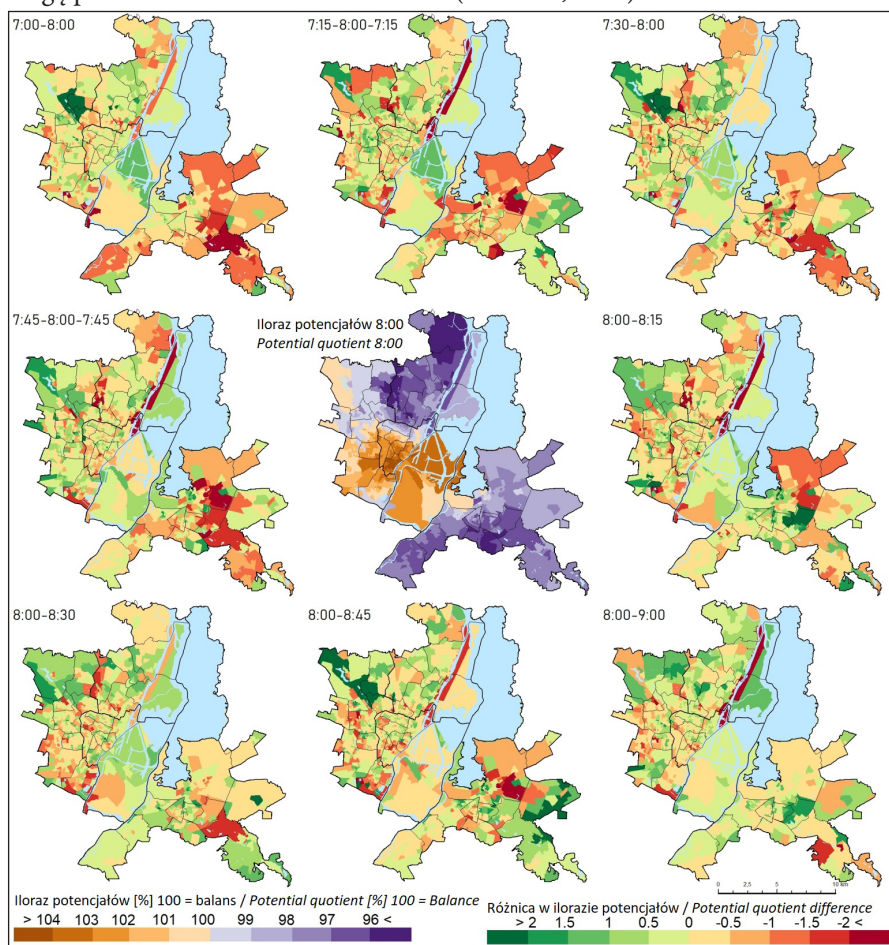
Istnieje wiele opracowań poświęconych dojazdom do miejsc pracy. Termin „potencjał miejsc pracy” został użyty m.in. przez M. E. O’Kelly i W. Lee (2005), M. E. O’Kelly i M. A. Niedzielskiego (2008), M. A. Niedzielskiego i E. E. Boschmanna (2014). Stosunek potencjału miejsc pracy i potencjału ludności w wieku produkcyjnym w obwodach spisowych przedstawiony został jako **iloraz potencjałów** ( $Q_i$ ) i przyjmuje wzór:

$$Q_i = \frac{A(MP)_i}{A(POP_{60/65})_i} \quad (5)$$

Wyniki analizy popytowo-podażowej w formie ilorazu potencjałów podaży miejsc pracy oraz ludności w wieku produkcyjnym (18-65M i 18-60K) przedstawiono na dwóch zestawach map. Na pierwszym zobrazowano wskaźnik dla transportu publicznego (ryc. 6.4), na drugim przedstawiono **iloraz potencjałów** dla transportu prywatnego (ryc. 6.5). Dla obu zestawów map czas badania obejmuje godziny między 7:00 a 9:00 w 15-minutowych odstępach czasowych. Przy czym dla godziny 8:00 zaprezentowano zróżnicowanie wyników poziomu dostępności, a dla pozostałych momentów w porannej godzinie szczytu – odchylenia procentowe poziomu dostępności względem wyników z godz. 8:00 (Goliszek, 2022).

Na mapie ilorazu potencjałów transportem publicznym widoczne są strefy zarówno nadwyżki potencjału ludności jak i nadwyżki potencjału miejsc pracy. W przypadku analizy dotyczącej transportu publicznego występuje większe jest zróżnicowanie przestrzenne wyników i większe odchylenia względem równowagi między potencjałami, niż to ma miejsce dla transportu indywidualnego. Rycina numer 6.4 (godz. 8:00) obrazuje nadwyżkę potencjału miejsc pracy

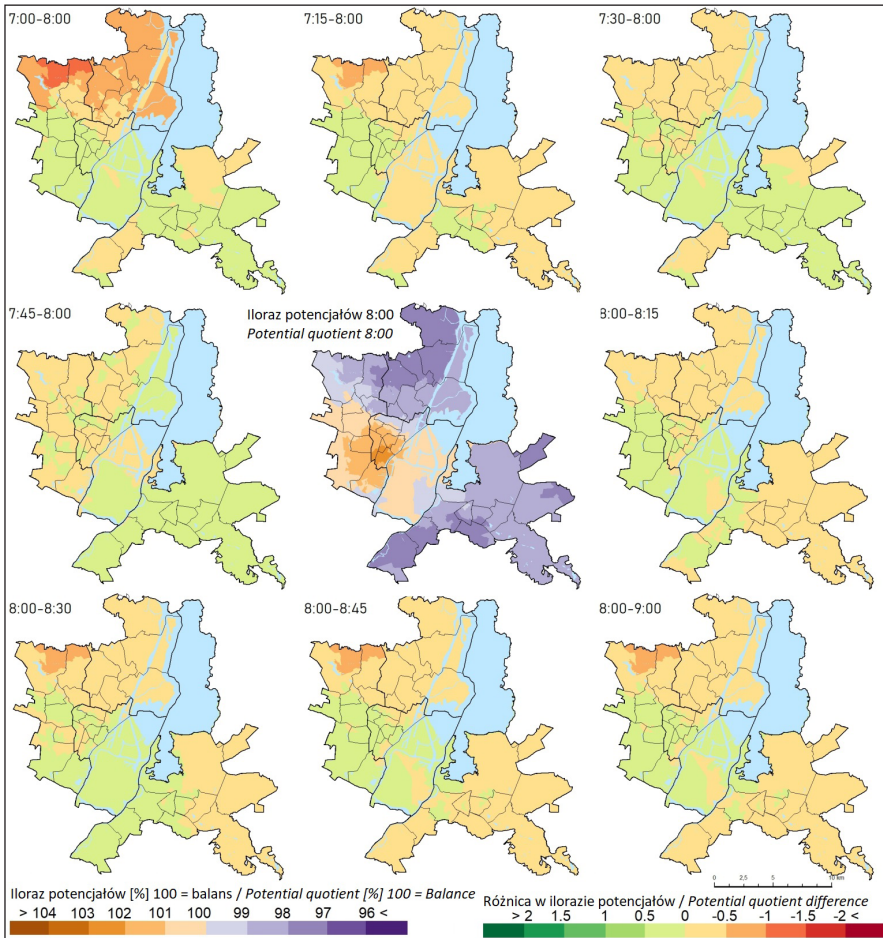
w większości dzielnicy Śródmieście, w południowej części dzielnicy Zachód oraz na Międzyodrzu-Wyspie Puckiej, przy czym najwyższa wartość ilorazu potencjałów jest w okolicy osiedla Nowe Miasto w pobliżu dworca głównego PKP w Szczecinie. Natomiast wyraźna nadwyżka potencjału osób w wieku produkcyjnym widoczna jest na peryferiach miasta, przede wszystkim w północnej części dzielnicy Północ, południowej części dzielnicy Prawobrzeże, a także północnej części dzielnicy Zachód. Widoczna jest również duża zmienność ilorazu potencjałów w ciągu porannego szczytu komunikacyjnego w transporcie publicznym. Ze względu na fakt, iż nadwyżka potencjału osób w wieku produkcyjnym występuje w peryferyjnych osiedlach miasta, przede wszystkim w północnej części Szczecina oraz na wschód w dzielnicy Prawobrzeże, a nadwyżka potencjału miejsc pracy w centrum miasta, to przepływy osób w ciągu dnia w obu kierunkach, tj. między peryferyjnymi osiedlami na Północy i na Prawobrzeżu a centrum miasta, są duże i mogą powodować utrudnienia w ruchu (Goliszek, 2022).



Ryc. 6.4. Iloraz potencjałów miejsc pracy dla 8:00 i różnica w ilorazie potencjałów w przedziale między 7:00 a 9:00 transportem publicznym na podstawie danych GTFS

Fig. 6.4. Potential workplaces quotient for 8:00 and difference in potential quotient between 7:00 and 9:00 by public transport based on GTFS data

Analogiczna analiza ilorazu potencjałów miejsc pracy i ludności w wieku produkcyjnym dla transportu prywatnego ukazuje mniejsze różnice między poszczególnymi dzielnicami i osiedlami niż ma to miejsce dla transportu publicznego. Wyniki analizy ilorazu potencjałów są bardziej wygładzone (w porównaniu do wyników dla transportu publicznego), lecz nadal nadwyżka potencjału miejsc pracy nad potencjałem liczby osób w wieku produkcyjnym jest widoczna w tych samych częściach miasta, tj. na osiedlu Nowe Miasto – dzielnica Śródmieście, a nadwyżka potencjału ludności jest na Prawobrzeżu i w północnych częściach miasta.



Ryc. 6.5. Iloraz potencjałów miejsc pracy dla 8:00 i różnica w ilorazie potencjałów w przedziale między 7:00 a 9:00 transporcie prywatnym na podstawie danych GTFS

Fig. 6.5. Potential workplaces quotient for 8:00 am and difference in potential quotient between 7:00 and 9:00 am by private transport based on GTFS data

Na tych samych mapach (ryc. 6.5) porównane zostały wyniki dla godz. 8:00 z pozostałymi profilami czasowymi wykonanymi w 15-minutowych przedziałach. Na mapach ilorazu potencjałów uwzględniających przejazd samochodem prywatnym dysproporcje są największe między godzinami 7:00 a 8:00, widoczne są

w północnej części Szczecina. Pozostałe profile czasowe z 8:00 nie dają znaczących odchyień, a na wszystkich mapach zaznaczają się większa różnica w północnej części dzielnicy Zachód, w całej części dzielnicy Północ oraz w całej dzielnicy Prawobrzeże. Mniejsze różnice między ilorazami występują w południowej części dzielnicy Zachód i gęściej zamieszkałej części dzielnicy Śródmieście (ryc. 6.5). Mapy ilorazu potencjału transportem prywatnym z godzin 7:00 i 9:00 są bardziej wygładzone, wszystkie wyniki znajdują się bliżej równowagi potencjałów (wartość 100).

Na rycinie 6.4, pomiędzy godz. 8:00 a pozostałymi godzinami analizy transportem publicznym, widoczne są większe odchylenia między ilorazem potencjałów. Na mapie obrazującej zróżnicowanie ilorazu potencjału transportem publicznym widoczne są duże obszary spadku lub wzrostu wskaźnika, jak również duże zróżnicowanie wewnątrz samej dzielnicy i osiedla (Blumenberg i Ong, 2001).

Porównując poszczególne profile czasowe dla godzin między 7:00 a 9:00 transportem publicznym i prywatnym, zaznaczają się większe wahania przy transporcie publicznym, a obraz różnic przypomina mozaikę. Wahania czasu przejazdu transportem publicznym wynikają z uwzględnienia w przejeździe harmonogramu funkcjonowania transportu publicznego według określonego rozkładu jazdy. W przypadku transportu prywatnego odchylenia czasowe są niższe, ponieważ kongestia zazwyczaj ma charakter liniowy.

### 6.3. Dostępność kumulatywna do placówek edukacji

W Polsce zgodnie z art. 35 ust. 2 ustawy Prawo oświatowe<sup>30</sup> jest obowiązek szkolny dziecka. Wyniki dostępności kumulatywnej wyrażone zostały za pomocą procentu placówek oświatowych w Szczecinie dostępnych w maksymalnym czasie do 15 i 30 minut przejazdu transportem publicznym i prywatnym. Placówki oświatowe, które biorą udział w analizie to: przedszkola i punkty przedszkolne (przedszkola), szkoły podstawowe oraz gimnazja i szkoły ponadgimnazjalne (szkoły ponadpodstawowe). Na mapach widoczne są białe plamy, które oznaczają miejsca, z których do wybranej usługi oświatowej nie jesteśmy w stanie dotrzeć w określonym czasie transportem publicznym i prywatnym (samochodem).

**Transport publiczny.** Dostępność kumulatywna do przedszkoli i punktów przedszkolnych w maksymalnym czasie do 15 min przejazdu transportem publicznym w dużym stopniu uwzględnia również możliwości przejścia pieszego między miejscem zamieszkania a placówką edukacyjną. W założonym przedziale czasowym dostępność do przynajmniej jednego przedszkola obserwuje się w prawie całym lewobrzeżnym Szczecinie, z wyjątkiem obszaru położonego w północno-zachodniej części dzielnicy Zachód oraz północnego fragmentu dzielnicy Północ. Niskie wartości dostępności kumulatywnej lub nawet brak możliwości dojazdu

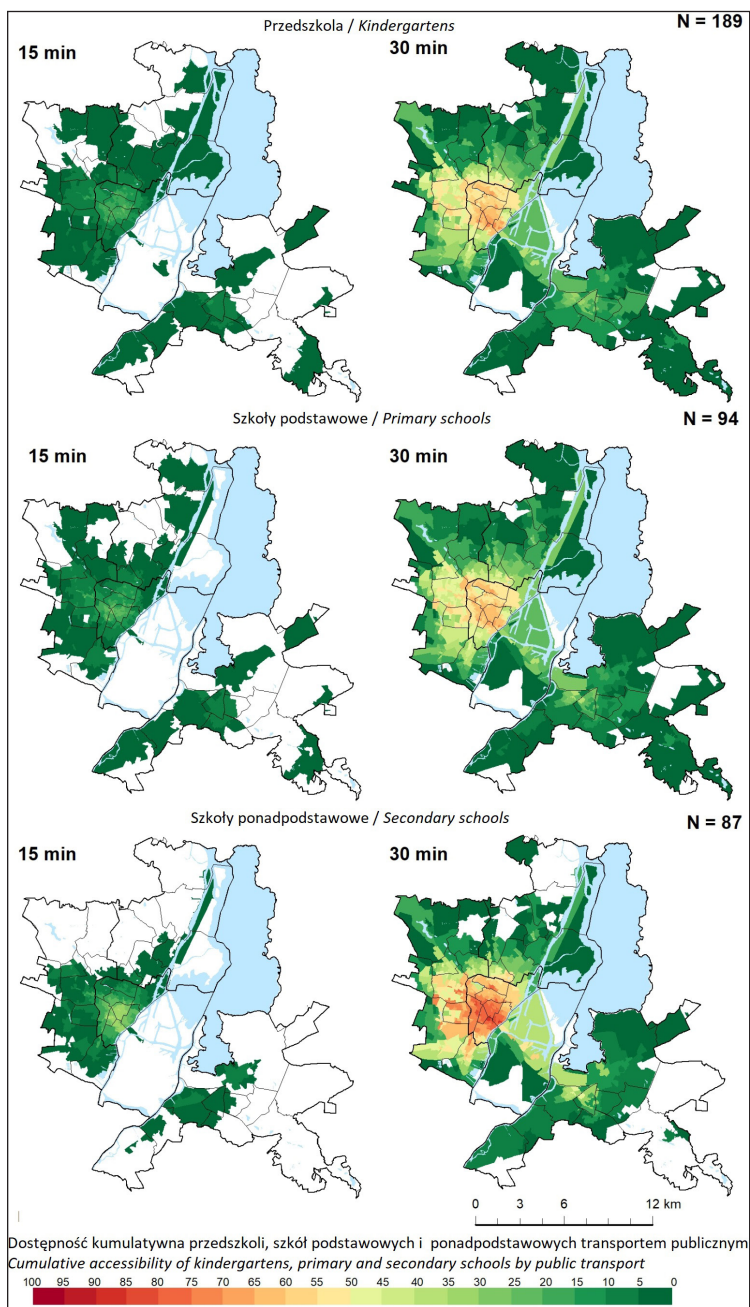
<sup>30</sup> Zgodnie z art. 35 ust. 2 ustawy Prawo oświatowe, obowiązek szkolny dziecka rozpoczyna się z początkiem roku szkolnego w roku kalendarzowym, w którym dziecko kończy 7 lat oraz trwa do ukończenia szkoły podstawowej, nie dłużej jednak niż do ukończenia 18 roku życia.



(w tym przejścia pieszego) obserwuje się w dzielnicy Prawobrzeża, zwłaszcza w jej wschodniej części. Z kolei dla czasu podróży do 30 minut (wzrost dwukrotny w relacji do poprzedniej analizy) dostępne jest przynajmniej jedno przedszkole lub punkt przedszkolny na obszarze prawie całego miasta. Najwyższa wartość procentowa dostępnych przedszkoli sięgająca ok. 50% wszystkich przedszkoli w mieście jest w centrum miasta w dzielnicy Śródmieście oraz w centralnej części dzielnicy Zachód. Z kolei brak dostępności do przedszkoli w czasie 30 minut występuje jedynie w północno-wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Ludność zamieszkująca ten obszar w dojazdach do przedszkola, jeżeli ma potrzebę dotarcia w ciągu 30 minut do najbliższego przedszkola, musi użyć samochodu (ryc. 6.6).

Rozkład wyników dostępności kumulatywnej do szkół podstawowych w czasie dojazdu do 15 min jest podobny jak w przypadku przedszkoli. Najlepiej dostępne są szkoły w centralnej części miasta, a najgorzej dostępne są szkoły w północno-zachodniej części dzielnicy Zachód i północne fragmenty dzielnicy Północ, a także na rozległych obszarach w dzielnicy Prawobrzeże. Przy czym w północnej części dzielnicy Północ obszar braku dostępu do szkoły podstawowej w obrębie 15 minut dojazdu jest bardziej rozległy, zahaczając także o północno-wschodni fragment dzielnicy Zachód. Obszar dostępu transportem publicznym do 15 minut w dzielnicy Prawobrzeże obejmuje centrum (osiedla Śródmieście) i południowo-zachodnią część dzielnicy. Z kolei w czasie do 30 minut przejazdu występuje jedynie w północno-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Najwyższe wartości poziomu dostępności kumulatywnej w czasie do 30 min są w centrum miasta oraz w centralnej części dzielnicy Zachód i południowej części dzielnicy Północ (ryc. 6.6).

W przypadku szkół ponadpodstawowych, w czasie do 15 minut, brak jest dostępu do placówek na rozległym obszarze dzielnicy Północ, w północnej części dzielnicy Zachód oraz w prawie całej dzielnicy Prawobrzeże z wyjątkiem centralnej jej części. Przejazdu do 30 min transportem publicznym do najbliższej szkoły ponadpodstawowej nie mają możliwości nastolatki z północnej części dzielnicy Północ oraz ze wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Najwyższa dostępność, sięgająca nawet 80% wszystkich szkół dostępnych w pół godziny jest w dzielnicy Śródmieście. Duże obszary dobrej dostępności kumulatywnej sięgającej 50% wszystkich szkół występują w centralnej części dzielnicy Zachód, a mniejsze w południowej części dzielnicy Północ. Na dużą uwagę zasługują w tym miejscu obszary, gdzie zlokalizowane są przystanki szybkiego tramwaju. Obszary te cechują się lepszą dostępnością niż tereny znajdujące się wokół nich. Lokalizacja większości szkół ponadpodstawowych, które położone są w centrum miasta oraz dogodny dojazd do nich szybkim tramwajem sprawia, że duża część dzielnicy Prawobrzeże ma dostęp do szkół ponadpodstawowych na wysokim poziomie sięgającym w niektórych częściach dzielnicy (przede wszystkim w pobliżu przystanków szybkiego tramwaju) prawie 50% wszystkich placówek edukacyjnych tego typu w mieście (ryc. 6.6).

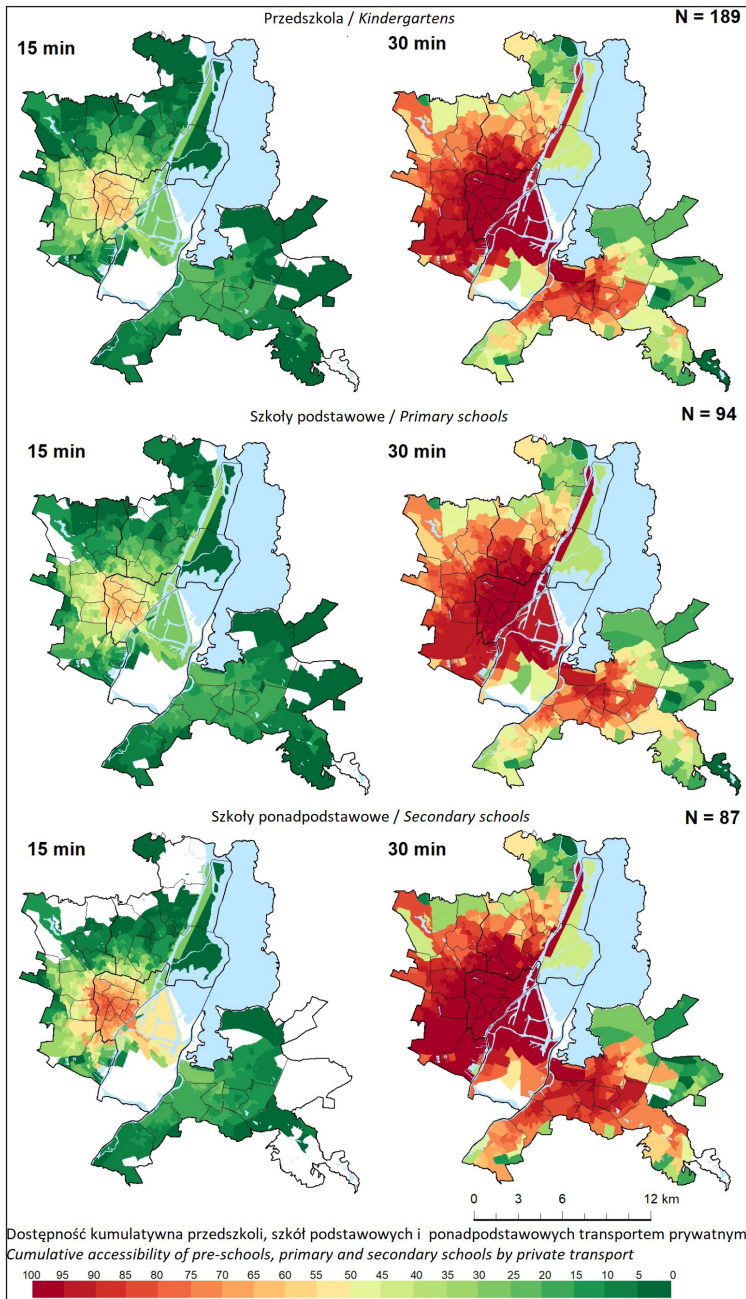


Ryc. 6.6. Dostępność kumulatywna przedszkoli, szkół podstawowych i ponadpodstawowych transportem publicznym na podstawie danych GTFS

Fig. 6.6. Cumulative accessibility of kindergartens, primary and secondary schools by public transport based on GTFS data

**Transport prywatny.** Wyniki dostępności kumulatywnej do przedszkoli transportem prywatnym pokazują, że izochroną do 15 min czasu przejazdu pokryte jest niemalże, całe miasto, z wyjątkiem małych fragmentów zlokalizowanych na





Ryc. 6.7. Dostępność kumulatywna przedszkoli, szkół podstawowych i ponadpodstawowych transportem prywatnym na podstawie danych Google Maps API  
 Fig. 6.7. Cumulative accessibility of kindergartens, primary and secondary schools by private transport based on Google Maps API data

obrzeżach miasta i obszarów peryferyjnych wewnątrz dzielnic. Najwyższe wartości dostępności kumulatywnej do przedszkoli można zauważyć w centralnej części

Śródmieścia (ponad połowa przedszkoli w mieście dostępna w czasie do 15 minut). Najwyższe notowane wartości dostępności kumulatywnej transportem prywatnym, w czasie do 30 minut przejazdu, sięgają ponad 90% przedszkoli w mieście. Są to rozległe obszary w południowej części dzielnicy Północ, południowej części dzielnicy Zachód, zamieszkałej, portowej części dzielnicy Śródmieście oraz północno-zachodniej części dzielnicy Prawobrzeże. Najgorsza dostępność do przedszkoli w czasie przejazdu 30 min transportem prywatnym jest w południowej części dzielnicy Śródmieście, wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże oraz północnej części dzielnicy Północ (ryc. 6.7).

Wyniki dostępności kumulatywnej w czasie do 15 minut przejazdu wskazują miejsca, z których nie można dojechać do żadnej szkoły podstawowej. Takie miejsca zlokalizowane są w Szczecinie w północno-zachodniej części dzielnicy Zachód, północno-zachodniej i północnej części dzielnicy Północ, południowej części dzielnicy Śródmieście oraz w części dzielnicy Prawobrzeże. Prawie wszystkie szkoły podstawowe w mieście są w zasięgu 30 minut jazdy samochodem z centralnej części dzielnicy Śródmieście, południowej części dzielnicy Zachód oraz północno-zachodniej i centralnej części dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 6.7). Najgorsza dostępność kumulatywna do szkół podstawowych jest w północno-wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże oraz północnej części dzielnicy Północ.

Miejsca, skąd jest brak możliwości dojazdu do najbliższej szkoły ponadpodstawowej w 15 minut samochodem, zlokalizowane są w północnym pasie przy granicy miasta w dzielnicy Zachód i Północ. Taki sam czas dojazdu potrzebny był mieszkańcom z południowej części dzielnicy Śródmieście oraz wschodnich fragmentów dzielnicy Prawobrzeże. Najwyższe wartości dostępności kumulatywnej notowane są w centrum miasta. W czasie do 30 minut przejazdu samochodem do szkół ponadpodstawowych osiągnąć można było przynajmniej jedną szkołę średnią. Wyjątkami są peryferia Szczecina, gdzie dostępność kumulatywna jest niższa. Tego typu obszary zlokalizowane są na obrzeżach dzielnicy Prawobrzeże oraz w północnej części dzielnicy Północ i północno-zachodniej części dzielnicy Zachód (ryc. 6.7).

#### **6.4. Iloraz potencjałów. Analiza popytowo-podażowa dostępności do miejsc edukacji**

Istnieje wiele opracowań poświęconych dojazdom dzieci do szkół, w szczególności na obszarach położonych peryferyjnie (Catling, 2005; Parnell i Patsarika, 2011; de Kadt i in., 2014; Lin i in., 2014; Zelinsky i Kubak, 2014; Kučerová i in., 2015; Loo i Lam, 2015; Walaszek, 2016; MacKenzie i in., 2017; Stephens i in., 2017; Gilliam i Gulløv, 2019).

W niniejszej pracy metoda ilorazu potencjałów wykorzystana w tym podrozdziale uwzględnia: dzieci w wieku 3-6 do potencjału przedszkoli, potencjału ludności w wieku 7-15 do potencjału szkół podstawowych oraz potencjału

ludności w wieku 16-18 do potencjału szkół ponadpodstawowych. Potencjał ludności w odpowiednim wieku oznaczono, jako  $POP_{3-6/7-15/16-18}$ , liczbę miejsc w przedszkolu oznaczono jako P, liczbę uczniów w szkole podstawowej – SP i liczbę uczniów w szkole ponadpodstawowej – PP. Wzór dostępności potencjałowej dla wybranej kategorii wiekowej ludności (część popytowa ilorazu) wygląda następująco:

$$A_i(POP_{3-6/7-15/16-18})_i = \sum_j POP_{3-6/7-15/16-18} f(t_{ij}) \quad (3)$$

Analogicznie równanie dostępności potencjałowej jest w przypadku części podaźowej ilorazu, tj. dostępności do liczby miejsc w przedszkolu - P, miejsc w szkołach podstawowych - SP i liczby miejsc w szkołach ponadpodstawowych – PP:

$$A_i(P / SP / PP)_i = \sum_j (P / SP / PP)_j f(t_{ij}) \quad (4)$$

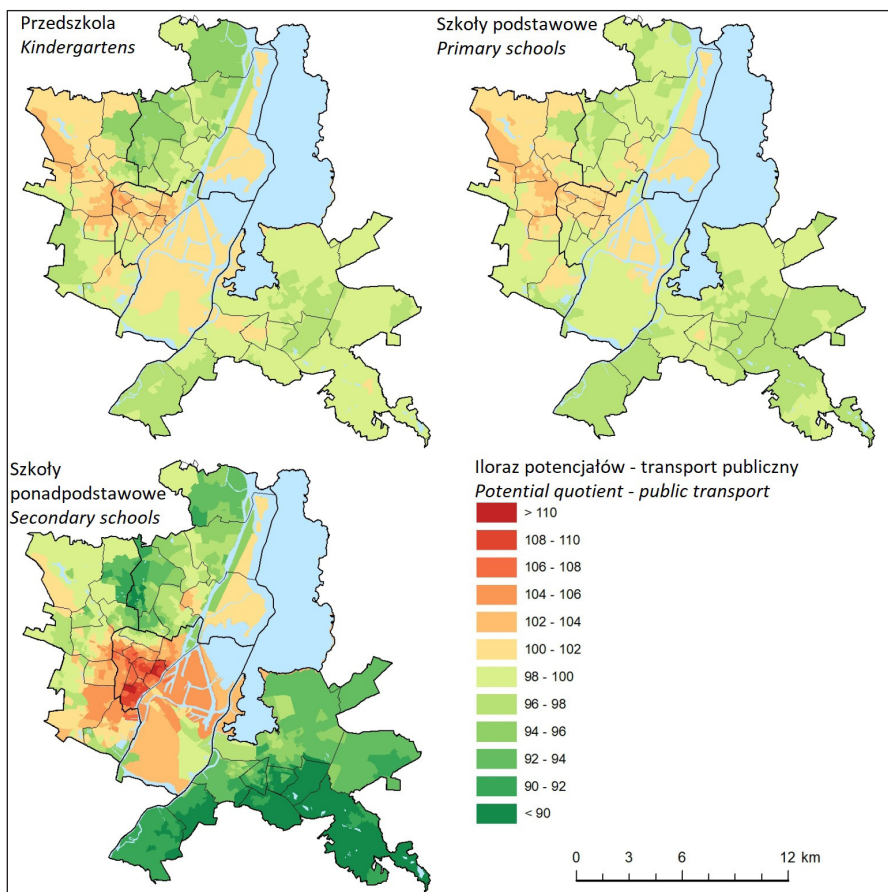
Stosunek potencjału miejsc w placówkach edukacyjnych i potencjału ludności w określonym wieku w obwodach spisowych przedstawiony został jako **iloraz potencjałów** ( $Q_i$ ) i przyjmuje wzór:

$$Q_i = \frac{A_i(P / SP / PP)_i}{A(POP_{3-6/7-15/16-18})_i} \quad (5)$$

**Iloraz potencjałów** dotyczy potencjału miejsc w przedszkolach i punktach przedszkolnych (przedszkola), szkołach podstawowych (gimnazjach) oraz w szkołach ponadpodstawowych w relacji do potencjału ludności w wieku, odpowiednio w zależności od typu szkoły: 3-6, 7-15 i 16-18 lat. Wyniki analizy zostały przedstawione na dwóch rycinach: pierwsza dla transportu publicznego (ryc. 6.8.), druga – dla transportu prywatnego (ryc. 6.9). Obie mapy zostały wykonane dla godziny 8:00. Pozostałe analizy kartograficzne dla trzech rodzajów szkół (przedszkola, szkoły podstawowe, szkoły ponadpodstawowe), które przedstawiają zmienność wyników ilorazu potencjałów w okresie szczytu rannego, tj. między 7:00 a 9:00.

**Transport publiczny.** Zróżnicowanie przestrzenne wyników ilorazu potencjałów dla przedszkoli i szkół podstawowych rozkłada się bardzo podobnie. Jest to efekt powszechnego obowiązku uczęszczania do placówek edukacyjnych na tym etapie rozwoju człowieka. Wiąże się też z kolei z lokalizacją przedszkoli i szkół podstawowych praktycznie na każdym z osiedli.

Niedobór podaży miejsc w przedszkolach względem popytu na nie widoczny jest w dzielnicy Północ, zwłaszcza na osiedlu Warszewo, które mocno się rozbudowuje i powstają nowe osiedla. Podobna sytuacja ma miejsce na osiedlu Skolwin (również dzielnica Północ). Nadwyżka popytu nad podażą jest zauważalna również w części osiedla Osów w dzielnicy Zachód oraz na osiedlu Kijewo i Żydowce-Klucz w dzielnicy Prawobrzeże. Niewielka przewaga popytu nad podażą miejsc w przedszkolach jest w prawie całej dzielnicy Prawobrzeże oraz południowych częściach dzielnicy Zachód. Z kolei znacząca przewaga podaży miejsc w przedszkolach i punktach przedszkolnych jest w centralnej części dzielnicy Śródmieście oraz północno-zachodnich fragmentach dzielnicy Zachód, w miejscach ze znaczącym udziałem mieszkańców w wieku poprodukcyjnym (ryc. 6.8).



Ryc. 6.8. Iloraz potencjału miejsc w przedszkolach i szkołach podstawowych, gimnazjach i szkołach ponadpodstawowych w stosunku do potencjału liczby uczniów w wybranym wieku transportem publicznym na podstawie danych MNiSzW oraz GTFS  
 Fig. 6.8. Potential of places in kindergartens, primary, middle and secondary schools in relation to the potential of the number of pupils of selected age by public transport based on data of the Ministry of Science and Higher Education and GTFS

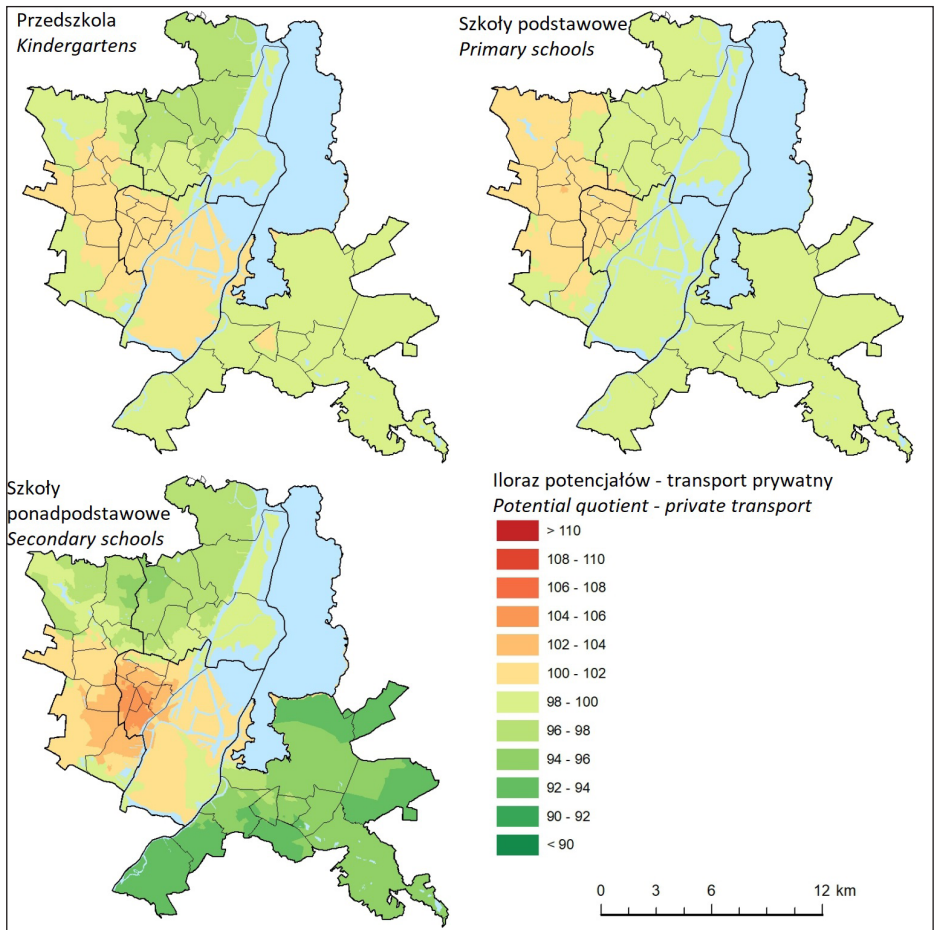
Niedobór potencjału miejsc w szkołach podstawowych względem potencjału liczby dzieci w wieku 7-15 lat jest widoczny w całej dzielnicy Prawobrzeże, w prawie całej dzielnicy Północ oraz we fragmentach osiedla Osów w dzielnicy Zachód. Natomiast przewaga dostępności miejsc w szkołach podstawowych, podobnie jak miało to miejsce w dostępności do przedszkoli, widoczna jest w centralnej części dzielnicy Śródmieście oraz północno-zachodniej części dzielnicy Zachód. Różnica w ilorazie potencjałów między miejscami dobrze wyposażonymi placówkami edukacyjnymi a obszarami niedoboru w tym zakresie, jest dla szkół podstawowych mniejsza niż w przypadku przedszkoli, co może wskazywać na właściwe rozmieszczenie tych placówek (ryc. 6.8).

W przypadku szkół ponadpodstawowych zróżnicowanie przestrzenne ilorazu potencjałów jest dużo wyższe niż dla przedszkoli lub szkół podstawowych. Na mapach ilorazu potencjałów widoczne są dwie oddzielające strefy (popytu i podaży)

oddziaływania potencjału, z przewagą potencjału ludności w wieku 16-18 lat nad potencjałem miejsc w szkołach średnich w całej dzielnicy Północ. Wyjątkiem w tej części miasta jest południowa część osiedla Golęcín-Gocław, gdzie w zachodniej części osiedla widoczna jest przewaga potencjału miejsc w szkołach. Dzielnica Zachód podzielona jest na dwie części, północną z nadwyżką potencjału dzieci w wieku 16-18 i południową – z nadwyżką potencjału miejsc w szkołach średnich. Największa różnica na korzyść potencjału miejsc w szkołach średnich jest w centrum miasta w dzielnicy Śródmieście. Z kolei największa przewaga potencjału ludności w wieku szkolnym 16-18 jest na Prawobrzeżu w południowo-wschodniej części miasta. Ponadto są duże różnice w ilorazie potencjałów między zachodnią częścią dzielnicy Północ a centrum Szczecina. Oba obszary zlokalizowane są niedaleko względem siebie, ale mają relatywnie słabe połączenia transportem publicznym, co powoduje wydłużenie czasu przejazdu i większe różnice między rezultatami ilorazu potencjałów w obu częściach miasta (ryc. 6.8).

**Transport prywatny.** W przypadku ilorazu potencjałów dojazdów do przedszkoli, z wykorzystaniem możliwości dojazdu transportem prywatnym, zaobserwowano mniejsze odchylenia niż dla analizy z transportem publicznym. Na mapach doskonale widać wpływ zmiany czasu przejazdu w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego. Na mapie dla godz. 8:00 widoczne są większe odchylenia między ilorazem potencjału niż ma to miejsce na mapach dla godz. 7:00 czy 9:00. Mapy ilorazu potencjału z godzin 7:00 i 9:00 są bardziej wygładzone, wszystkie wyniki znajdują się bliżej stałej (stała = 100). Natomiast wyniki ilorazu dla transportu indywidualnego dla godziny 8:00 przedstawiają większe dysproporcje między dzielnicami i poszczególnymi osiedlami w Szczecinie. **Iloraz potencjałów** transportem prywatnym uczniów w określonym wieku do liczby miejsc w placówkach edukacyjnych został przedstawiony na rycinie 6.9.





Ryc. 6.9. Iloraz potencjału miejsc w przedszkolach i szkołach podstawowych, gimnazjach i szkołach ponadpodstawowych w stosunku do liczby potencjału uczniów w wybranym wieku transportem prywatnym na podstawie danych MNiSzW oraz GTFS  
 Fig. 6.9. Potential of places in kindergartens and primary, middle and secondary schools in relation to the number of potential pupils of selected age by private transport based on data of the Ministry of Science and Higher Education and GTFS





## 7. Zróżnicowanie dostępności w ujęciu dynamicznym (2009-2018)

### 7.1. Dostępność potencjałowa do ludności przy uwzględnieniu zmian transportowych i przestrzennych

Średnia dobowa (w godz. 5:00-22:00) dostępność potencjałowa transportem publicznym do ludności w latach 2009-2018 charakteryzuje się dużą zmiennością, na którą wpływają dwa czynniki. Pierwszym czynnikiem jest zmieniająca się liczba ludności (**komponent przestrzenny**), a drugim zmienność rozkładów jazdy w transporcie publicznym, w tym zmiany częstotliwości kursowania taboru (autobusów i tramwajów), a także zmiany infrastrukturalne.

Wartość stała (*constans*) dla wybranej analizy oznacza brak zmian w wybranym okresie. Jeżeli *constans* jest po stronie transportu publicznego, to w analizowanym okresie zmiany dostępności potencjałowej wynikają tylko ze zmian liczby ludności. Jeżeli natomiast *constans* jest liczba ludności, to zmiany dostępności potencjałowej wynikają ze zmian czasów przejazdu transportem publicznym.

Zaprezentowano rezultaty badania dla lat 2009-2018 w podziale na podokresy 2009-2012, 2012-2015 i 2015-2018, w tym łączne zmiany dostępności (pierwszy komplet map, ryc. 7.1), jak i w podziale na zmiany wynikające: (1) bezpośrednio ze zmian ludnościowych (po stronie **komponentu przestrzennego**, tj. przy założeniu stałej sieci transportu publicznego – drugi komplet map, ryc. 7.2); (2) bezpośrednio ze zmian w transporcie publicznym (zmiany organizacyjne i infrastrukturalne) po stronie **komponentu transportowego**, tj. przy założeniu stałej liczby ludności (trzeci komplet map, ryc. 7.3).

**Diagnoza za rok 2009.** Rozkład przestrzenny dostępności potencjałowej w Szczecinie jest typowy dla modelu potencjału z centrum wyższej dostępności, gdzie funkcjonuje gęsta sieć tramwajowa oraz które zamieszkiwane jest przez dużą liczbę ludności. W 2009 roku na dość wysokim poziomie utrzymywał się poziom dostępności w południowo-wschodniej części dzielnicy Zachód miarę dobrym dojeździe transportem publicznym. Dodatkowo osiedle Pogodno w dzielnicy

Zachód było zamieszkiwane przez ponad 25 tys. osób. Dostępność potencjałowa w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże i w południowej części dzielnicy Północ, jest na średnim poziomie. Najniższe wartości dostępności potencjałowej transportem publicznym dla 2009 roku były na obrzeżach dzielnicy Prawobrzeże i w północnej części dzielnicy Północ (ryc. 7.1).

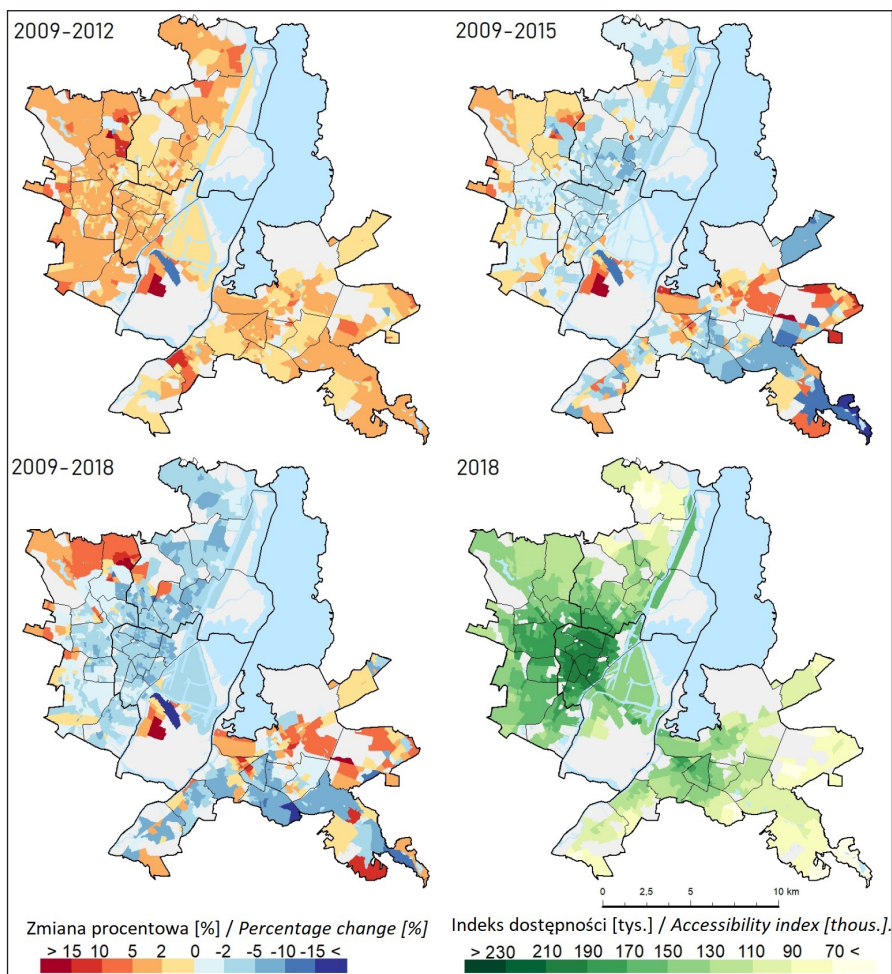
**Zmiany w latach 2009-2012.** Dostępność potencjałowa w latach 2009-2012 spadła w centrum miasta, co jest wynikiem spadku liczby ludności w centrum wynoszącym nawet od 5 do 10%. W analizie dostępności potencjałowej dla 2012 roku widoczna jest niewielka poprawa dostępności w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. W pozostałych częściach miasta w 2012 roku rozkłada się ona podobnie jak w 2009 roku (ryc. 7.1).

**Sieć transportu publicznego = constans.** Zmiany dostępności potencjałowej w latach 2009-2012, przy uwzględnieniu wyłącznie zmian liczby ludności średnio wyniosły 0,01% i dają obraz dwubiegunowego rozkładu zmian w mieście. Z jednej strony są obszary spadku dostępności, zlokalizowane w południowo-wschodniej części dzielnicy Zachód, prawie całej dzielnicy Śródmieście i małego obszaru zlokalizowanego w pobliżu Śródmieścia położonego w północnej części dzielnicy Prawobrzeże. Z drugiej strony na mapie zmian są widoczne obszary wzrostu dostępności wywołane wzrostem liczby ludności, które zlokalizowane są w prawie całej dzielnicy Prawobrzeże, całej dzielnicy Północ oraz północnej i zachodniej części dzielnicy Zachód. Przy czym zmiany dostępności (zarówno wzrosty jak i spadki) nie przekraczają jednego procenta (ryc. 7.2).

**Liczba ludności = constans.** Między 2009 a 2012 rokiem ogólna dostępność w wyniku zmian infrastrukturalnych i organizacyjnych w Szczecinie, uległa poprawie o 0,54%. Najwyższe wartości poprawy dostępności są w północno-wschodniej części dzielnicy Zachód oraz na osiedlu Podjuchy w dzielnicy Prawobrzeże. Na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka występują obok siebie obszary, gdzie dostępność bardzo spadła oraz gdzie się poprawiała. Może być to wynikiem zmniejszonej ilości kursowania autobusów lub przesunięcia przystanku transportu publicznego. Poprawa o ok. 2% w badanym okresie wystąpiła wzdłuż granicy miasta w zachodniej części dzielnicy Zachód oraz w północnej części dzielnicy Północ. W badanym okresie spadł natomiast poziom dostępności, w wyniku zmian infrastrukturalnych i organizacyjnych, w osiedlach Nabuszewo w dzielnicy Północ, Akrońskie-Niemczyn w dzielnicy Zachód, w centralnej części osiedla Międzyodrza w dzielnicy Śródmieście oraz na osiedlu Kijewo i Bukowo-Kłęskowo w dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 7.3).

**Zmiany w latach 2012-2015.** W wyniku wyludniania się rejestrowanej liczby ludności z centrum Szczecina w 2015 roku rdzeń najlepszej dostępności w centrum miasta powoli zanika. Coraz bardziej widoczny jest ogólny spadek dostępności potencjałowej w mieście, który z jednej strony wywołany jest zmniejszeniem się liczby ludności w poszczególnych osiedlach, a z drugiej strony ograniczeniem częstotliwości kursowania komunikacji publicznej, przede wszystkim w miejscach, które się wyludniają. Jednocześnie widać też miejsca w Szczecinie, w których dostępność się nie zmienia, a wręcz przeciwnie – trochę się poprawia. Takim

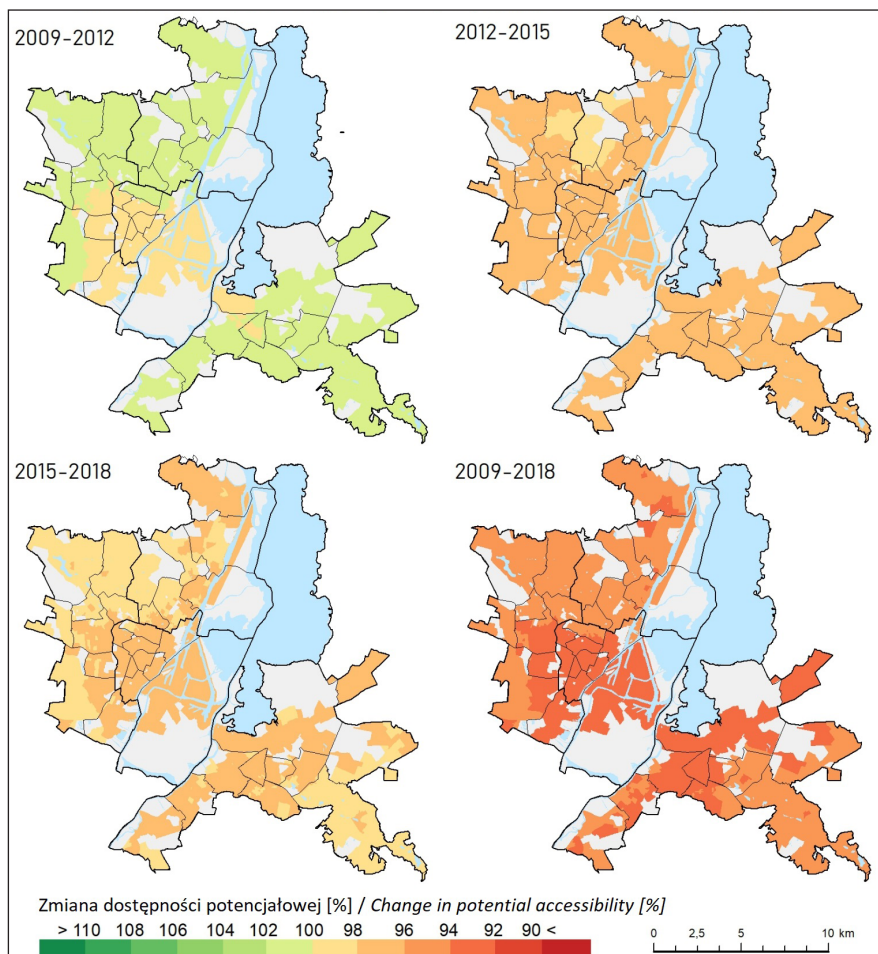
miejszem jest centralna część Prawobrzeża, gdzie spada liczba ludności, lecz spadek ten jest rekompensowany dzięki nowej inwestycji tramwajowej, która w 2015 roku poprawiła ogólną dostępność tego miejsca, łącząc je z pozostałymi częściami miasta. Z drugiej strony takim miejscem jest też zachodnia część dzielnicy Północ oraz zachodnia i północno-wschodnia część dzielnicy Zachód, gdzie według oficjalnych statystyk wzrosła liczba ludności, dzięki czemu nie odnotowano spadku dostępności. Porównując te dwa obszary z sytuacją w całym mieście, gdzie nastąpił spadek, to w tych miejscach do pewnego stopnia poprawiła się dostępność potencjałowa (ryc. 7.1).



Ryc. 7.1. Zmiana dostępności potencjałowej transportem publicznym do ludności 2009-2012, 2012-2015, 2015-2018 i diagnoza dla 2018 na podstawie danych GTFS

Fig. 7.1. Change in potential accessibility by public transport to the population 2012-2009, 2012-2015, 2015-2018 and diagnosis for 2018 based on GTFS data

**Sieć transportu publicznego = constans.** W latach 2012-2015 nastąpił w mieście spadek poziomu dostępności o 2,41%. Spadek dostępności, wywołany zmianą liczby ludności, nie był w badanej części miasta mniejszy niż 4%. Najwyższe wartości spadku poziomu dostępności odnotowano na osiedlu Świerczewo i Pomorzany w dzielnicy Zachód oraz na osiedlach: Centrum, Stare Miasto, Nowe Miasto, Turzyn, Śródmieście-Zachód i Międzyodrze-Wyspa Pucka w Dzielnicy Śródmieście. Niższy spadek dostępności wynoszący maksymalnie do 2% zanotowano w tym okresie w części dzielnicy Północ oraz w północno-wschodniej części dzielnicy Zachód (ryc. 7.2).



Ryc. 7.2. Zmiana dostępności potencjalowej transportem publicznym 2009/2012/2015/2018 przy uwzględnieniu wyłącznie zmian liczby mieszkańców na podstawie danych GTFS  
 Fig. 7.2. Change in potential accessibility by public transport 2009/2012/2015/2018 considering only population changes based on GTFS data

**Liczba ludności = constans.** Między 2012 a 2015 rokiem średnia poprawa dostępności potencjalowej w wyniku zmian **komponentu transportowego** wyniosła 0,52%. Najwyższe wartości wzrostu poziomu dostępności zostały zanotowane

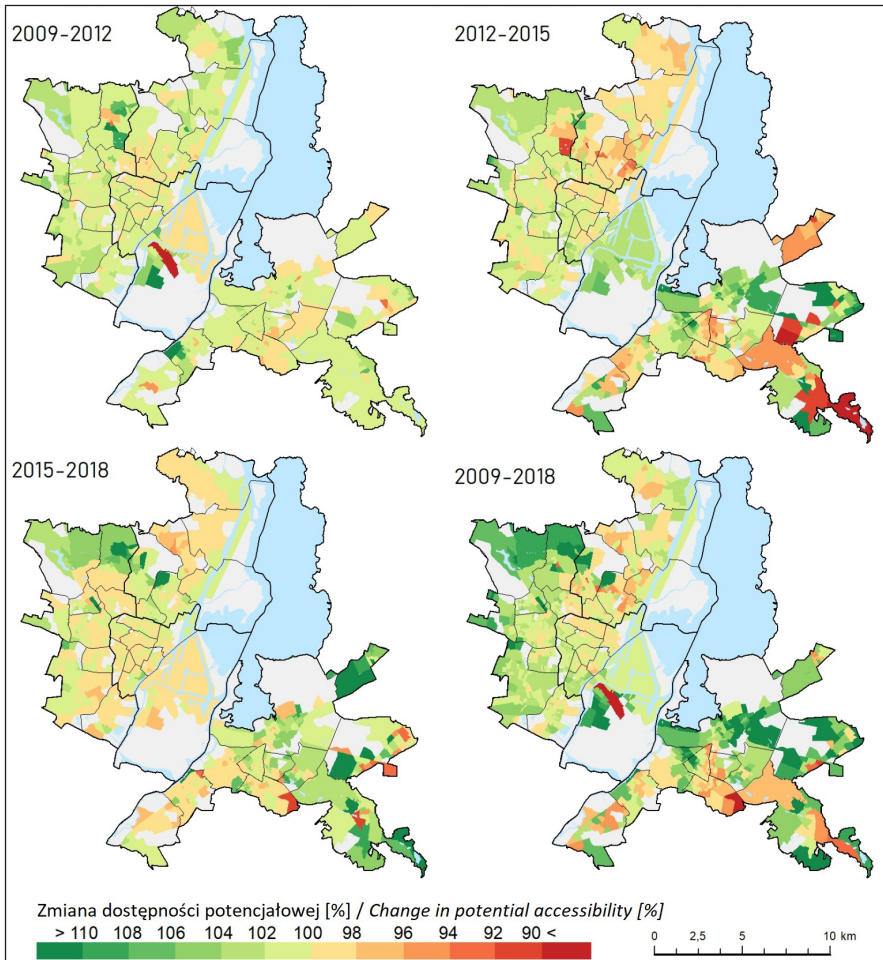
na osiedlu Dąbie i Wielgowo-Sławociesze-Zdunowo w dzielnicy Prawobrzeże. Również znaczący wzrost dostępności zanotowano w północnej części dzielnicy Zachód oraz na osiedlu Międzyodrzu-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście. Spadek dostępności w analizowanym czasie zanotowano w całej dzielnicy Północ, z wyjątkiem obszaru położonego na granicy z Policami, w części osiedla Osów w dzielnicy Zachód oraz w południowo-wschodniej i północno-wschodniej części dzielnicy Prawobrzeże (ryc. 7.3).

**Zmiany w latach 2015-2018.** W analizie dla 2018 roku prawie zanika rdzeń wysokiej dostępności w centrum miasta, co jest efektem dalszego spadku liczby ludności w centrum Szczecina. Z kolei w centrum Prawobrzeża mimo spadku liczby ludności poziom dostępności potencjałowej został utrzymany. Jest to zapewne konsekwencją poprawy funkcjonowania transportu publicznego, w tym linii szybkiego tramwaju. Dostępność potencjałowa poprawiła się w zachodniej części dzielnicy Północ oraz północnej części dzielnicy Zachód. W tych miejscach poprawa dostępności spowodowana była wzrostem częstotliwości kursowania autobusów oraz wzrostem liczby ludności w kilku osiedlach. W 2018 roku zauważalna jest decentralizacja dostępności potencjałowej w mieście na obszary zlokalizowane na obrzeżach miasta. Jest to w głównej mierze spowodowane depopulacją obszarów w centrum oraz poprawą funkcjonowania transportu publicznego poprzez inwestycje infrastrukturalne, w tym także poprawą w warstwie organizacyjnej (wzrost częstotliwości kursowania floty autobusowej i tramwajowej) w mieście (ryc. 7.1).

**Sieć transportu publicznego = constans.** Spadki poziomu dostępności potencjałowej w latach 2015-2018, wywołane zmianą liczby ludności, wynoszą nawet do 4% i dotyczą głównie centrum miasta, centralnej części dzielnicy Prawobrzeże, północnej części dzielnicy Północ oraz wschodniej części dzielnicy Zachód. Na pozostałych obszarach spadek poziomu dostępności nie jest mniejszy niż 2% wartości wskaźnika. Średni spadek dostępności potencjałowej w latach 2015-2018 wyniósł 2,05% (ryc. 7.2).

**Liczba ludności = constans.** W okresie między 2015-2018 rokiem ogólna poprawa dostępności potencjałowej w wyniku zmian infrastrukturalnych i organizacyjnych wyniosła 0,38%. Jest to czas, w którym upłynęły 3 lata po oddaniu do użytku szybkiego tramwaju na Prawobrzeże. W tym okresie wzrost dostępności potencjałowej notowany jest w północnych częściach dzielnicy Zachód oraz południowo-zachodnich częściach dzielnicy Północ. Poprawa dostępności potencjałowej w dzielnicy Północ wywołana jest dodatkowymi połączeniami transportu publicznego, które obsługują nowe osiedla powstające w tej części miasta. Poprawa dostępności jest również widoczna na rycinie 7.3 w centralnej, wschodniej i północno-wschodniej części Prawobrzeża, co jest głównie efektem budowy linii szybkiego tramwaju. Tak duża poprawa w tym miejscu jest możliwa również dzięki uruchomieniu dodatkowych połączeń autobusowych, które obsługują tereny położone dalej od centrum dzielnicy, łącząc je z linią szybkiego tramwaju i poprawiając tym samym szybkość połączenia z resztą miasta.





Ryc. 7.3. Zmiana dostępności potencjalowej transportem publicznym 2009/2012/2015/2018 przy uwzględnieniu wyłącznie zmian po stronie transportu publicznego na podstawie danych GTFS

Fig. 7.3. Change in potential accessibility by public transport in 2009/2012/2015/2018 considering only changes on the public transport side based on GTFS data

## 7.2. Zmiany liczby ludności a średni czas dojazdu do rejonów transportowych

Dostępność jest tu rozumiana jako średni czas podróży między dowolną parą rejonów transportowych w Szczecinie (suma czasu wszystkich połączeń w układzie macierzowym podzielonych przez łączną liczbę połączeń).

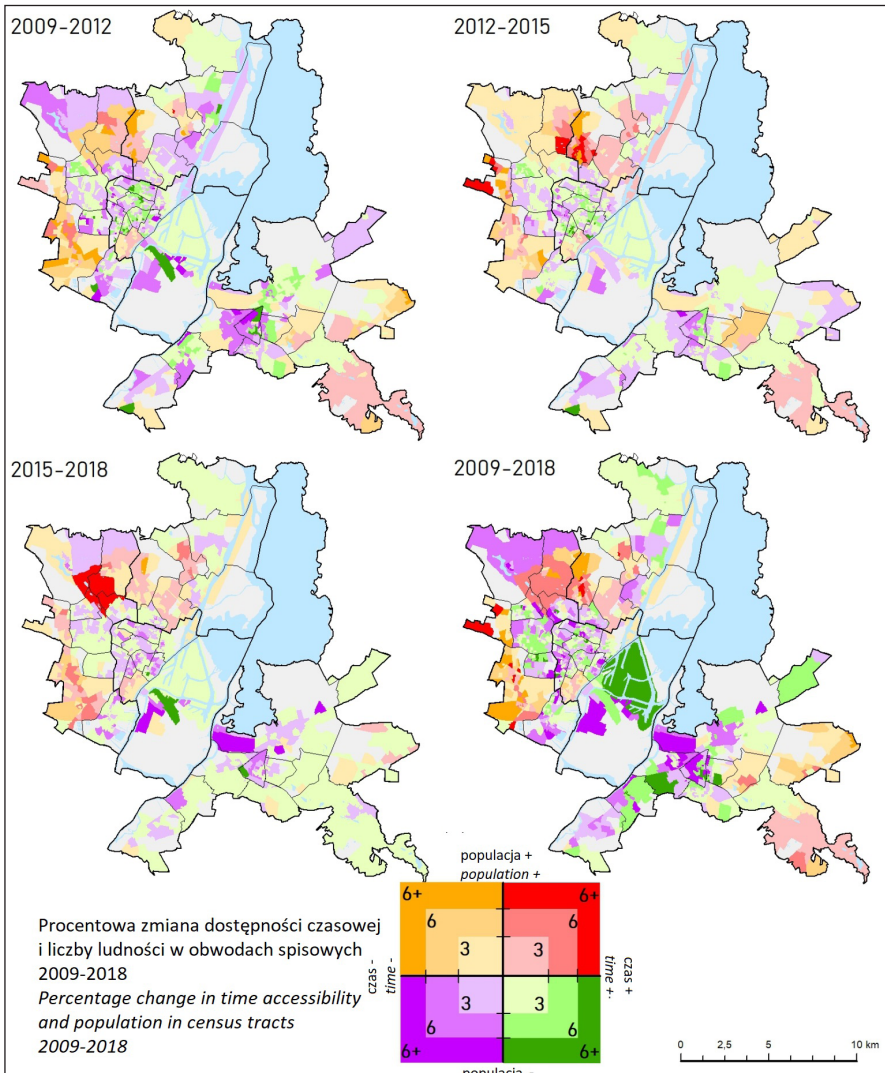
Przedstawienie zróżnicowania dostępności transportem publicznym na wykresie (ryc. 7.5) i mapie (ryc. 7.4) polegało również na zobrazowaniu na zbiorze obwodów spisowych (rejonów transportowych) tych, dla których między 2009 a 2018 rokiem

spadała lub rosła liczba ludności lub wzrastał albo malał średni czas przejazdu w godzinach porannego szczytu komunikacyjnego między godz. 7:00 a 9:00. Łącznie uzyskano dwanaście przedziałów dla wybranej charakterystyki czasowo-ludnościowej. Każda możliwość spadku lub wzrostu liczby ludności, lub średniego czasu wykonana została w trzech przedziałach: do 3, między 3 a 6 oraz powyżej 6% i zobrażowana została na mapie (ryc. 7.4) intensywnością koloru. W przypadku niskiego poziomu nieprzekraczającego 3% intensywność jest niska, powyżej 6% zaznaczone jest bardzo intensywnym kolorem. Kolorem czerwonym na mapie zaznaczone są miejsca, w których wzrasta liczba ludności i poprawia się czas przejazdu względem poprzedniego analizowanego roku. Kolorem pomarańczowym znaczone są miejsca wzrostu liczby ludności, przy jednoczesnym spadku czasu przejazdu. Kolorem fioletowym zaznaczone są obszary spadku zarówno liczby mieszkańców, jak i czasu przejazdu. Zielony kolor na mapie obrazuje miejsca, gdzie poprawił się czas przejazdu, a spadała liczba ludności w analizowanym okresie.

W latach 2009-2012 w większej części miasta łączny czas przejazdu do wszystkich rejonów transportowych się wydłużył. Taka sytuacja miała miejsce w północnej części dzielnicy Zachód, południowo-wschodnich fragmentach dzielnicy Północ oraz w rozproszonych częściach dzielnic: Śródmieście i Prawobrzeże. Jedynie w zachodniej części dzielnicy Północ oraz w północno-wschodniej części dzielnicy Zachód wzrosła liczba ludności i skrócił się czas przejazdu. Czas przejazdu transportem publicznym, przy jednoczesnym spadku liczby osób, skrócił się w dzielnicy Północ, północnej części Prawobrzeże oraz w wybranych fragmentach dzielnicy Zachód i Śródmieście. Analizując zmiany liczby ludności i średniego czasu przejazdu na poziomie osiedli mieszkaniowych widać, że największe osiedla w latach 2009 a 2012 nie różniły się znacząco między sobą, a zmiany oscyływały w okolicy 5% w każdym kierunku. Niektóre fragmenty osiedli jak: Słoneczne w dzielnicy Prawobrzeże i Niebuszewo-Bolinko w dzielnicy Śródmieście osiągały zmianę średniego czasu przejazdu wynoszącą do 10% (ryc. 7.5).

Między 2012 a 2015 rokiem odnotowano wzrost liczby ludności i spadek czasu przejazdu na osiedlu Warszewo w dzielnicy Północ oraz na osiedlu Osów i Krzekowo-Bezrzecze w dzielnicy Zachód. Uwidaczniają się zatem procesy depopulacji największych powierzchniowo osiedli, przy jednoczesnym wzroście liczby ludności osiedli mniejszych. Przy czym należy zwrócić uwagę na fakt, że w większości dużych osiedli średni czas przejazdu transportem publicznym w analizowanym czasie wzrastał (ryc. 7.4).

Między 2015 a 2018 rokiem, czyli w trzyletnim okresie funkcjonowania szybkiego tramwaju, zanotowano wzrost liczby ludności i spadek czasu przejazdu w północnej części dzielnicy Zachód. W tym okresie na uwagę zasługuje obszar dużej części Prawobrzeża, gdzie odnotowano poprawę czasu przejazdu, przy ciągłym spadku liczby ludności. Taka sytuacja ma miejsce na osiedlach: Załom-Kasztanowe, Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce, Kijewo, Zdroje, Podjuchy, Żydowce-Klucz oraz Bukowe-Kłęskowo. Zdecydowana większość osiedli, między 2015 a 2018 rokiem zanotowała spadek czasu przejazdu, przez co poprawiała się dostępność tych miejsc (ryc. 7.5).

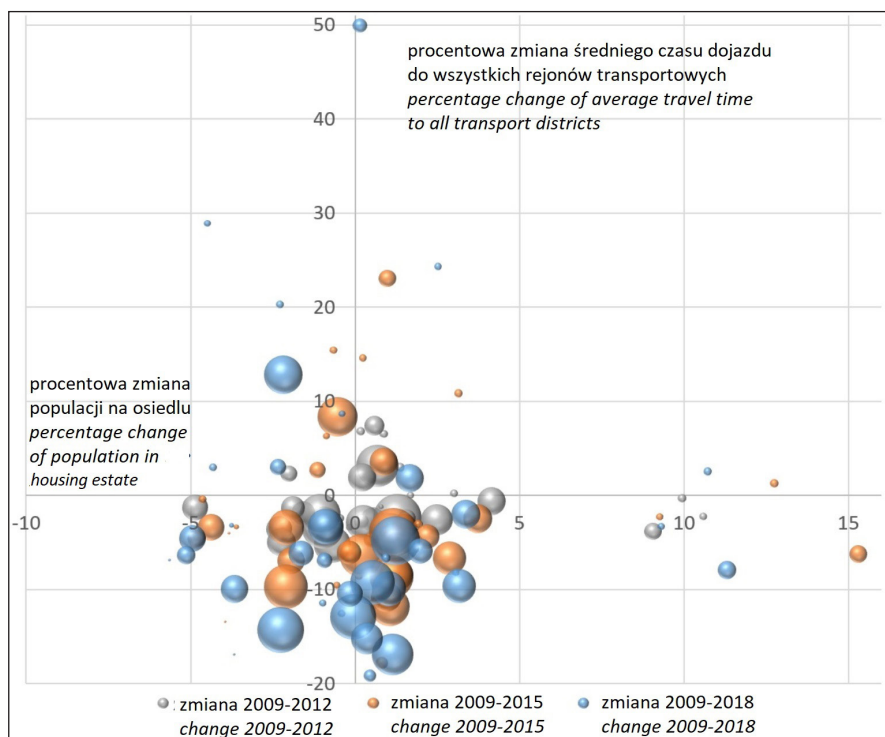


Ryc. 7.4. Zmiany procentowe średniego czasu przejazdu do wszystkich rejonów transportowych i liczby ludności w Szczecinie w latach 2009-2012, 2012-2015, 2015-2018 i 2009-2018 na podstawie danych GTFS

Fig. 7.4. Percentage changes in average travel time to all transport districts and population in Szczecin between 2009-2012, 2012-2015, 2015-2018 and 2009-2018 based on GTFS data

Okres między 2009 a 2018 rokiem dostarcza ciekawych informacji na temat relacji między zmianą liczby ludności a zmianami dostępności, średniego czasu dojazdu do pozostałych obwodów spisowych. W większości dzielnicy Północ średni czas przejazdu transportem publicznym w ciągu dziewięciu lat zmalał, jednak w północnych częściach tej dzielnicy spadła również liczba mieszkańców. Duże zróżnicowania wyników analizy jest w dzielnicy Zachód. Poza północną częścią dzielnicy, w pozostałych miejscach widać mozaikę możliwych wariantów, tak jak w dzielnicy Śródmieście (w jej zamieszkałych częściach) z przewagą

miejsc, gdzie zmalał średni czas przejazdu komunikacją zbiorową. W dzielnicy Prawobrzeże, w części zlokalizowanej bliżej Śródmieścia, spadła liczba ludności i wydłużył się średni czas przejazdu. W pozostałych częściach dzielnicy widać pozytywny wpływ budowy szybkiego tramwaju, który nie jest jednak widoczny w centralnej części dzielnicy. W pozostałych częściach dzielnicy Prawobrzeże spadała liczba mieszkańców przy jednoczesnym spadku średniego czasu przejazdu transportem publicznym. Jedynie we wschodniej części dzielnicy jest niewielka poprawa, zarówno w kontekście liczby osób tam mieszkających, jak i spadku średniego czasu przejazdu (ryc. 7.4). Ogólnie rzecz biorąc, między 2009 a 2018 rokiem pogłębiał się spadek liczby ludności, która zamieszkiwała duże osiedla, na rzecz kilku mniejszych. Na większości dużych osiedli zanotowano spadek średniego czasu przejazdu transportem publicznym (ryc. 7.4). Na uwagę zasługuje duży wzrost liczby mieszkańców w dzielnicy Warszewo, przy jednoczesnym lekkim spadku średniego czasu przejazdu na tym obszarze (ryc. 7.5).



Ryc. 7.5. Zmiany liczby ludności i średniego czasu podróży na poziomie obwodów spisowych w Szczecinie w latach 2009-2018 na podstawie danych GTFS

Fig. 7.5. Changes in population and average travel time at census area level in Szczecin between 2009 and 2018 based on GTFS data

W analizowanym okresie, między 2009 a 2018 rokiem, w trzyletnich odstępach czasowych przy uwzględnieniu zmiany czasów przejazdu i zmiany liczby ludności występują miejsca poprawy i pogorszenia dostępności. Największą zmianę procentową średniej dostępności czasowej zanotowały osiedla: Podjuchy,

Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce, Załom-Kasztanowe, Bukowe-Kłęskowo, Świerczewo, Skolwin, Bukowo, Zawadzkiego-Klonowica, Żelechowa, Pogodno, Centrum, Drzetowo-Grabowo. Przy czym jedynie osiedla: Bukowo, Płonia-Śmierdnica-Jezierzyce, Żelechowa zanotowały w latach 2009-2018 wzrost liczby ludności. W pozostałych wcześniej wymienionych osiedlach liczba ludności zmalała. Z kolei znaczące, ujemne zmiany czasu przejazdu zanotowały osiedla: Gumieńce, Turzyn, Krzekowo-Bezrzecze, Nowe Miasto, Słoneczne, Międzyodrze-Wyspa Pucka, Żydowce-Klucz, Wielgowo-Sławociesz-Zdunowo, Osów, Dąbie, Zdroje i Głębokie-Pilchowo. Wśród wymienionych osiedli w analizowanym czasie wzrost liczby mieszkańców zanotowały osiedla: Gumieńce, Krzekowo-Bezrzecze, Nowe Miasto, Wielgowo-Sławociesz-Zdunowo i Osów. Natomiast pozostałe osiedla w analizowanym czasie zanotowały zarówno średni spadek czasu przejazdu, jak i spadek liczby osób zamieszkujących wyżej wymienione osiedla (ryc. 7.5).

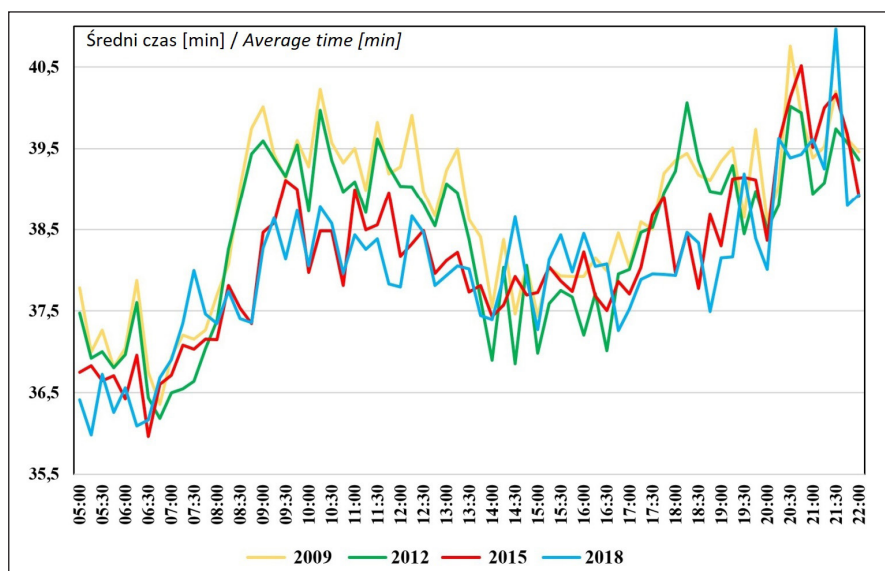
### **7.3. Analiza zmian dobowych dostępności czasowej w ujęciu dynamicznym 2009-2018**

Analiza zmian średniej dostępności czasowej transportem publicznym została wykonana dla 4 wybranych lat, w 3-letnich interwałach, tj. od września do października 2009, 2012, 2015 i 2018 roku, podobnie jak miało to miejsce w przypadku dostępności potencjałowej. Dla każdego roku analiza została przeprowadzona między 5:00 a 22:00, w 15-minutowych odstępach czasowych, dla wybranych dni w roku (październik-listopad) według rozkładu jazdy. W ten sposób uzyskany został średni, między rejonami, czas przejazdu transportem publicznym w Szczecinie dla wybranej godziny w danym roku. Średni czas przejazdu transportem publicznym między 5:00 a 22:00 godz. wynosi od 36 do 41 minut w zależności od roku analizy (ryc. 7.6).

W godzinach porannych między 5:00 a 7:00 zaobserwować można, że średnie czasy, jakie były uzyskiwane w 2009 i 2012 roku są znacznie wyższe od tych uzyskiwanych w latach 2015 i 2018 roku. Średni czas przejazdu w tych godzinach był najkrótszy w ciągu dnia i wynosił ok. 37 minut. Sytuacja uległa zmianie w godzinach szczytu porannego, tj. między 7:00 a 8:30, tam średnie odczyty czasu dla 2018 r. wzrosły, a dla 2012 r. zmalały. Poza szczytem porannym od godziny 9:00 do 14:00 powtórzyła się sytuacja z godzin porannych między 5:00 a 7:00. Średnie czasy przejazdu dla lat 2009 i 2012 były o półtorej minuty wyższe niż dla lat 2015 i 2018. W tych godzinach średni czas przejazdu transportem publicznym wzrósł w porównaniu z porannym szczytem o ponad 2 minuty. W godzinach szczytu popołudniowego między godzinami 14:00 a 17:00, odczyty średniego pomiaru czasu przejazdu dla wybranych lat były zbliżone. Między poszczególnymi odczytami dostępności czasowej w wybranych latach były duże wahania pomiędzy wartościami minimalnymi a maksymalnymi. Szczególnie duże wahania dostępności wystąpiły dla 2012 i 2018 roku. W godzinach szczytu popołudniowego (do



godz. 17:00) średni czas przejazdu był niższy w porównaniu z okresem międzyszczytowym i wyniósł aż 38 minut, ale był jednocześnie wyższy niż w godzinach szczytu porannego o 1 minutę. W godzinach wieczornych 17:00-19:00 sytuacja znów wróciła do stanu z godzin porannych i okresu między szczytami komunikacyjnymi, gdzie była notowana niższa wartość czasu przejazdu w 2015 i 2018 rokiem w porównaniu z 2009 i 2012 rokiem. W tych godzinach dysproporcje między pomiarami były największe i wynosiły ponad 2 minuty. Między godziną 19:00 a 22:00 wartości średniego czasu przejazdu były bardzo zróżnicowane w poszczególnych latach, na uwagę zasługuje wzrost wartości czasu przejazdu, czyli ogólny spadek dostępności czasowej. Jest to związane z dużo niższą częstotliwością kursowania tramwajów i autobusów w godzinach późnowieczornych niż w ciągu reszty dnia (ryc. 7.6). Średnia wartość czasu podróży w godzinach między 19:00 a 20:00 wynosiła 39 minut, a po godzinie 20:00 przekraczała momentami nawet 40 minut przejazdu.



Ryc. 7.6. Zróżnicowanie średniego czasu dojazdu transportem publicznym między rejonami transportowymi w Szczecinie w ciągu doby w latach 2009, 2012, 2015 i 2018 na podstawie danych GTFS

Fig. 7.6. Differentiation of average travel time by public transport between transport regions in Szczecin per day in 2009, 2012, 2015 and 2018 based on GTFS data



#### 7.4. Standaryzacja wyników i miernik syntetyczny dostępności na poziomie osiedli i dzielnic w Szczecinie (ranking dostępności)

Standaryzacja wyników dostępności, zarówno transportem publicznym jak i transportem prywatnym, pozwala porównywać je między sobą, a także dokonać pewnej syntezy, czego efektem jest miernik syntetyczny dostępności dzielnic i osiedli w Szczecinie. W celu standaryzacji skorzystano z podstawowej miary, jaką jest stosunek różnicy między wartością zmiennej niestandardyzowanej i średnią z populacji a odchyleniem standardowym populacji wg formuły:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (6)$$

gdzie:  $x$  – zmienna niestandardyzowana,  $\mu$  – średnia z populacji,  $\sigma$  – odchylenie standardowe populacji.

Miernik syntetyczny ( $M_s$ ), na potrzeby niniejszej pracy, należy do przedziału od 1 do 10 zaś obliczony jest w następujący sposób:

$$M_s = w \cdot 10 \quad (7)$$

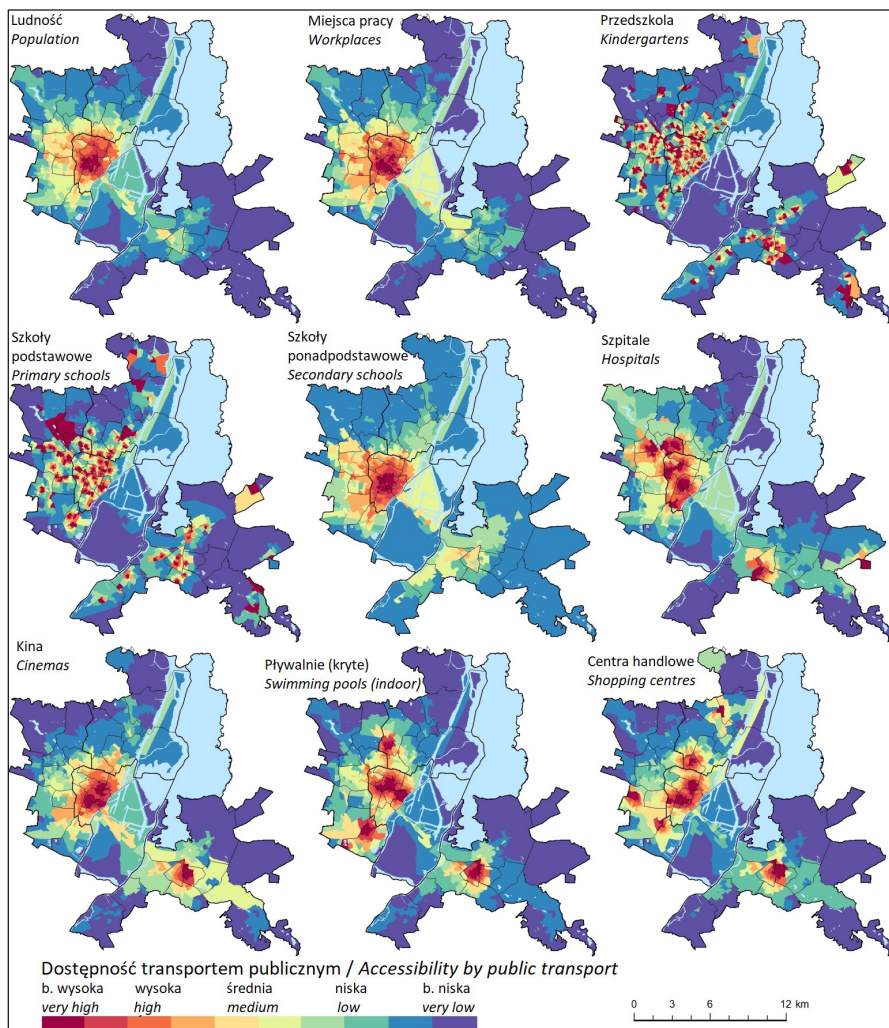
$$w = \frac{k}{\#Z} \quad (8)$$

gdzie:  $K$  – uporządkowany w sposób malejący zbiór zestandaryzowanych zmiennych,  $k$  – numer pozycji w zbiorze  $K$  elementu ze zbioru  $Z$ ,  $\#Z$  – liczność zbioru  $Z$ ,  $w$  – zmienna pomocnicza zaokrąglona do części dziesiętnych.

W skład syntetycznego miernika cząstkowego, zarówno transportem publicznym, jak i transportem prywatnym, wchodzi dostępność potencjałowa **do ludności**. W mierniku syntetycznym metodę izochron wykorzystano w przypadku **miejsc pracy i szkół ponadpodstawowych** (liczba miejsc pracy i szkół ponadpodstawowych w izochronie 30 minut). Również, jako część miernika syntetycznego do analizy uwzględniono cząstkowy wskaźnik dostępności (według najbliższej odległości: **do najbliższego przedszkola, szkoły podstawowej, szpitala, kina, centrum handlowego oraz krytej pływalni** dla wybranych analizowanych godzin podróży). Do miernika syntetycznego użyto metody najbliższej odległości do **przedszkola i szkoły podstawowej**, ponieważ są to typy usług bezpośrednio powiązane z liczbą ludności.

Pojedyncze mierniki dostępności, które podlegały standaryzacji, w przypadku dostępności transportem prywatnym, wskazują analogicznie jak przy transporcie publicznym miejsca o lepszej i gorszej dostępności. W przypadku mierników dostępności potencjałowej najwyższa dostępność z reguły jest w centrum miasta, co wynika z lokalizacji większości usług oraz popytu na nie (ryc. 7.7). Różnice

we wskaźniku dostępności kumulatywnej opisano we wcześniejszych rozdziałach w pracy, a część tych map znajduje się w załączniku (izochrona do szkół ponadpodstawowych). Natomiast w przypadku dostępności według odległości do najbliższej placówki lepsza dostępność jest w pobliżu lokalizacji danej usługi, a sam obraz jest trochę bardziej zróżnicowany i pojawiają się miejsca np. na Prawobrzeżu, gdzie dostępność punktowo jest bardzo dobra (ryc. 7.7 i 7.8).

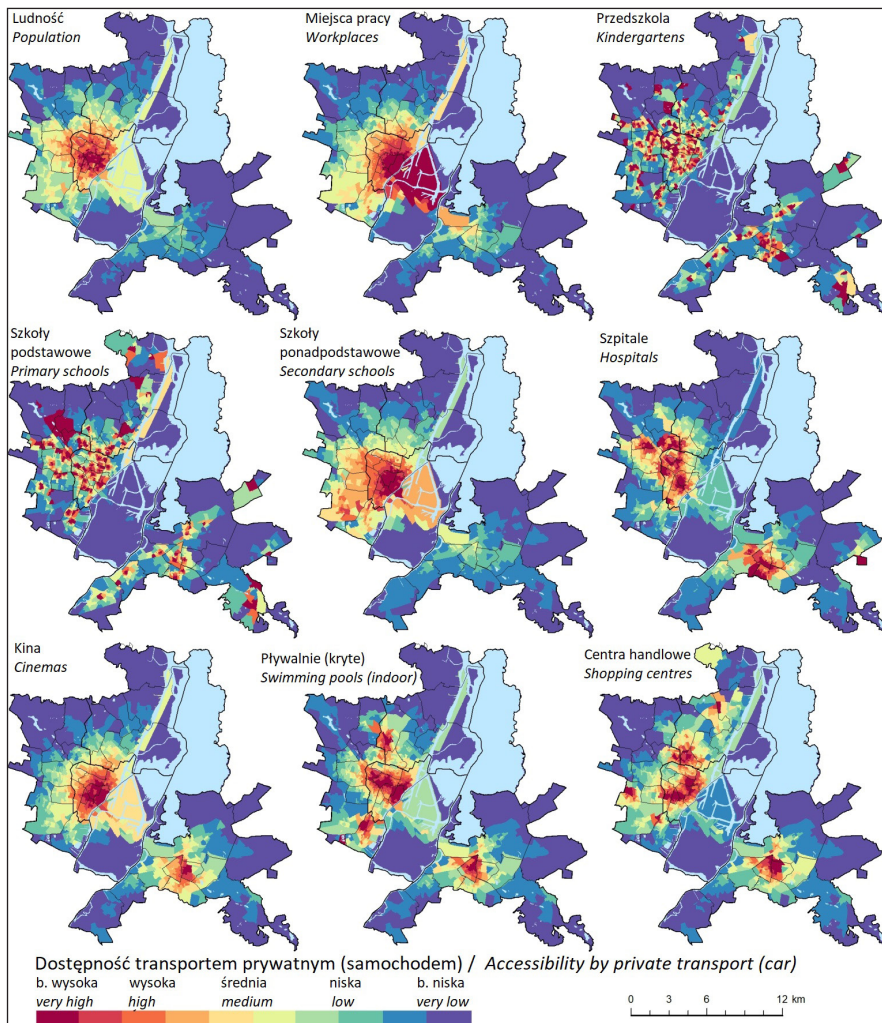


Ryc. 7.7. Wyniki standaryzacji wskaźników (miernik syntetyczny) dostępności transportem publicznym w Szczecinie na podstawie danych GTFS

Fig. 7.7. Results of standardisation of indicators (synthetic measure) of accessibility by public transport in Szczecin based on GTFS data

Różnice między pojedynczymi miernikami dostępności transportem publicznym i prywatnym pojawiają się na mapach jedynie w miejscach, gdzie transport publiczny nie obsługuje danego fragmentu obszaru. Wtedy transport indywidualny ma znaczącą przewagę. W większości przypadków standaryzacja

wyników przedstawia podobny obraz, przy czym należy pamiętać, że ogólna dostępność transportem prywatnym jest na wyższym poziomie, co było przedstawione we wcześniejszych rozdziałach monografii. Mniejsze różnice na mapach, po standaryzacji dla transportu prywatnego, wynikają z ogólnych niższych średnich minimalnych i maksymalnych wartości czasu przejazdu (ryc. 7.7 i 7.8).



Ryc. 7.8. Wyniki standaryzacji wskaźników (miernik syntetyczny) dostępności transportem prywatnym w Szczecinie na podstawie danych i Google Maps API  
 Fig. 7.8. Results of standardisation of indicators (synthetic measure) of accessibility by private transport in Szczecin based on data and Google Maps API

Tabela 7.1. Zestandaryzowane wskaźniki dostępności transportem publicznym na poziomie osiedli na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol	Dzielnica	Dostępność potencjałowa	Miejsca pracy	Przedszkola	Szkoły podstawowe	Szkoły ponadpodstawowe	Szpital	Kino	Pływalnia	Centrum handlowe	Średnia
Centrum	SC	Śródmieście	1,4	1,2	2,7	1,2	2,6	1,6	1,2	4,2	1,3	1,9
Śródmieście-Zachód	SZ	Śródmieście	1,2	1,4	5,2	1,1	4,0	1,7	1,5	2,4	1,9	2,3
Śródmieście-Północ	SP	Śródmieście	2,1	2,2	3,6	2,1	3,0	3,3	2,2	1,3	2,5	2,5
Turzyn	ST	Śródmieście	2,3	2,2	3,5	2,1	3,6	2,9	1,4	2,6	2,2	2,5
Stare Miasto	SS	Śródmieście	2,1	1,9	5,2	2,0	4,8	2,9	3,1	3,3	3,0	3,2
Niebuszewo-Bolinko	SB	Śródmieście	2,8	3,0	4,1	3,5	4,2	3,7	3,4	3,2	4,4	3,6
Drzetowo-Grabowo	SD	Śródmieście	3,9	3,5	5,0	2,6	4,2	2,1	3,3	5,9	4,5	3,9
Łękno	SE	Śródmieście	3,1	3,7	4,4	3,5	4,9	6,1	2,7	3,5	3,8	4,0
Nowe Miasto	SN	Śródmieście	3,9	3,4	4,0	3,6	4,8	2,6	5,9	3,4	7,6	4,4
Świerczewo	ZS	Zachód	6,7	7,3	3,3	5,6	4,2	5,1	3,1	1,7	3,1	4,5
Niebuszewo	PN	Północ	4,2	4,7	4,6	5,6	4,8	6,1	4,6	5,7	2,7	4,8
Pogodno	ZP	Zachód	7,8	8,0	4,2	6,8	4,6	6,9	1,5	2,9	1,7	4,9
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	Zachód	4,5	3,8	5,1	4,3	4,7	5,9	5,5	7,4	5,9	5,2
Pomorzany	ZN	Zachód	5,6	5,7	6,0	7,6	5,4	1,9	6,3	5,1	5,6	5,5
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	Zachód	6,4	5,7	5,0	5,4	5,1	6,8	6,7	2,8	5,2	5,5
Zdroje	DZ	Prawobrzeże	4,8	4,8	4,8	4,8	5,2	4,7	6,8	6,4	7,5	5,5
Słoneczne	DS	Prawobrzeże	6,7	7,0	5,4	5,4	5,1	5,2	5,2	5,1	5,6	5,6
Żelechowa	PZ	Północ	6,1	6,3	4,1	5,0	3,8	3,1	8,4	8,2	8,8	6,0
Gumieńce	ZG	Zachód	8,4	8,5	5,0	8,1	5,9	4,6	5,6	6,0	6,5	6,5
Międzyodrze -Wyspa Pucka	MM	Śródmieście	6,4	6,9	6,3	7,1	5,8	7,9	5,8	7,3	5,8	6,6
Krzekowo-Bezrzecze	ZB	Zachód	7,2	6,7	6,8	6,6	7,7	7,9	7,8	6,7	5,5	7,0
Majowe	DM	Prawobrzeże	7,9	7,7	7,2	8,6	8,1	7,1	8,6	3,9	7,6	7,4
Warszewo	PW	Północ	8,5	8,3	7,3	7,4	6,8	8,8	7,7	8,1	8,1	7,9
Dąbie	DD	Prawobrzeże	8,0	7,5	6,6	7,3	8,5	6,8	8,9	8,9	8,9	7,9
Bukowe-Kłęskowo	DB	Prawobrzeże	9,2	9,3	5,7	6,8	5,7	9,9	8,1	8,7	8,8	8,0
Golęcino-Gocław	PG	Północ	8,6	8,4	5,4	7,4	7,0	9,4	8,9	9,1	8,6	8,1
Bukowo	PB	Północ	8,1	8,1	9,9	8,1	9,8	8,5	7,5	8,8	8,6	8,6
Głębokie-Pilchowo	ZL	Zachód	9,1	8,4	9,8	9,0	9,9	8,1	6,4	9,0	8,1	8,6
Kijewo	DO	Prawobrzeże	8,8	8,8	6,6	8,8	9,8	7,9	9,9	7,9	9,6	8,7
Stołczyn	PT	Północ	8,7	8,6	8,6	8,7	8,4	7,2	9,8	9,4	9,7	8,8
Osów	ZO	Zachód	9,0	9,1	9,8	8,6	9,6	9,6	8,6	9,6	6,1	8,9
Podjuchy	DP	Prawobrzeże	10,0	9,9	7,1	9,0	8,1	9,0	8,7	9,4	9,3	8,9
Żydowce-Klucz	DK	Prawobrzeże	9,7	9,5	8,5	8,8	7,5	9,9	9,3	9,8	7,7	9,0
Płonia-Śmierdnica -Jezierzyce	DJ	Prawobrzeże	10,0	10,0	4,9	9,0	7,7	10,0	10,0	10,0	10,0	9,1
Skolwin	PS	Północ	9,9	9,9	8,9	8,5	8,4	10,0	9,7	9,5	9,9	9,4
Załom-Kasztanowe	DA	Prawobrzeże	10,0	10,0	8,8	9,0	7,4	10,0	10,0	10,0	9,9	9,4
Wielgowo-Sławociesz -Zdunowo	DW	Prawobrzeże	10,0	10,0	9,5	9,0	9,3	7,4	10,0	10,0	10,0	9,5

Tabela 7.2. Wskaźniki syntetyczne dostępności transportem prywatnym na poziomie osiedli na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

Nazwa osiedla	Symbol	Dzielnica	Dostępność potencjalowa	Miejsca pracy	Przedszkola	Szkoły podstawowe	Szkoły ponadpodstawowe	Szpital	Kino	Pływalnia	Centrum handlowe	Średnia
Centrum	SC	Śródmieście	1,9	1,0	3,5	1,1	3,5	3,5	1,1	1,3	2,6	2,2
Śródmieście-Zachód	SZ	Śródmieście	1,3	1,3	5,1	1,1	3,8	2,2	1,4	2,1	2,3	2,3
Stare Miasto	SS	Śródmieście	1,7	2,2	2,8	1,7	2,8	2,4	1,5	4,6	1,3	2,3
Śródmieście-Północ	SP	Śródmieście	2,1	2,2	3,6	2,0	3,2	3,7	2,2	1,6	3,1	2,6
Turzyn	ST	Śródmieście	2,2	3,3	5,2	2,7	4,8	3,4	3,2	3,6	3,1	3,5
Drzetowo-Grabowo	SD	Śródmieście	2,9	1,7	4,6	3,0	5,2	7,4	2,6	2,0	3,0	3,6
Nowe Miasto	SN	Śródmieście	3,6	2,3	5,3	2,0	5,1	3,0	2,4	5,1	5,2	3,8
Łęknio	SE	Śródmieście	3,0	3,1	4,1	4,0	4,2	4,1	3,7	4,3	4,2	3,8
Niebuszewo-Bolinko	SB	Śródmieście	3,5	4,8	3,6	3,4	4,8	3,1	5,4	2,5	7,3	4,3
Świerczewo	ZS	Zachód	7,9	6,6	3,3	7,5	3,8	3,0	3,4	2,0	3,2	4,5
Niebuszewo	PN	Północ	4,3	4,2	5,0	6,0	5,0	5,3	4,8	5,5	2,6	4,7
Pogodno	ZP	Zachód	8,1	7,1	4,5	7,8	4,4	4,6	2,0	3,2	1,8	4,8
Międzyodrze -Wyspa Pucka	MM	Śródmieście	5,3	6,0	5,5	6,3	4,9	1,8	6,9	5,6	4,1	5,2
Arkońskie-Niemierzyn	ZA	Zachód	4,7	5,6	5,5	4,0	5,1	6,3	5,7	7,6	5,8	5,6
Żelechowa	PZ	Północ	7,7	6,7	5,1	7,7	5,3	3,1	5,7	5,0	5,7	5,8
Pomorzany	ZN	Zachód	4,8	6,6	4,9	4,6	5,1	4,9	7,1	6,5	7,7	5,8
Zawadzkiego-Klonowica	ZK	Zachód	6,5	4,9	5,4	4,8	5,9	7,5	6,9	3,2	7,2	5,8
Gumieńce	ZG	Zachód	5,7	5,2	6,3	6,8	5,8	7,6	5,6	6,7	5,5	6,1
Warszewo	PW	Północ	8,9	8,7	4,7	8,9	5,0	2,6	4,5	5,9	6,5	6,2
Zdroje	DZ	Prawobrzeże	6,3	7,9	3,9	6,7	3,8	3,5	8,7	7,9	9,4	6,5
Słoneczne	DS	Prawobrzeże	7,1	7,9	7,0	8,0	8,0	6,9	8,3	4,1	5,7	7,0
Krzekowo-Bezrzecze	ZB	Zachód	6,7	6,5	7,0	5,0	7,9	8,7	7,8	8,2	5,9	7,1
Majowe	DM	Prawobrzeże	8,6	8,2	8,8	8,4	9,1	6,2	5,1	6,8	5,9	7,5
Gołęcino-Goćław	PG	Północ	8,9	8,5	7,1	8,6	6,9	8,2	6,9	7,2	6,7	7,7
Kijewo	DO	Prawobrzeże	8,7	8,5	5,5	8,7	5,1	7,4	8,6	8,5	8,8	7,8
Osów	ZO	Zachód	7,7	4,8	9,9	6,2	9,8	8,7	7,0	8,3	8,9	7,9
Bukowe-Kłęskowo	DB	Prawobrzeże	8,1	8,6	5,7	8,6	7,1	9,6	8,2	8,9	7,9	8,1
Podjuchy	DP	Prawobrzeże	7,5	8,5	6,7	7,5	8,2	7,8	9,3	9,2	9,4	8,2
Dąbie	DD	Prawobrzeże	8,1	9,0	6,4	8,5	9,6	7,1	9,4	7,6	8,4	8,2
Bukowo	PB	Północ	9,9	9,7	7,0	9,5	6,9	9,4	9,4	9,4	9,2	8,9
Stołczyn	PT	Północ	9,4	9,7	8,0	9,9	7,0	10,0	9,5	10,0	7,3	9,0
Płonia-Śmierdnica -Jezierzyce	DJ	Prawobrzeże	9,0	9,3	9,8	9,4	9,6	9,9	9,2	9,4	5,4	9,0
Żydowce-Klucz	DK	Prawobrzeże	9,8	9,7	8,4	9,3	7,8	9,3	9,7	9,5	9,9	9,3
Głębokie-Pilchowo	ZL	Zachód	10,0	10,0	5,8	10,0	7,8	10,0	10,0	10,0	10,0	9,3
Skolwin	PS	Północ	9,1	9,7	8,9	9,6	8,8	9,4	9,9	9,7	10,0	9,4
Załom-Kasztanowe	DA	Prawobrzeże	10,0	10,0	9,1	10,0	7,5	10,0	10,0	10,0	9,3	9,6
Wielgowo-Sławociszewo -Zdunowo	DW	Prawobrzeże	10,0	10,0	9,4	10,0	9,1	8,2	10,0	10,0	10,0	9,6



Tabela 7.3. Zestandaryzowane wskaźniki dostępności transportem publicznym i prywatnym (samochodem) na poziomie dzielnic na podstawie danych GTFS, Google API i UM w Szczecinie

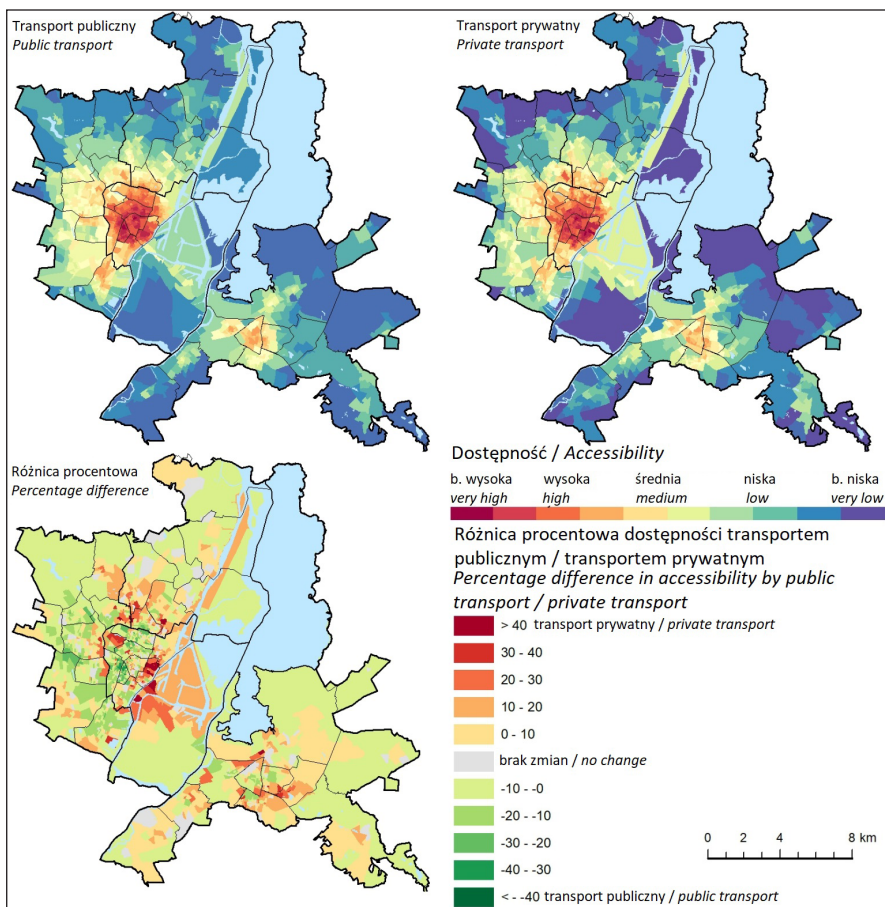
Nazwa dzielnicy	Rodzaj transportu	Dostępność potencjałowa	Miejsca pracy	Przedszkola	Szkoły podstawowe	Szkoły ponadpodstawowe	Szpital	Kino	Pływalnia	Centrum handlowe	Średnia
Śródmieście	Prywatny	2,4	2,4	4,4	2,5	4,2	3,8	2,6	3,2	3,2	3,2
Śródmieście	Publiczny	2,4	2,4	4,4	2,4	4,1	3,2	2,6	3,3	3,2	3,1
Zachód	Prywatny	5,9	6,4	5,6	5,3	5,9	6,0	7,4	6,6	6,9	6,2
Zachód	Publiczny	6,0	5,7	5,5	5,8	5,8	5,6	7,1	6,2	6,6	6,0
Prawobrzeże	Prywatny	8,7	8,2	5,6	8,5	5,8	5,5	5,9	6,1	6,3	6,7
Prawobrzeże	Publiczny	8,3	8,4	5,8	7,2	6,1	7,0	6,1	6,3	6,6	6,9
Północ	Prywatny	6,4	6,5	6,5	7,5	6,5	7,4	6,8	6,6	5,2	6,6
Północ	Publiczny	6,8	7,0	6,5	7,3	6,5	7,7	6,9	6,8	5,8	6,8

Syntetyczny wskaźnik dostępności obrazujący miejsca o najlepszej dostępności w Szczecinie został złożony z 9 mierników zestandaryzowanych w nową liczbę dla transportu publicznego jak i prywatnego (tabele 7.1 i 7.2). Według tego miernika najwyższe wartości dostępności są w dzielnicy Śródmieście w osiedlach: Centrum, Stare Miasto oraz Śródmieście Zachód. Taki wynik dla tej części dzielnicy spowodowany jest lokalizacją celów podróży oraz użytymi metodami do obliczeń dostępności (potencjałowa i kumulatywna), które po części również uwzględniają wyższe wartości w centrum układu. W pozostałych osiedlach, otaczających centrum miasta, średnia dostępność jest również na wysokim poziomie. Jedynym wyjątkiem w dzielnicy Śródmieście gdzie dostępność jest na niskim i bardzo niskim poziomie jest osiedle Międzyodrze-Wyspa Pucka. Jest to obszar o niskiej intensywności zabudowy mieszkaniowej z przewagą ogródków działkowych w południowej części i obiektów przemysłowych bliżej centrum miasta. Również w tej części dzielnicy Śródmieścia brakuje celów podróży, przede wszystkim usług, a możliwości przejazdu do nich są mocno ograniczone transportem publicznym i prywatnym.

Z kolei w dzielnicy Północ średnia wartość syntetycznego wskaźnika dostępności wyniosła 6,6 dla transportu prywatnego i 6,8 dla transportu publicznego. Na południu dzielnicy wskaźnik jest na wysokim poziomie np. na osiedlach Nabuszewo, Żelechowa i Warszewo. Natomiast im dalej na północ dzielnicy, tym szybciej spada poziom dostępności, by na osiedlu Skolwin osiągnąć jej bardzo niski poziom. Analizując dostępność w dzielnicy Północ, należy wskazać, że jest tam duże zróżnicowanie wewnątrz poszczególnych osiedli, a dobrym tego przykładem jest osiedle Warszewo, które na południu ma średnią dostępność, a na północy niską lub nawet bardzo niską. Bezpośredni wpływ na takie zróżnicowanie wewnątrz dzielnicy ma lokalizacja celów podróży i koncentryczny



układ sieci transportu publicznego i ulic w mieście. Południowa część dzielnicy korzysta z dobrej dostępności do centrum. Natomiast północno-zachodnia część osiedla Skolwin korzysta z dość dobrych możliwości bezpośredniego dojazdu do celów zlokalizowanych w centrum dzielnicy Śródmieście lub Północ. Dzięki temu poziom dostępności w tej części dzielnicy jest wyższy niż w pozostałych fragmentach zlokalizowanych na północ w dzielnicy Północ.



Ryc. 7.9. Miernik syntetyczny dostępności transportem publicznym i prywatnym oraz różnica procentowa między nimi w Szczecinie na podstawie danych GTFS i Google API

Fig. 7.9. Synthetic measure of accessibility by public and private transport and the percentage difference between them in Szczecin based on GTFS and Google API data

W dzielnicy Zachód dostępność transportem prywatnym wynosi 6,2, a transportem publicznym 6,0, przy czym na osiedlach przylegających bezpośrednio do dzielnicy Śródmieście, na średnim lub nawet wysokim poziomie dostępność jest w kilku osiedlach (Świerczewo, Pogodno i Arkońskie-Niemierzyn). W pozostałych osiedlach w dzielnicy Północ, zlokalizowanych w południowej części dzielnicy, dostępność jest na relatywnie niskim poziomie. Tu też należy zwrócić uwagę na duże zróżnicowanie dostępności wewnątrz osiedla Gumieńce.

W północno-zachodniej części dzielnicy Zachód obserwowana dostępność jest na niskim poziomie. Duże zróżnicowanie wewnątrz dzielnicy wynika z położenia celów podróży, dość bliskiej lokalizacji celów podróży w innych dzielnicach, głównie w Śródmieściu oraz z bezpośrednich połączeń między poszczególnymi celami transportem publicznym.

W dzielnicy Prawobrzeże średnia dostępność samochodem jest na poziomie 6,9, a przy transporcie publicznym - 6,7. Wysoka dostępność w dzielnicy Prawobrzeże jest na w osiedlach: Zdroje, Słoneczne i Majowe zlokalizowanych w centrum dzielnicy, gdzie rozmieszczona jest większość usług. Jest to też miejsce, z którego jest dość dobra dostępność do dzielnicy Śródmieście, dzięki linii szybkiego tramwaju. Duże zróżnicowanie poziomu dostępności występuje na osiedlu Dąbie, które jest dużym osiedlem, a obszary położone w południowych fragmentach charakteryzują się średnim poziomem dostępności. Natomiast miejsca położone w północnej części osiedla mają niską dostępność. W południowo-zachodnich osiedlach w dzielnicy Prawobrzeże dostępność jest niska lub bardzo niska. Podobnie jest w osiedlach położonych w południowo-wschodniej części Szczecina. Najgorsza dostępność w dzielnicy Prawobrzeże jest na osiedlu Złom-Kasztanowe, w północno-wschodniej części miasta. Duże zróżnicowanie wewnątrz peryferyjnych części Prawobrzeża spowodowane jest brakiem w tej części miasta wymienionych usług, a możliwości dojazdu transportem publicznym są mniejsze niż samochodem prywatnym. Mieszkańcy tych obszarów w większości zmuszeni są zatem do korzystania z transportu indywidualnego (ryc. 7.9).



## 8. Wnioski i rekomendacje z badań dostępności transportowej w Szczecinie

### 8.1. Podsumowanie badań dostępności w Szczecinie – wnioski

Zaproponowane metody badawcze charakteryzują badany obszar pod kątem analiz dostępności (najbliższej odległości, kumulatywnej, potencjałowej, ilorazu potencjałów) transportem publicznym i prywatnym. Autor ma pełną świadomość, że uchwycenie w badaniach wpływu **poszczególnych komponentów** na zmianę dostępności jest bardzo trudne. Pomocne, do pełnej charakterystyki zróżnicowania **komponentów dostępności transportowej**, było użycie narzędzi GIS, aplikacji napisanej w Pythonie oraz danych w formacie GTFS, bez których określenie zmian poszczególnych **komponentów dostępności transportowej** byłoby niemożliwa do osiągnięcia. W trakcie badań potwierdzony został duży wpływ **komponentu przestrzennego** źródeł i celów podróży na ogólną dostępność. Określony czas przejazdu (**komponent transportowy**), zarówno transportem publicznym, jak i transportem prywatnym (samochodem) zdeterminowany jest z kolei stanem infrastruktury oraz organizacją ruchu. Wpływ różnych **komponentów** na zmiany dostępności, w zależności od analizowanego obszaru, czy jest to dzielnica, a może osiedle jest mało zróżnicowany, ponieważ każda dzielnica i osiedle są specyficzne, zarówno w kontekście lokalizacji celów podróży, jak i stanu infrastruktury.

Dla celu szczegółowego polegającego na określeniu zróżnicowania dostępności transportem indywidualnym i publicznym w osiągnięciu różnych celów podróży w wybranych godzinach można wyciągnąć następujące wnioski. Zróżnicowanie czasu przejazdu do wybranych celów jest zależne od kilku czynników. Najważniejszym czynnikiem wpływającym na wartość czasu podróży w każdym analizowanym wariancie jest odległość fizyczna między źródłem a celem podróży. Drugim ważnym czynnikiem wpływającym na czas przejazdu jest wybór środka transportu. W monografii analizowany był zarówno transport publiczny jak i prywatny. W przypadku dojazdu do wybranych celów transportem publicznym dla wyników dostępności ważny jest określony rozkład jazdy. Odmierna sytuacja jest

w podróży transportem prywatnym (samochodem). W dojazdach do różnych celów podróży transportem prywatnym jedyne, co spowalnia czas przejazdu, to zatłoczenie na drogach (kongestia), ewentualnie sygnalizacje świetlne. Różnice w dostępności między transportem publicznym i indywidualnym są w Szczecinie duże, co widoczne jest w analizie dostępności przy użyciu metody potencjałowej, kumulatywnej i najbliższej odległości. Porównanie transportu publicznego i prywatnego w ciągu dnia dotyczy godzin między 5:00 a 22:00 i dostarcza wielu bardzo ciekawych wniosków. W godzinach porannych między 5:00 a 7:00 oraz w godzinach wieczornych po 19:00 poruszanie się po mieście samochodem jest dużo szybsze niż transportem publicznym. W tych godzinach transport publiczny cechuje względnie mniejsza częstotliwość kursowania (z wyjątkiem godzin 6:00-7:00, kiedy częstotliwość kursowania rośnie w związku ze wzrostem natężenia ruchu w porannym szczycie). Natomiast ruch pojazdów w wyżej wymienionych godzinach jest niewielki, co pozwala w miarę płynnie i szybko poruszać się po mieście. W godzinach między 7:00 a 9:00 oraz między 15:00 a 19:00 dostępność transportem publicznym jest wyższa niż pomiędzy godzinami szczytu, co jest spowodowane głównie wzrostem częstotliwości kursowania autobusów i tramwajów. Z kolei przejazd samochodem w tych godzinach w różnych częściach miasta wiąże się często z dużymi stratami czasu w związku z okresem porannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego. W czasie obu szczytów komunikacyjnych różnica między przejazdem transportem publicznym a samochodem prywatnym maleje na korzyść transportu publicznego. Miejscami w godzinach obu szczytów komunikacyjnych różnica dostępności transportem publicznym sięga nawet 80% dostępności samochodem prywatnym. Obszary, gdzie notowana w godzinach szczytu jest najmniejsza różnica dostępności, znajdują się w centrum dzielnicy Śródmieście oraz w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże. Ze wszystkich obszarów, z których notowana jest poprawa dostępności transportem publicznym, możliwy jest przejazd tramwajem. W godzinach między 9:00 a 15:00, czyli między szczytem porannym a popołudniowym, na drogach jest relatywnie mniejszy ruch, a średnie czasy przejazdu samochodem spadają. W tym czasie transport publiczny funkcjonuje z niższą częstotliwością, ale i tak jest ona wyższa niż po godzinie 19:00.

Wnioski wynikające z analizy zróżnicowania poziomu dostępności przez różne grupy społeczne z wykorzystaniem analizy popytowo-podażowej przedstawiają się następująco. Została zbadana dostępność potencjałowa do różnych celów podróży takich jak: przedszkola, szkoły podstawowe, szkoły ponadpodstawowe i miejsca pracy. Źródłem podróży po stronie popytowej w obliczeniach dla ilorazu potencjałów była liczba ludności w wybranym przedziale wiekowym, tj. w wieku 3-6, 7-15, 16-18 i 18-60 lat dla kobiet i 18-65 lat dla mężczyzn. Każdorazowe obliczenie dostępności potencjałowej zarówno dla celów jak i źródeł podróży pozwoliło na wizualizację wyników w formie ilorazu potencjałów, tj. pokazanie miejsc (obszarów), gdzie istnieje nadwyżka lub niedobór potencjału populacji w określonym przedziale wiekowym względem potencjału wybranych placówek edukacyjnych i miejsc pracy. Wyniki ilorazu potencjałów dobrze oddają zróżnicowanie dostępności potencjałowej w ujęciu popytowo-podażowym. Wyniki

ilorazu potencjałów dla transportu publicznego i prywatnego różnią się od siebie tym, że dla transportu publicznego obserwuje się większe odchylenia między skrajnymi wartościami nadwyżki popytu i nadwyżki podaży, niż dla transportu indywidualnego. Można wnioskować, że zróżnicowanie ilorazu potencjałów jest szczególnie atrakcyjną metodą dla oceny sytuacji tych grup wiekowych, które korzystają w dużym stopniu z transportu publicznego, tj. np. dla uczniów szkół ponadpodstawowych lub dojeżdżającej do pracy ludności w wieku produkcyjnym.

**Iloraz potencjałów** dla dostępności do przedszkoli charakteryzuje miejsca niedoboru placówek dla dzieci w wieku 3-6 lat. Najwyższa nadwyżka potencjału osób w wieku 3-6 lat względem potencjału miejsc w przedszkolu występuje w dzielnicy Północ na osiedlu Warszewo. Jest to osiedle, na którym w ostatnich dziesięciu latach o ok. 50% wzrosła liczba mieszkańców. Z kolei najwyższe wartości potencjału miejsc w przedszkolach w relacji do potencjału dzieci w wieku przedszkolnym występują w północno-zachodniej części dzielnicy Śródmieście oraz północno-zachodniej części dzielnicy Zachód. W tych częściach Szczecina notowany jest sukcesywny spadek liczby młodszych mieszkańców, którzy posiadają dzieci w wieku przedszkolnym.

Najmniejsze różnice w ilorazie potencjałów są w przypadku dostępności potencjałowej do szkół podstawowych, tego typu placówki edukacyjne rozlokowane są dość równomiernie, tj. blisko dużych skupisk ludności. W Polsce zgodnie z art. 35 ust. 2 ustawy Prawo oświatowe jest obowiązek szkolny dziecka. Najwyższa nadwyżka dostępności do osób w wieku szkolnym 7-15 lat, względem dostępności do miejsc w szkołach podstawowych, jest ponownie obserwowana na osiedlu Warszewo w dzielnicy Północ, a także prawie w całej dzielnicy Prawobrzeże ze wskazaniem południowo-zachodniej i wschodniej części dzielnicy. Na tych obszarach można oczekiwać problemów wynikających z zapełnienia się placówek szkolnych. Z kolei najwyższa podwyżka potencjału podaży miejsc w szkołach podstawowych w relacji do potencjału mieszkańców w wieku szkolnym jest w północno-zachodniej części dzielnicy Zachód.

Z badanych placówek edukacyjnych, najwyższe różnice w ilorazie potencjałów występują w analizie dla szkół ponadpodstawowych. Wynika to w dużej mierze z lokalizacji szkół ponadpodstawowych, które są mocno skoncentrowane przestrzennie i znajdują się w zdecydowanej przewadze w centrum miasta. Najwyższa nadwyżka potencjału szkół ponadpodstawowych jest w południowej części dzielnicy Prawobrzeże oraz na styku dzielnic Zachód i Północ w północnej części miasta. Z kolei najwyższe wartości nadwyżki potencjału populacji w wieku szkolnym 16-18 lat jest w centrum miasta, w dzielnicy Śródmieście. Należy nadmienić, że właśnie ta grupa wiekowa w dojazdach do szkoły w dużej mierze korzysta z transportu publicznego.

Analiza popytowo-podażowa różnych celów podróży (przedszkola, szkoły podstawowe, szkoły ponadpodstawowe i miejsca pracy) może wskazywać na miejsca potencjalnego wzmożonego ruchu na drogach w wybranych relacjach między rejonami transportowymi charakteryzującymi się niedoborem i nadwyżką potencjału miejsc pracy względem potencjału liczby ludności w wieku produkcyjnym.



Nadwyżki „demograficzne” dla osób w różnym wieku są obserwowane w dzielnicy Północ i Prawobrzeże. Natomiast nadwyżki „podażowe”, liczby miejsc w szkołach ponadpodstawowych i liczby miejsc pracy są obserwowane w centralnej części dzielnicy Śródmieście i części dzielnicy Zachód. Z badań ruchu wykonywanych w 2010 i 2016 roku w Szczecinie wynika, że z dzielnic Północ i Prawobrzeże w kierunku dzielnicy Śródmieście odnotowany został duży ruch samochodów i osób w transporcie publicznym, co potwierdza tezę o dużej istotności metody ilorazu potencjałów nie tylko dla wykazywania miejsc niedoboru miejsc pracy lub miejsc w szkołach, ale również w ujęciu korytarzowym, dla miejsc szczególnie narażonych na zjawisko kongestii, również w ujęciu prognostycznym, np. w kontekście lokalizacji nowych osiedli mieszkaniowych lub dużych skupisk przestrzeni biurowych.

Wyniki analizy dostępności kumulatywnej do miejsc pracy transportem publicznym pokazują zbliżony rozkład dostępności jak w przypadku ilorazu potencjałów miejsc pracy i liczby ludności w wieku produkcyjnym. Interesujące jest przesunięcie rdzenia nadwyżki miejsc pracy dla analizy w transporcie prywatnym, które wynika z lepszej dostępności samochodem obszaru osiedla Międzyodrze-Wyspa Pucka, gdzie zlokalizowana jest duża liczba miejsc pracy. Z tych obszarów dostępność transportem publicznym jest ograniczona, ponieważ częstotliwość kursowania autobusów, zwłaszcza poza głównym ciągiem komunikacyjnym wschód-zachód, jest niska.

Wnioski wynikające z analizy dostępności w ujęciu dynamicznym publicznym transportem w latach 2009-2018 są następujące. Dynamiczne ujęcie zmian dostępności potencjałowej w transporcie publicznym pozwoliło wskazać, gdzie dostępność transportem publicznym malała, a gdzie się poprawiała między 2009 a 2018 rokiem. Od 2009 do 2018 roku w trzyletnich przedziałach czasowych sprawdzono również udział poszczególnych **komponentów (przestrzennego i transportowego)** na zmianę dostępności potencjałowej. W przypadku dostępności potencjałowej transportem publicznym należy jeszcze zwrócić uwagę na ogólny rozkład potencjału w mieście. W 2009 widoczny był wyraźny rdzeń wyższej dostępności w centrum miasta w dzielnicy Śródmieście. W kolejnych latach wartości dostępności potencjałowej zaczęły się zmieniać. Przykładowo na osiedlu Żelechowa poziom dostępności potencjałowej nieznacznie się wahał, rósł w latach 2009-2012, spadał w latach 2012-2015, by znów wzrosnąć od 2015 do 2018 roku. Na uwagę zasługuje fakt dekoncentracji wyższych wartości potencjału położonych z dala od centrum, tworzenie się nowych, mniejszych, ale jednak dominant wyższej dostępności. Dekoncentracja jest głównie widoczna w centralnej części dzielnicy Prawobrzeże na osiedlach: Dąbie, Majowe, Słoneczne. Bardziej równomierny rozkład przestrzenny dostępności potencjałowej transportem publicznym jest spowodowany spadkiem potencjału ludnościowego w centrum na rzecz osiedli położonych bardziej peryferyjnie w mieście. W tym miejscu również trzeba zwrócić uwagę na fakt, że w analizowanym okresie 2009-2018 liczba ludności w Szczecinie, szczególnie w centrum miasta, malała. Również zmiany rozkładu jazdy w analizowanym okresie, a także inwestycje infrastrukturalne, skutkowały stopniowymi zmianami w rozkładzie dostępności potencjałowej poza centrum Szczecina. Taka

sytuacja miała miejsce w 2018 roku w dzielnicy Prawobrzeże, w której znacznie poprawiła się dostępność na prawie całym osiedlu, szczególnie w wyniku skomunikowania dzielnicy z przystankami szybkiego tramwaju z centrum miasta. Inwestycje transportowe realizowane poza centrum mają również pozytywny wpływ na poprawę dostępności w rdzeniu, jednak efekt mnożnikowy jest bardziej widoczny dla obszaru peryferyjnego.

W monografii oceniono możliwości wykorzystania narzędzi GIS do badania dostępności na poziomie miasta. Wykorzystanie narzędzi GIS do badania dostępności w mieście jest niezbędne, by uzyskać wiarygodne i porównywalne między sobą wyniki, tak by na ich podstawie można było trafnie wnioskować. Narzędzia GIS w książce były wykorzystywane wielokrotnie. W pierwszej kolejności narzędzia GIS wykorzystano do geokodowania usług, miejsc pracy, przedszkoli, szkół podstawowych i ponadpodstawowych. Na kolejnym etapie prac narzędzia GIS wykorzystywane były przy budowie modeli. Pierwszy model transportu publicznego zbudowany został w programie ArcGIS 10.2.2, wykorzystując przy tym narzędzia z pakietu Network Analyst i dane GTFS. W trzeciej fazie wykorzystywania narzędzi GIS użyto do pobierania czasów z *Google Maps API*, które potem odpowiednio przetwarzano w programie ArcGIS. Na podstawie tych informacji powstał model transportu prywatnego. W późniejszym etapie prac w programie *ModelBuilder* w ArcGIS powstał program, który wykonywał w pętli obliczenia macierzy źródło-docelowych (*Origin and Destination*; OD). Na ostatnim etapie prac narzędzia i oprogramowanie GIS zostały użyte do wizualizacji kartograficznej wyników. Przy tego rodzaju analizach używanie narzędzi GIS jest konieczne, by osiągnąć zakładane cele.

Wnioski dotyczące oceny możliwości wykorzystania systemu GTFS do analizy dostępności transportem publicznym są następujące. Format danych GTFS pozwala porównywać rozkłady jazdy transportu publicznego w różnym czasie w ciągu doby i wykonywać szczegółowe obliczenia dla przejazdów między rejonami transportowymi w przestrzeni miejskiej. Precyzja analizy czasowej opartej na GTFS pozwala na 1-minutowe odstępy czasowe między pomiarami dostępności. Jednak 1-minutowe odstępy czasowe są rzadko stosowane przez badaczy, co może wynikać z ilości uzyskanych danych oraz wielkości plików wynikowych, które mają znaczenie w przypadku wykonywania macierzy źródło-cel (OD) z wykorzystaniem GTFS i przy ich obróbce. Zdecydowana większość badaczy wykorzystuje w analizach 10-, 12- lub 15- minutowe przedziały, zwracając przy tym uwagę na pewne błędy mogące wynikać z użycia tak dużych odstępów czasowych (Stępnia i Goliszek, 2017; Stępnia i in., 2019). Tutaj użyte zostały 15-minutowe odstępy czasowe. W niniejszej monografii nie zastosowano losowego pomiaru dostępności dla wybranego odstępu czasowego, aby dane były ze sobą porównywane w ciągu kilku lat, tj. między 2009 a 2018 rokiem. Porównując pewien wycinek czasu, przy użyciu danych GTFS, dla różnych lat, możemy zaobserwować jak duże zmiany w transporcie publicznym zaszły w badanym okresie oraz co można jeszcze zmienić, by poprawić dostępność transportem publicznym. Według autora wzrost popularności formatu danych GTFS i ich otwarty dostęp może pozytywnie

przyczynić się do poprawy funkcjonowania transportu miejskiego. Przy pomocy tych danych można realnie wykazać wpływ inwestycji infrastrukturalnej w transporcie publicznym i efekt poprawy dostępności konkretnych miejsc w mieście. Równie ważna jest możliwość integracji danych GTFS jednego systemu transportowego (przewoźnika) z innym, tworząc przy tym modalne relacje przestrzenne. Wykorzystywanie modeli transportu publicznego i prywatnego opartych na ogólnie dostępnych danych jest już normą w badaniach miejskich. Dostępność tych danych daje możliwość porównania wyników między ośrodkami miejskimi. Popularyzacja formatu danych GTFS pozwoli integrować tego typu dane z innymi danymi na poziomie regionalnym i krajowym. Również osoby odpowiedzialne za planowanie przestrzenne w mieście mogą skorzystać z tego typu danych, by stworzyć własne opracowanie, które realnie może mieć wpływ na lokalną politykę władz samorządowych.

Wnioski wynikające z oceny możliwości zastosowania różnych metod badania dostępności w mieście w ujęciu statycznym i dynamicznym są następujące. Zdaniem autora pracy zastosowanie różnych metod badania dostępności w ujęciu statycznym i dynamicznym jest korzystne dla uzyskania wiarygodnych wyników oraz wnioskowania. Badanie statyczne rozpatrywane było w określonej godzinie i minucie w ciągu dnia. Natomiast badanie dynamiczne uwzględniało dłuższy okres, tj. lata 2009-2018, ale również krótszy okres w ciągu doby np. godziny między 18:00 a 20:00. Ujęcie statyczne jest prostsze i znajduje dobre zastosowanie do wskazywania i porównywania miejsc o lepszej lub gorszej dostępności. W ujęciu statycznym w pracy wykorzystano metody: najbliższej odległości, odsetka ludności, dostępności kumulatywnej, dostępności potencjałowej, ilorazu potencjałów, a także już przy syntezie – metodę rankingu (miernik syntetyczny i standaryzacja danych). Dzięki dostępności kumulatywnej wyznaczyć można było zasięg dostępności w zależności od czasu przejazdu.

Z kolei przy zastosowaniu analizy dynamicznej, wykorzystano metody: najbliższej odległości, odsetka ludności, dostępności potencjałowej, ilorazu potencjałów oraz również – przy syntezie – metodę rankingu (miernik syntetyczny - standaryzacja danych). Wykorzystując te metody, wskazano rozbieżności w czasie dojazdu z różnych miejsc do wybranego celu w badanym czasie.

Dostępność badana w ujęciu dobowym pozwala określić pory dnia, kiedy np. dostępność w transporcie publicznym jest porównywalna z dostępnością w transporcie indywidualnym, a także godziny, w których różnice między dwoma rodzajami transportu są pod tym względem największe. Taka wiedza pozwala użytkownikowi sieci (**komponent indywidualny**) transportowych w mieście zaplanować wybór środka transportu (**komponent transportowy**) oraz dokładny czas podróży (**komponent czasowy**). Z kolei miary dostępności badane w dłuższym okresie pozwalają określić zmiany w przestrzeni transportowej miasta, jakie zaszły np. w ciągu paru lat. W przypadku analiz długoterminnych można spróbować określić wpływ np. inwestycji infrastrukturalnej na zmiany **dostępności transportowej** w mieście. Niestety w przypadku zmian dostępności transportem publicznym inwestycja najczęściej przynosi efekt dopiero po jakimś czasie, co

następuje w momencie dopasowania rozkładów jazdy i przebiegu tras tak, by cały system był wydajny dla mieszkańców miasta.

Wnioski dotyczące celu aplikacyjnego, który dotyczył zmiany dostępności wynikającej ze zmian organizacyjnych i budowy nowej linii tramwajowej w latach 2012-2015, są następujące. Ewaluacja *ex post*, która została wykonana w pracy, porównuje dostępność transportem publicznym w latach 2012-2015 tylko z uwzględnieniem zmian transportowych (infrastrukturalnych i organizacyjnych). Nie jest to zatem klasyczna ewaluacja inwestycji infrastrukturalnej typu *ceteris paribus* (tj. efekt netto, przy innych czynnikach bez zmiany), ponieważ w ramach inwestycji szybkiego tramwaju (SST), która zakończyła się 29 sierpnia 2015 roku, nie zbadano wyłącznie efektu SST. W poszczególnych latach tzn. 2012 i 2015 roku zbadane zostały wszystkie zmiany, które miały miejsce w rozkładach jazdy w transporcie publicznym w tym okresie (również na innych liniach transportu publicznego w Szczecinie). Jednak w analizowanym okresie można zaobserwować, że zmian organizacyjnych było stosunkowo niewiele, a największy wpływ na zmiany dostępności miała nowopowstała inwestycja SST wraz z oddaniem do użytku nowych linii autobusowych łączących z przystankami SST. Ocena zmian dostępności na podstawie rozkładu jazdy zrealizowano z wykorzystaniem różnych metod dostępności. Każdorazowo do analizy dynamicznej wybierano rozkład jazdy z października 2012 i 2015 roku. Udowodniono, że w analizowanym czasie ponad 10-procentowa zmiana dostępności miała miejsce w pobliżu nowej pętli tramwajowej Turkusowa. Również na obrzeżach dzielnicy Prawobrzeże we wschodniej części miasta zaobserwowano duże dodatnie zmiany dostępności. Praktycznie wzdłuż całego przebiegu linii szybkiego tramwaju zaobserwowana jest poprawa dostępności potencjałowej, aczkolwiek wynika to również z dobrego skomunikowania przystanków tras autobusowych.

Wnioski dotyczące typologii osiedli w Szczecinie w kontekście zmiany dostępności, jaka miała miejsce w latach 2009-2018 są następujące. Analizując wpływ czynnika transportowego i przestrzennego na zmianę dostępności w latach 2009-2018 na osiedlach w Szczecinie zauważalny jest duży wpływ spadku liczby ludności w mieście oraz miejscowy efekt wynikający ze zmian w funkcjonowaniu transportu publicznego. Zmiany dostępności w wyniku procesów demograficznych, tj. zmian liczby ludności w Szczecinie w latach 2009-2018 o wartościach ujemnych, są szczególnie widoczne w dzielnicy Śródmieście. Nieco mniejsze zmiany dostępności w wyniku zmian demograficznych były widoczne w dzielnicy Prawobrzeże. Najmniejsze zmiany są widoczne w dzielnicy Zachód i Północ, w tych dwóch dzielnicach nastąpił najmniejszy odpływ netto liczby ludności w analizowanym okresie.

Analizując wpływ czynnika transportowego w podziale na dzielnice, największy wzrost dostępności był odnotowany w dzielnicy Prawobrzeże i dzielnicy Zachód. W dzielnicy Śródmieście widoczny jest układ mozaikowy wzrostów i spadków dostępności w zależności od osiedli. Natomiast z wyjątkiem początkowych trzech lat 2009-2012 w pozostałym okresie zanotowane zostały spadki dostępności w dzielnicy Północ. Jest to o tyle ciekawe, że na osiedlu Warszewo w dzielnicy Północ, które zanotowało największy dodatni wzrost liczby mieszkańców w latach

2009-2018, przez prawie cały okres między 2009 a 2015 rokiem notowany był spadek dostępności wynikający ze zmian transportowych w tej części miasta. Poprawa dostępności w tej części miasta została odnotowana dopiero między 2015 a 2018 rokiem, dzięki nowemu połączeniu autobusowemu, które wytyczono między osiedlem Warszewo i Osów w dzielnicy Północ. Badanie porównawcze między poszczególnymi latami wykazało, jak duży wpływ na zmianę dostępności mogą mieć nowe przebiegi tras autobusowych oraz integracja sieci autobusowej, np. z nowymi przystankami tramwajowymi.

Ocena dostępności do różnych celów podróży w Szczecinie wykonana została przy zastosowaniu standaryzacji wybranych wyników dostępności zastosowanych w publikacji i zestawieniu ich w miernik syntetyczny. Większość celów podróży w Szczecinie zlokalizowana jest w centrum miasta lub w gęściej zamieszkałych obszarach poszczególnych dzielnic. Z tego względu, a także ze względu na centralne położenie, poziom dostępności sumarycznej wynikający z miernika syntetycznego do wybranych celów w Szczecinie jest najwyższy w dzielnicy Śródmieście. Następne dzielnice, według wartości syntetycznego miernika, to Zachód i prawie na tym samym poziomie Północ i Prawobrzeże. Poza centrum miasta dobrze dostępne są wschodnie części dzielnicy Zachód, południowe części dzielnicy Północ oraz centralna część dzielnicy Prawobrzeże. Dużym problemem w dostępności do wybranych celów w Szczecinie jest peryferyjne położenie niektórych gęsto zamieszkałych osiedli. Problem ten dotyczy niemal każdej dzielnicy z wyjątkiem dzielnicy Śródmieście, na której peryferiach znajdują się ogródki działkowe i obszary niezamieszkałe. Również w tej części miasta zlokalizowane są tereny przemysłowe. Wysoka peryferyzacja terenów położonych dalej od centrum dzielnic związana jest z ograniczoną dostępnością transportem publicznym lub nawet, w skrajnym przypadku, z całkowitym brakiem połączeń, co ma przełożenie na niski wynik dostępności na tych obszarach. Obszary skąd czas przejazdu transportem publicznym jest wyższy niż 30 minut, a samochodem prywatnym dłuższy niż 20 minut do wybranych usług, zostały oznaczone jako obszary problemowe transportowo. Liczba ludności zamieszkującej tak zdefiniowane obszary problemowe transportowo wynosi 4% mieszkańców miasta.

## 8.2. Weryfikacja tez badawczych

Podstawowa teza pracy, tj. „Zróżnicowanie poziomu dostępności poszczególnych obszarów Szczecina, jako miasta przedzielonego rzeką o specyficznych uwarunkowaniach przestrzennych, wynika głównie z komponentu transportowego. Zmiany dostępności w wyniku oddania nowej linii tramwajowej są relatywnie niewielkie i zależne w dużym stopniu od zmian organizacyjnych (rozkładu jazdy) oraz infrastrukturalnych (lokalizacja nowych przystanków autobusowych na Prawobrzeżu w pobliżu osiedli)” okazała się częściowo prawdziwa.

Wpływ poszczególnych **komponentów dostępności transportowej** w mieście jest różny w zależności od lokalizacji wybranego fragmentu miasta i jego powiązań z otoczeniem. Najlepsze powiązania z otoczeniem ma centrum Szczecina. Tam zlokalizowana jest większość usług, do których z pozostałych dzielnic ludność musi się przemieszczać często na długim dystansie transportem publicznym lub indywidualnym (samochodem). Ważna w analizie jest pora dnia przejazdu, która determinuje pewne ograniczenia czasowe wynikające z funkcjonowania transportu publicznego, wzmożonego ruchu na drogach oraz godzin funkcjonowania usług lub miejsc dojazdu.

Przedłużenie linii tramwajowej na Prawobrzeże przyczyniło się do poprawy dostępności prawie całej dzielnicy. Jednak poprawa dostępności została zaobserwowana szczególnie po uruchomieniu nowych połączeń autobusowych, którymi ludność może dotrzeć do najbliższego przystanku tramwajowego SST w Szczecinie. Transport publiczny odgrywa również coraz ważniejszą rolę w dzielnicy Północ, skąd do centrum można dojechać kilkanaście minut. Na pograniczu dzielnic Zachód i Północ, między 2015 a 2018 rokiem utworzono nową linię, która ma za zadanie obsługiwać tę część miasta, która intensywnie się rozbudowuje i ma jednocześnie pewne ograniczenia transportowe. Dwa osiedla Osów i Warszewo, znajdujące się na pograniczu dzielnicy Zachód i Północ, powinny, wskutek wniosków wynikających z pracy, zyskać połączenia transportowe w układzie poprzecznym do już istniejących, tj. w kierunku centrum. Dodatkowa droga i połączenie autobusowe, częściowo odciążąłoby ten układ komunikacyjny w relacji centrum-obszar intensywnej zabudowy mieszkaniowej, co usprawniłoby ruch w całej północnej części Szczecina. Pierwsza część tezy mówiąca o znacznym wpływie **komponentu przestrzennego** okazała się nie do końca prawdziwa. Ten wpływ jest zależny od rodzaju i kierunku przejazdu oraz długości podróży. Drugi element tezy, mówiący o małym wpływie nowej inwestycji tramwajowej, jest prawdziwy. Sama inwestycja tramwajowa nie poprawiła znacząco dostępności Prawobrzeża, może z wyjątkiem obszarów położonych blisko przystanków. Jednak integracja sieci autobusowej do przystanków SST na Prawobrzeżu znacząco poprawiła dostępność transportową w tej części miasta.

Teza „**Poziom dostępności transportem publicznym w układzie centrum miasta-peryferie jest w dużo większym stopniu zróżnicowany zarówno przestrzennie, jak i czasowo (pora doby) niż poziom dostępności w transporcie prywatnym**” została obalona. By ją zweryfikować, przydatne było zestawienie odchyleń czasowych w funkcjonowaniu transportu publicznego i prywatnego. Na podstawie odchyleń w funkcjonowaniu obu rodzajów transportu udowodniono, że transport publiczny jest bardziej narażony na zmienny poziom dostępności w przestrzeni miasta w układzie rdzeń-peryferie niż transport indywidualny. Wyższe odchylenia między rdzeniem a peryferiami dla transportu publicznego wynikają z jego ograniczonej dostępności i funkcjonowania na obszarach peryferyjnych miasta. Wyższe częstotliwości kursowania środków transportu publicznego dotyczą centrum miasta, jest tam również więcej przystanków i linii, nie tylko autobusowych, ale również tramwajowych. Natomiast na peryferiach



Szczecina rozległe obszary często obsługuje tylko jedna linia autobusowa która kursuje w kilkunastominutowych odstępach czasowych. Z kolei korzystanie z transportu indywidualnego na peryferiach wiąże się z krótszym czasem jazdy, jest tam mniejsza kongestia, co zmniejsza popyt na transport publiczny i jest kolejnym czynnikiem mającym wpływ na dominację transportu indywidualnego na obszarach peryferyjnych miasta.

Teza: **„Poziom dostępności transportem publicznym jest generalnie niższy niż poziom dostępności transportem prywatnym. Jednak zróżnicowanie poziomu dostępności między transportem prywatnym a publicznym jest niższe w godzinach szczytu, co zwiększa w tym okresie dnia konkurencyjność transportu publicznego. Największe zróżnicowanie dostępności między oboma typami transportu ma miejsce w godzinach nocnych.”** okazała się również prawdziwa.

Na konkurencyjność transportu publicznego wpływa czas dojścia od źródła do przystanku i od przystanku do celu podróży. Dlatego przejazd transportem indywidualnym (samochodem), prawie zawsze w ujęciu *door-to-door*, w Szczecinie jest szybszy niż komunikacją publiczną. Jedynie w niektórych wybranych relacjach transport publiczny może być konkurencyjny w stosunku do samochodu, np. na linii SST na części odcinka.

Transport publiczny w godzinach szczytu funkcjonuje z wyższą częstotliwością. Za to przejazd samochodem po Szczecinie, głównie w centrum miasta, w tym momencie doby jest wolniejszy, co jest wywołane głównie przez kongestię oraz sygnalizację świetlną spowalniającą ruch. W godzinie szczytu (porannego i popołudniowego) transport publiczny jest szczególnie konkurencyjny wtedy, gdy korzysta z własnego pasa ruchu np. tramwaj lub autobus poruszający się buspasem. Z kolei największe różnice między transportem publicznym i prywatnym, na korzyść przejazdu samochodem, są po godzinie 19:00. W godzinach wieczornych transport publiczny funkcjonuje z mniejszą częstotliwością. Przejazd samochodem po mieście często odbywa się w tzw. ruchu swobodnym, a jedynymi ograniczeniami są prędkość kodeksowa na drodze i sygnalizacje świetlne.

Teza: **„Największe różnice w poziomie dostępności kumulatywnej do miejsc pracy między transportem publicznym a prywatnym w czasie do 30 min jazdy, są poza ścisłym centrum miasta, szczególnie na jego peryferiach, poza obszarami obsługiwanymi przez linie tramwajowe.”** również okazała się prawdziwa. Wynika to z tego, że mieszkańcy ścisłego centrum Szczecina, w czasie do 30 minut przejazdu zarówno transportem publicznym, jak i indywidualnym, mogą być beneficjentami dość wysokiego poziomu dostępności kumulatywnej, dzięki czemu różnice między oboma środkami transportu nie są tak duże. Poza centrum miasta różnica między dostępnością transportem publicznym a prywatnym znacznie wzrasta, co wynika z odległości czasowej, którą trzeba pokonać, by osiągnąć w określonym czasie 30 min jak najwięcej celów podróży (np. miejsc pracy). Najwyższe wartości różnicy w dostępności do miejsc pracy między transportem publicznym i prywatnym występują w Szczecinie w zachodniej części osiedla Międzyodrze-Wyspa Pucka w dzielnicy Śródmieście tuż przy granicy z osiedlem

Pomorzany znajdującym się w dzielnicy Zachód. Jest to obszar Rodzinych Ogródków Działkowych „Jutrzenka” i „Wyspa Pucka” (ROD) skąd w łatwy sposób można dojechać samochodem do dużej liczby miejsc pracy zlokalizowanych na osiedlu Międzyodrze-Wyspa Pucka. Z drugiej strony brak jest tu linii tramwajowej, a kursujące z tej części osiedla autobusy jeżdżą w 30, 20 i 15-minutowych odstępach czasowych.

W monografii udowodniono również prawdziwość tezy: **„W latach 2009-2018 zaobserwowano spadek poziomu dostępności potencjałowej w centrum miasta, co było przede wszystkim konsekwencją zmniejszenia się liczby ludności w tej części miasta.”**

Analizując zmiany dostępności potencjałowej między 2009 a 2018 rokiem w Szczecinie, zauważalny jest spadek dostępności w niemal całym mieście. Jedynymi wyjątkami gdzie poziom dostępności wzrósł, są relatywnie niewielkie obszary wzrostu liczby ludności lub małego spadku ludności przy jednoczesnym dużym efekcie infrastrukturalnym. Spadek rejestrowanej liczby ludności w niektórych osiedlach zlokalizowanych w dzielnicy Śródmieście wyniósł w latach 2009-2018 około 20% mieszkańców. Zmiana dostępności potencjałowej uwzględniająca czasy przejazdu z 2018 roku przy zmianie wyłącznie po stronie **komponentu przestrzennego**, czyli liczby ludności, wskazuje dzielnicę Śródmieście jako tę, gdzie notowany jest największy spadek dostępności potencjałowej. Z kolei analiza dostępności między 2009 a 2018 rokiem przy uwzględnieniu zmian wyłącznie po stronie **komponentu transportowego**, czyli zmian czasów przejazdu, przy stałej liczbie ludności wskazuje na wzrost dostępności potencjałowej w prawie całej dzielnicy Śródmieście. Tym samym można wnioskować, iż zmiany dostępności w dużym stopniu zależą od przyjętej metody jej badania, a w przypadku zmian dostępności potencjałowej należy w ujęciu dynamicznym jednocześnie analizować zmiany po stronie zarówno atrakcji (zmiany ludności), jak i zmiany infrastrukturalne i organizacyjne.

Interesujące jest wnioskowanie dotyczące tezy: **„Nowa inwestycja infrastrukturalna w latach 2012-2015, czyli budowa I etapu Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST) i integracja linii autobusowych kursujących na Prawobrzeżu do wybranych przystanków tramwajowych skutkowało wzrostem dostępności potencjałowej do ludności w tej części miasta, nawet przy jednoczesnym procesie spadku ludności w niektórych pozostałych dzielnicach miasta przede wszystkim w centrum w badanym okresie.”** Teza została częściowo potwierdzona.

Na osiedlach (Dąbie, Słoneczne, Majowe, Bukowo-Klęskowo, Zdroje Podjuchy, Żydowce-Klucz) w dzielnicy Prawobrzeże w latach 2009-2018 zanotowano spadek liczby mieszkańców. W tym samym okresie na większości osiedla Dąbie, Żydowce-Klucz, Podjuchy i Zdroje odnotowano ogólny wzrost dostępności, co wskazuje na poprawę dostępności wynikającej z poprawy infrastruktury. Z kolei wzrost liczby mieszkańców w dzielnicy Prawobrzeże odnotowano na osiedlach Załom-Kasztanowe, Wielgowo-Sławociesze-Zdunowo, również odnotowując poprawę dostępności. W 2018 roku duża część autobusów, która obsługiwała dzielnicę Prawobrzeże, jeździła do najbliższego przystanku tramwajowego, przez co w gorzej

położonych częściach dzielnicy, z trudniejszym dojazdem do pętli Turkusowa, dostępność potencjałowa mogła się obniżyć w porównaniu do lat poprzednich. Taka sytuacja miała miejsce przykładowo w 2018 roku na osiedlu Kijewo. Od 2009 do 2018 roku liczba ludności wzrosła na tym osiedlu o 6%. Jednocześnie w badanym okresie zanotowany został lekki wzrost dostępności wynikający z uwzględnienia wyłącznie zmian po stronie infrastruktury. Jednak przy uwzględnieniu sąsiedztwa, tj. populacji w innych sąsiadujących osiedlach, gdzie następował spadek liczby mieszkańców i braku dobrych powiązań z pozostałymi częściami dzielnicy, ogólny wynik dostępności potencjałowej na tym osiedlu zmalał.

Częściowo prawdziwa okazała się teza: **„W okresie od 2009 do 2018 roku na niektórych osiedlach zanotowany został wzrost liczby mieszkańców skutkiem, czego było uruchomienie nowych połączeń autobusowych i ogólny wzrost dostępności w tych miejscach.”**

W okresie między 2009 a 2018 rokiem odnotowany został wzrost liczby mieszkańców na trzech osiedlach: Warszewo i Bukowo w dzielnicy Północ i Osów w dzielnicy Zachód. Mimo dużej zmiany liczby ludności na tych osiedlach tylko w części wymienionych osiedli odnotowano wzrost dostępności potencjałowej. Wzrost odnotowano w północnej części osiedla Osów i środkowej części osiedla Warszewo. Natomiast na osiedlu Bukowo odnotowano spadek, który mimo wzrostu liczby mieszkańców spowodowany jest bliskością centrum Szczecina, który z kolei w analizowanym czasie w znacznym stopniu się wyludnił. Natomiast na obszarze wzrostu dostępności w latach 2009-2018, między 2015 a 2018 rokiem utworzono nową linię autobusową, więc zmiana dostępności potencjałowej w tym miejscu wywołana jest w głównej mierze inwestycją infrastrukturalną (wytyczeniem nowej linii wraz z budową nowych przystanków).

Prawdziwą okazała się również teza: **„Nie dla każdego celu podróży i nie przy każdej metodzie badania dostępności występuje układ centrum-peryferie.”**

Układ centrum-peryferie zależy od lokalizacji celów podróży i metody, jaką używamy do wyznaczenia dostępności. Wyraźny układ centrum-peryferie najczęściej uwidacznia się przy używaniu metod dostępności potencjałowej i kumulatywnej. Jednak użycie metody dostępności kumulatywnej nie zawsze daje wynik w postaci układu centrum-peryferie. Przy tej metodzie, to czy układ centrum-peryferie się pojawi, jest zależne od wyboru celów podróży, wyboru rodzaju transportu i lokalizacji celów w przestrzeni. Przy wyznaczaniu dostępności przy pomocy metody dostępności kumulatywnej na to, czy wystąpi klasyczny układ centrum-peryferie, duży wpływ ma przyjęty parametr czasu lub odległości. Z kolei przy badaniu dostępności metodą najbliższej odległości największe znaczenie ma lokalizacja najbliższego celu podróży w kontekście sieci drogowej i transportu publicznego.

Teza porównująca sytuację w Szczecinie do innych miast portowych okazała się prawdziwa **„W Szczecinie z powodu specyficznych uwarunkowań rzeczno-portowych i dużej odległości między lewą (zlokalizowaną na zachód) a prawą (Prawobrzeże zlokalizowanym na wschodzie miasta) stroną miasta możliwości przemieszczania między dzielnicami są gorsze, zarówno transportem**

**publicznym, jak i prywatnym, niż ma to miejsce w wybranych miastach portowych przedzielonych rzeką w basenie Morza Bałtyckiego i Północnego.”**

W Szczecinie możliwości przejazdu z Prawobrzeża na zachodnią część miasta są mocno ograniczone, co spowodowane jest ilością przepraw mostowych w transporcie publicznym i indywidualnym. Przejazd z dzielnicy Prawobrzeża na lewobrzeże Szczecina transportem publicznym po 2015 uległ pewnej poprawie. Jednak nadal liczba bezpośrednich połączeń między dwoma brzegami miasta jest ograniczona przez małą liczbę przepraw mostowych. W Szczecinie zaznacza się dualizm relacyjny centrum Prawobrzeża-centrum Śródmieścia. W innych analizowanych miastach portowych basenu Morza Bałtyckiego i Północnego, przedzielonych rzeką, jest więcej możliwości przejazdu zarówno w transporcie indywidualnym (mostami i tunelem) jak i w transporcie publicznym po specjalnie wydzielonych pasach ruchu dla transportu publicznego. W innych miastach jest większa integracja obu stron miasta, co wpływa na relacyjność połączeń, a także pozytywnie wpływa na rozkład ruchu na przeprawach mostowych, ograniczając kongestię.

Podsumowując, podstawowym celem w monografii była próba określenia za pomocą metod GIS (w tym wykorzystanie systemu GTFS), w jaki sposób zmiany dotyczące poszczególnych **komponentów dostępności transportowej (komponent transportowy, przestrzenny, czasowy i indywidualny)** mają wpływ w mieście charakteryzującym się specyficznym rozkładem źródeł i celów podróży na zmiany dostępności dzielnic (osiedli) miasta.

Badanie dynamiczne zmian dostępności w transporcie publicznym pokazało, jak bardzo czułe są modele transportu publicznego oparte na danych GTFS. Nawet drobna zmiana lub korekta rozkładu jazdy może powodować, że według określonego harmonogramu dostępność się poprawi lub pogorszy.

Zaproponowane w pracy metody badawcze charakteryzować będą badany obszar pod kątem analiz dostępności (najbliższej odległości, kumulatywnej, potencjałowej, ilorazu potencjałów) transportem publicznym i prywatnym. Autor jest świadom, że uchwycenie w badaniach wpływu poszczególnych **komponentów** na zmianę dostępności jest bardzo trudne. Do pełnej charakterystyki zróżnicowania **komponentów dostępności transportowej** w pracy posłużono się narzędziami GIS, użyciem rozkładów jazdy w formacie GTFS i metodami, bez których próba określenia zmian poszczególnych **komponentów dostępności transportowej** byłaby niemożliwa do osiągnięcia. Podjęta próba badawcza potwierdziła duży wpływ **komponentu przestrzennego** zróżnicowania źródeł i celów podróży na ogólną dostępność. Określony czas przejazdu (**komponent transportowy**), zarówno transportem publicznym jak i samochodem prywatnym zdeterminowany jest z kolei stanem infrastruktury oraz organizacją ruchu. Wpływ różnych **komponentów** w zależności od analizowanej dzielnicy lub osiedla jest mało zróżnicowany, ponieważ każda dzielnica i osiedle są specyficzne, zarówno w kontekście lokalizacji celów podróży, jak i stanu infrastruktury.

W dzielnicy Śródmieście, w której znajduje się większość usług, zmiany w sieci transportu publicznego i prywatnego (**komponent transportowy**) nie odgrywa

większej roli, może poza osiedlem Międzyodrze-Wyspa Pucka, gdzie są wyjątkowo duże odległości do celów podróży. W tej dzielnicy **komponent przestrzenny** jest kluczowy pod względem wyników dostępności. Mniejsze znaczenie mają **komponent transportowy, czasowy i indywidualny**. Do większości miejsc, w tym przystanków transportu publicznego (z wyjątkiem osiedla Międzyodrze-Wyspa Pucka), mieszkańcy dzielnicy Śródmieście w krótkim czasie mogą dojść pieszo (czas dojścia nie będzie duży, a sieć transportu publicznego jest tak gęsta, że zróżnicowanie wewnątrz dzielnicy występuje w niewielkim stopniu).

W dzielnicy Północ wpływ **komponentu transportowego** na zmiany dostępności nabiera większego znaczenia, ponieważ w tej dzielnicy, poza południowym fragmentem zlokalizowanym bliżej Śródmieścia, gdzie **komponent przestrzenny** odgrywa dużą rolę, również w kontekście dojazdu do celów podróży w Śródmieściu, brak jest gęsto zaludnionych obszarów. W pozostałych fragmentach dzielnicy Północ na dostępność największy wpływ ma **komponent transportowy**, który powiązany jest z **komponentem czasowym i indywidualnym**.

W dzielnicy Zachód na dobrą dostępność miejsc wpływ mają zarówno **komponent przestrzenny i transportowy**, które w tej dzielnicy się wzajemnie uzupełniają. Dopelnieniem **komponentu przestrzennego i transportowego** jest **komponent czasowy**. Najbardziej zróżnicowana przy uwzględnieniu wpływu poszczególnych **komponentów dostępności transportowej** jest dzielnica Prawobrzeże. W tej dzielnicy większość usług występuje w jej centrum, do którego z pozostałych obszarów dzielnicy jest dość dobra dostępność transportem publicznym. Zatem w centrum dzielnicy najważniejszy jest **komponent przestrzenny**. Natomiast poza centrum wzdłuż sieci transportu publicznego na znaczeniu zyskuje **komponent transportowy**, szczególnie w kontekście dojazdu do centrum dzielnicy, jak i z wykorzystaniem nowej linii tramwajowej – do centrum miasta. Na pozostałych obszarach, gdzie nie ma przystanków transportu publicznego, najwyższy wpływ ma **komponent transportowy i indywidualny**. Ludność tam mieszkająca może czuć się wykluczona w kontekście dostępu do wybranych usług.

Realizacja założonych celów: głównego i szczegółowych przebiegła pomyślnie. Wykazano duży wpływ **komponentu przestrzennego** w dzielnicy Śródmieście i **komponentu transportowego** w pozostałych dzielnicach. Również w zależności od lokalizacji osiedla wpływ **komponentów (przestrzennego i transportowego) dostępności transportowej** jest różny. W pracy nieco mniej uwagi poświęcono **komponentowi indywidualnemu**, który również w literaturze jest na ogół rzadko opisywany. W analizie ilorazu potencjałów wykorzystano rozkład przestrzenny w komponencie indywidualnym.

### 8.3. Rekomendacje

Zaproponowane poniżej rekomendacje mogą być przydatne dla władz samorządowych, które realizują duże inwestycje infrastrukturalne w transporcie publicznym. Analiza ilorazu potencjałów może być wskazówką dla władz lokalnych dla potencjalnej lokalizacji nowej placówki oświatowej danego szczebla. Również rekomendacją dla władz miejskich, samorządowych i rządowych jest lokalizacja strategicznych usług publicznych np. szpitala, komisariatu policji itp.

**Rekomendacja 1.** Planowanie rozbudowy drugiego etapu szybkiego tramwaju w Szczecinie (SST) powinno opierać się o szczegółową analizę zmian dostępności z wykorzystaniem danych GTFS w ujęciu wariantowym (przedłużenie linii tramwajowych w trzech wariantach). Wybór najkorzystniejszego wariantu przebiegu drugiego etapu SST pozwoli ograniczyć ruch samochodów w kierunku centrum miasta.

Według szacunków wykonanych przez autora książki (Goliszek, 2017b) z Prawobrzeża w kierunku centrum do pracy jeździ codziennie około 22 tys. osób. Szacunki zostały wykonane na podstawie rozkładu miejsc pracy i ludności w wieku produkcyjnym zamieszkującej miasto Szczecin. Duże potoki ruchu z Prawobrzeża na Śródmieście dają jasny sygnał, że należy dalej rozbudowywać sieć szybkiego tramwaju w Szczecinie. Obecnie SST kończy swój bieg na osiedlu Zdroje tuż obok dużych osiedli mieszkaniowych: Słoneczne, Majowe, Bukowe-Kłęskowo.

**Rekomendacja 2.** Na podstawie wyników uzyskanych w ramach analizy ilorazu potencjałów dla dostępności do przedszkoli, szkół podstawowych i ponadpodstawowych można wskazać orientacyjnie miejsca, gdzie miasto powinno wybudować nowe placówki oświatowe. Nowe obiekty w tych miejscach mogą pozytywnie wpłynąć na ograniczenie ruchu w kierunku do centrum miasta z dzielnicy Północ i północnej części dzielnicy Zachód. Jest to rekomendacja dla władz miasta, by kolejne nowe placówki edukacyjne, jeżeli będzie potrzeba, powstały właśnie w tych miejscach.

**Rekomendacja 3.** Na osiedlach Warszewo i Bukowo w dzielnicy Północ zanotowano największy wzrost liczby osób na 1 przystanek w okresie 2009-2018. Jest to rekomendacja dla Zarządu Dróg i transportu Miejskiego w Szczecinie, żeby przyjrzeć się tym miejscom pod kątem ograniczonej dostępności transportem publicznym, co przekładać się może na wzmożony ruch samochodów z tych osiedli w kierunku centrum. Zarząd Dróg i Transportu Miejskiego może rozważyć, po konsultacji z Urzędem Miasta, wyznaczenie w tym miejscu buspasów tak, by ten obszar był sprawniej obsługiwany przez transport publiczny.

**Rekomendacja 4.** Również rekomendacją dla władz miejskich, samorządowych i rządowych jest lokalizacja w północnej części Szczecina w dzielnicy Północ szpitala. Aktualnie średni dojazd do szpitala transportem publicznym z dzielnicy Północ wynosi ponad 32 minuty. Najgorsza dostępność czasowa do najbliższego szpitala jest na osiedlu Skolwin w dzielnicy Północ i wynosi ponad 59 minut. Natomiast samochodem jest to około 14 minut. Poza lepszą obsługą ludności



mieszkającej w dzielnicy Północ i północnej części dzielnic Zachód, szpital w tym miejscu mógłby też obsługiwać część mieszkańców Polic.

Przedstawione powyżej rekomendacje nie wyczerpują ogromnego spektrum możliwości, jakie daje wielowariantowa i wielokryterialna analiza dostępności do różnych celów podróży, z wykorzystaniem zarówno transportu prywatnego, jak i publicznego w ujęciu dynamicznym w mieście. Niniejsza książka jest jedną z pierwszych prób w Polsce kompleksowej analizy **komponentów dostępności (przestrzennego, transportowego, czasowego i indywidualnego)** na poziomie miasta z wykorzystaniem dokładnych danych, m.in. w ramach systemu GTFS. Wskazane są dalsze prace nad udoskonaleniem metod badawczych dostępności na poziomie miasta, tym bardziej że coraz większa liczba miast wprowadza systemy GTFS umożliwiające podobną analizę.

Autor monografii uważa, że wprowadzenie nakazu publikacji rozkładów jazdy w formacie GTFS dla wszystkich rodzajów transportu publicznego spowodowałoby podniesienie konkurencyjności tych przejazdów w stosunku do przejazdów transportem prywatnym. Integracja systemów transportowych (szynowych i drogowych) na szczeblu krajowym, regionalnym i lokalnym jest podstawą do osiągnięcia wymiernych korzyści i przyciągania potencjalnych użytkowników, którzy chcą skorzystać z tego typu przejazdu.

Dobrym rozwiązaniem opisanym w pracy jest łączenie peryferyjnie położonych obszarów w mieście linią autobusową do najbliższego istniejącego przystanku tramwajowego. Takie rozwiązanie zastosowano w dzielnicy Prawobrzeże, gdzie po przedłużeniu SSTw mieście w kolejnych latach skracano linie autobusowe, którymi jeździli mieszkańcy z Prawobrzeża do centrum. W 2018 roku większość linii autobusowych obsługujących peryferia dzielnicy doprowadzała ruch do najbliższego przystanku tramwajowego SST, co pozytywnie wpłynęło na poprawę dostępności transportem publicznym tych miejsc i prawdopodobnie pomogło w obniżeniu kosztów funkcjonowania transportu publicznego w tej części miasta.

# Literatura

- Ahlström, A., Pilesjö, P., Lindberg, J. (2011). Improved accessibility modeling and its relation to poverty - A case study in Southern Sri Lanka. *Habitat International*, 35 (2), 316–326. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2010.11.002>
- Alam, A., Diab, E., El-Geneidy, A. M., Hatzopoulou, M. (2014). A simulation of transit bus emissions along an urban corridor: Evaluating changes under various service improvement strategies. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 31, 189–198. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2014.06.010>
- Allen, J. (2019). Mapping differences in access to public libraries by travel mode and time of day. *Library & Information Science Research*, 41, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2019.02.001>
- Andersson, D., Nässén, J. (2016). The Gothenburg congestion charge scheme: A pre-post analysis of commuting behavior and travel satisfaction. *Journal of Transport Geography*, 52, 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.014>
- Babaei, M., Rajabi-Bahaabadi, M. (2019). School bus routing and scheduling with stochastic time-dependent travel times considering on-time arrival reliability. *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106125. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106125>
- Babalik-Sutcliffe, E. (2007). Pro-rail policies in turkey: a policy shift?, *Transport Review*, 27 (4), 485–498. <https://doi.org/10.1080/01441640601151564>
- Bach, L. (1980). Locational models for systems of private and public facilities based on concepts of accessibility and access opportunity. *Environment and Planning A*, 12, 301–320. <https://doi.org/10.1068/a120301>
- Baja, Z. (1948). Problem izochron Polski, *Przegląd Komunikacyjny*, 2, 55–63.
- Banister, D., Berechman, J. (2000). *Transport Investment and Economic Development*. London: UCL Press.
- Banister, D., Thurstain-Goodwin, M. (2011). Quantification of the non-transport benefits resulting from rail investment. *Journal of Transport Geography*, 19 (2), 212–223. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.05.001>
- Baradaran, S., Ramjerdi, F. (2001). Performance of Accessibility Measures in Europe. *Journal of Transportation and Statistics*, 4, 2-3, 31–48.
- Barr, M., Dally, K., Duncan, J. (2019). Service accessibility for children with hearing loss in rural areas of the United States and Canada, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 123, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2019.04.028>
- Bast, H., Carlsson, E., Eigenwillig, A., Geisberger, R., Harrelson, C., Raychev, V., Viger, F. (2010). Fast Routing in Very Large Public Transportation Networks Using Transfer Patterns. M. de Berg, U. Meyer (red.), Algorithms - ESA 2010, *Lecture Notes in Computer Science* (s. 290–301), Berlin Heidelberg: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15775-2\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15775-2_25)
- Baxter, R. S., Lenzi, G. (1975). The Measurement of Relative Accessibility. *Regional Studies*, 9, 15–26. <https://doi.org/10.1080/09595237500185021>
- Bednarczyk, M. (2011). *Efektywność pasa autobusowego na przykładzie Trasy Łazienkowskiej w Warszawie*. Warszawa: Materiały V Konferencji Naukowo-Technicznej Miasto i Transport.
- Beirão, G., Sarsfield Cabral, J. A. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transport Policy*, 14 (6), 478–489. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.009>
- Benenson, I., Martens, K., Rofé, Y., Kwartler, A. (2010). Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. *The Annals of Regional Science*, 47 (3), 499–515. <https://doi.org/10.1007/s00168-010-0392-6>
- Berežný, R., Konečný, V. (2019). The quality standardization in suburban bus transport by the transformation of the service quality loop. *Transportation Research Procedia*, 40, 955–962. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.134>
- Beria, P., Debernardi, A., Ferrara, E. (2017). Measuring the long-distance accessibility of Ita-

- lian cities. *Journal of Transport Geography*, 62, 66-79. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.05.006>
- Berry, B. J. L. (1964). Approaches to Regional Analysis: A synthesis. *Annals of the Association of American Geographers*, 54, 2-11. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1964.tb00469.x>
- Beyazit, E. (2015) Are wider economic impacts of transport infrastructures always beneficial? Impacts of the Istanbul Metro on the generation of spatial-economic inequalities. *Journal of Transport Geography*, 45, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.03.009>
- Biderman, E. (1967). *Sieć osiedli miejskich województwa koszalińskiego oraz ich strefy wpływów*. Poznań: Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk.
- Biosca, O., Spiekermann, K., Stępiak, M. (2013). Transport accessibility at regional scale, *EURO-PA XXI*, 24, 15-17. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.24.1>
- Bissaga T. (1938). *Geografia kolejowa*. Warszawa: Wydawnictwa Techniczne Ministerstwa Komunikacji.
- Black, J., Conroy, M. (1977). Accessibility Measures and the Social Evaluation of Urban Structure. *Environment and Planning A*, 9, 1013–1031. <https://doi.org/10.1068/a091013>
- Blumenberg, E. A., Ong P. (2001). Cars, buses, and jobs: welfare participants and employment access in Los Angeles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1756, 22-31. <https://doi.org/10.3141/1756-03>
- Boczar, E., (1933). *Izochrony dośrodkowe Polski*. Kraków: Koło Geograficzne Uczniów UJ, III Sprawozdanie za lata 1925-1932.
- Bok, J., Kwon, Y. (2016). Comparable Measures of Accessibility to Public Transport Using the General Transit Feed Specification. *Sustainability*, 8 (3), 224. <https://doi.org/10.3390/su8030224>
- Börjesson, M., Eliasson, J., Hamilton C. (2016). Why experience changes attitudes to congestion pricing: The case of Gothenburg. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 85, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.12.002>
- Börjesson, M., Kristoffersson, I. (2015). The Gothenburg congestion charge. Effects, design and politics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 75, 134–146. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.03.011>
- Boussauw, K., van Meeteren, M., Witlox, F. (2014). Short trips and central places: the home-school distances in the Flemish primary education system (Belgium). *Applied Geography*, 53, 311–322. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.025>
- Bröcker, J. (1989). How to eliminate Certain Defects of the Potential Formula. *Environment and Planning*, 21, 817-830. <https://doi.org/10.1068/a210817>
- Bromek, K., (1951). *Geografia komunikacji*. Warszawa: Wiedza Powszechna.
- Bruinsma, F. R., Rietveld P. (1998). The Accessibility of European Cities: Theoretical Framework and Comparison of Approaches. *Environment and Planning A*, 30, 499-521. <https://doi.org/10.1068/a300499>
- Buehler, R. (2011). Determinants of transport mode choice : a comparison of Germany and the USA. *Journal of Transport Geography*, 19 (4), 644–657. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.07.005>
- Burns, L. D. (1981). *Transportation, Temporal, and Spatial Components of Accessibility*, *Geographical Analysis*, 13 (2), 185-187. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1981.tb00726.x>
- Calabrese, F, Di Lorenzo, G, Liu, L., Ratti C. (2011). Estimating Origin-Destination flows using opportunistically collected mobile phone location data from one million users in Boston Metropolitan Area. *IEEE Pervasive Computing*, 10 (4), 36-44. <http://hdl.handle.net/1721.1/101623>
- Catling, S. (2005). Children's personal geographies and the English primary school geography curriculum. *Children's Geographies*, 3, 325-34. <https://doi.org/10.1080/14733280500353019>
- Celiński, I., Sierpiński, G. (2014). Real time model for public transportation management, *Log-Forum*, 10 (1), 31-41.
- Chabini, I. (1998). Discrete Dynamic Shortest Path Problems In Transportation Applications: Complexity And Algorithms With Optimal Run Time, *Transportation Research Records*, 1645, 170–175. <https://doi.org/10.3141/1645-21>
- Chatelus, G., Ulled A., (1995). *Union Territorial Strategies Linked to the Trans-European Transportation Networks*. Paris/Barcelona: Final Report to DG VII, INRETSDEST/MCRIT.

- Cheng, J., Bertolini, L. (2013). Measuring urban job accessibility with distance decay, competition and diversity. *Journal of Transport Geography*, 30, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.03.005>
- Chia, J., Lee, J. B., (2020). Extending public transit accessibility models to recognise transfer location. *Journal of Transport Geography*, 82, 102618. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102618>
- Chojnicki, Z., (1966). *Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych*, Warszawa: Studia KPZK PAN.
- Coffey, W. (1978). Income Relationships in Boston and Toronto: A Tale for Two Countries?, *Canadian Geographer*, 2 (22), 112-129. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1978.tb00626.x>
- Copus, A. K. (1997). *A New Peripherality Index for European Regions. Report prepared for the Highlands and Islands European Partnership*. Aberdeen: Rural Policy Group, Agricultural and Rural Economics Department, Scottish Agricultural College.
- Copus, A. K., (1999). Peripherality and Peripherality Indicators, North. *The Journal of Nordregio*, 10 (1), 11-15. <https://doi.org/10.1177/002795019415000107>
- de Kadt, J., Norris, S. A., Fleisch, B., Richter, L., Alvanides, S. (2014). Children's daily travel to school in Johannesburg Soweto, South Africa: geography and school choice in the Birth to Twenty cohort study. *Children's Geographies*, 12 (2), 170-188. <https://doi.org/10.1080/14733285.2013.812304>
- de Roos, N., McKenzie, J. (2014). Cheap Tuesdays and the demand for cinema. *International Journal of Industrial Organization*, 33, 93-109. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2014.02.004>
- Deja, W. (1983). Dostępność komunikacyjna obiektów turystycznych obszaru podmiejskiego Poznania. *Roczniki Naukowe AWF w Poznaniu*, 32, 169-178.
- Delling, D., Pajor, T., Werneck, R. F. (2014). Round-based public transit routing. *Transportation Science*, 49 (3), 591-604. <https://doi.org/10.1287/trsc.2014.0534>
- Delmelle, E. C., Casas, I. (2012). Evaluating the spatial equity of bus rapid transit- based accessibility patterns in a developing country: the case of Cali, Colombia. *Transport Policy*, 20, 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.001>
- Diab, E., Van Lierop, D., El-Geneidy, A. (2017). Recommending transit : Disentangling users' willingness to recommend transit and their intended continued use. *Travel Behaviour And Society*, 6, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2016.03.001>
- Dijkstra, E. W., (1959). A note on two problems in connexion with graphs, *In Numerische Mathematik*, 1, 269-271. <https://doi.org/10.1007/bf01386390>
- Dorrian, J., Tolley, C., Lamond, N., van den Heuvel, C., Pincombe, J., Rogers, A. E. Drew, D. (2008). Sleep and errors in a group of Australian hospital nurses at work and during the commute. *Applied Ergonomics*, 39, 605-613. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.01.012>
- Drop, P., Gajewski, P., Mackiewicz, M. (2013). Zastosowanie danych openstreetmap oraz wolnego oprogramowania do badań dostępności komunikacyjnej w skali lokalnej. *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 13, 157-167.
- Dudzińska-Kryszak, A., (1982). *Dostępność komunikacyjna na tle nowego podziału administracyjnego Polski*, Warszawa: Prace Naukowo-Badawcze, Ośrodek Badawczy Ekonomiki Transportu.
- El-Geneidy, A., Levinson, D. (2007). Mapping Accessibility Over Time. *Journal of Maps*, 3 (1), 76-87. <https://doi.org/10.1080/jom.2007.9710829>
- El-Geneidy, A., Levinson, D., Diab, E. (2016). The cost of equity : Assessing transit accessibility and social disparity using total travel cost, Washington: In 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- Farber, S., Morang, M. Z., Widener, M. J. (2014). Temporal variability in transit-based accessibility to supermarkets. *Applied Geography*, 53, 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.012>
- Farber, S., Neutens, T., Carrasco, J. A., Rojas, C. (2014). The Spatial Distribution of Face-to-face Social Interactions. *Environment and Planning B*, 41, 960-976. <https://doi.org/10.1068/b120034p>

- Farber, S., Neutens, T., Miller, H. J., Li, X. (2013). Social Interaction Potential of Metropolitan Regions: a Time-Geographic Measurement Approach Using Joint Accessibility. *Annals of the Association of American Geographers*, 103 (3), 483-504. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.689238>
- Farber, S., Ritter, B., Fu, L. (2016). Space–time mismatch between transit service and observed travel patterns in the Wasatch Front, Utah: A social equity perspective. *Travel Behaviour and Society*, 4, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2016.01.001>
- Fayyaz, S., Liu, X. C., Zhang, G. (2017). An efficient General Transit Feed Specification (GTFS) enabled algorithm for dynamic transit accessibility analysis. *PLoS One*, 12 (10), e0185333. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185333>
- Ferrer, S., Ruiz, T., Mars, L. (2015). A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 141–160. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.07.014>
- Fiorello, D., Bielańska, D. (2013). Accessibility patterns: Northern Italy case study. *EUROPA XXI*, 24, 34-48. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.24.3>
- Fotheringham, A. S. O'Kelly M. E. (1989). *Spatial Interaction Models*, Dordrecht Kluwer.
- Fransen, K., Neutens, T., Farber, S., De Maeyer, P., Deruyter, G., Witlox, F. (2015). Identifying public transport gaps using time-dependent accessibility levels. *Journal of Transport Geography*, 48, 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.09.008>
- Frost, M. E., Spence N. A. (1995). The Rediscovery of Accessibility and Economic Potential: the Critical Issue of Self-potential. *Environment and Planning A*, 27, 11. <https://doi.org/10.1068/a271833>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.11.001>
- Galton, F. (1881). On the Construction of Isochronic Passage-Charts, *Proceedings of the Royal Geographical Society*, 3, 657-658.
- Garrison, W. L. (1960). Connectivity of the Interstate Highway System, *Papers of the Regional Science Association*, 6, 121-137. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1960.tb01707.x>
- Gawryszewski, A., Pietkiewicz, S. (1966). Zmiany dostępności czasowej obszaru Polski z Warszawy w okresie 1952-1962. *Przegląd Geograficzny*, 38, 2.
- Geurs, K. T., Boon, W., Van Wee, B. (2009). Social impacts of transport: literature review and the state of practice of transport appraisal in the Netherlands and the United Kingdom. *Transport Reviews*, 29 (1), 69–90. <https://doi.org/10.1080/01441640802130490>
- Geurs, K. T., Ritsema van Eck, J. (2001). *Accessibility Measures: Review and Applications*, Evaluation of Accessibility Impacts of Land-Use Transportation Scenarios, and Related Social and Economic Impact, Vol, 787, Bilthoven: National Institute of Public Health and the Environment.
- Geurs, K. T., Ritsema Van Eck, J. R. (2003). Evaluation of accessibility impacts of land-use scenarios: The implications of job competition, land-use, and infrastructure developments for the Netherlands. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 69-87. <https://doi.org/10.1068/b12940>
- Geurs, K. T., van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12 (2), 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Gilliam, L., Gulløv, E. (2019). *Children as potential – a window to cultural ideals, anxieties and conflicts*, Children's Geographies, 1-12. <https://doi.org/10.1080/14733285.2019.1648760>
- Goch, K., Ochota, Sz., Piotrkowska, M., Kunert, Z. (2018). Measuring dynamic public transit accessibility to local centres in Warsaw. *Urban Development Issues*, 58, 29–40. <https://doi.org/10.2478/udi-2018-0021>
- Goliszek, S. (2014b). Zmiany dostępności miejskim transportem zbiorowym w Lublinie w wyniku inwestycji infrastrukturalnych finansowanych z funduszy UE do roku 2020. *Transport Miejski i Regionalny*, 9, 15-21.



- Goliszek, S. (2017a). Udział transportu zbiorowego w poprawie dostępności do usług w Gdyni. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 20 (1), 36-49. <https://doi.org/10.4467/2543859XP-KG.17.003.6732>
- Goliszek, S. (2017b). Space-time variation of accessibility to jobs by public transport - a case study of Szczecin. *Europa XXI*, 33, 49-66. <https://doi.org/10.7163/Eu21.2017.33.4>
- Goliszek, S. (2018). Identyfikacja transportowego i przestrzennego komponentu dostępności komunikacyjnej w wybranych nadmorskich ośrodkach miejskich. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 21 (2), 7-16. <https://doi.org/10.4467/2543859XPKG.18.007.9349>
- Goliszek, S. (2021). GIS tools and programming languages for creating models of public and private transport potential accessibility in Szczecin, Poland. *Journal of Geographical Systems*, 23 (1), 115-137. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00337-z>
- Goliszek, S. (2022). The potential accessibility to workplaces and working-age population by means of public and private car transport in Szczecin. *Miscellanea Geographica*, 26 (1). <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2020-0069>
- Goliszek, S., (2014a). Poprawa dostępności miejskim transportem zbiorowym w Olsztynie w świetle inwestycji infrastrukturalnych z perspektywy UE 2014-2020. *Transport Miejski i Regionalny*, 5, 30-36.
- Goliszek, S., (2014c). Dostępność komunikacyjna transportem zbiorowym w Białymstoku – wpływ środków z perspektywy UE na lata 2014-2020. *Transport Miejski i Regionalny*, 11, 19-26.
- Goliszek, S., (2014d). Poprawa dostępności kolejowej miast wojewódzkich Polski Wschodniej w wariacie inwestycyjnym - analiza porównawcza. *Przegląd Komunikacyjny*, 53 (8), 20-23, 30.
- Goliszek, S., (2015). Dostępność komunikacyjna transportem zbiorowym w Rzeszowie i Olsztynie w 2013 z możliwością poprawy po 2020 roku, *Acta Universitatis Lodzianis, Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 22, 23-42. <https://doi.org/10.18778/1508-1117.22.02>
- Goliszek, S., (2016). Zmiany dostępności komunikacyjnej transportem zbiorowym w Kielcach – badanie wpływu środków z perspektywy finansowej UE na lata 2014-2020. *Transport Miejski i Regionalny*, 2, 12-20.
- Goliszek, S., Połom, M. (2016a). Wpływ budowy nowej linii tramwajowej w Olsztynie na zmianę dostępności transportem zbiorowym. *Acta Scientiarum Polonorum Administratio Locorum*, 15 (3), 19-34. <https://doi.org/10.31648/aspal.564>
- Goliszek, S., Połom, M. (2016b). Dostępność komunikacyjna transportem zbiorowym w ośrodkach wojewódzkich Polski Wschodniej. *TTS Technika Transportu Szynowego*, 10, 20-29.
- Goliszek, S., Połom, M. (2016c). Dostępność komunikacyjna transportem zbiorowym w ośrodkach wojewódzkich Polski Wschodniej. *Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 7-8, 42-51.
- Goliszek, S., Połom, M. (2016d). 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. <https://doi.org/10.7163/eu21.2016.31.4>
- Goliszek, S., Połom, M., Duma, P. (2020). Potential and cumulative accessibility of workplaces by public transport in Szczecin. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, 50, 133-146. <https://doi.org/10.2478/bog-2020-0037>
- Goliszek, S., Połom, M. (2014). Polityka taborowa przedsiębiorstw komunikacji trolejbusowej w Czechach i na Słowacji w latach 2004-2014, *Transport Miejski i Regionalny*, 10, 3-7.
- Goliszek, S., Rogalski, M. (2014). Przestrzenno-czasowe zmiany dostępności komunikacyjnej miejskim transportem zbiorowym w Rzeszowie w świetle inwestycji współfinansowanych ze środków UE na lata 2014-2020, *Transport Miejski i Regionalny*, 7, 23-30.
- Golledge, R., Stimson, R. (1997). *Spatial Behavior: A Geographic Perspective*, New York: The Guilford Press. <https://doi.org/10.2307/144350>
- Gutiérrez, J., (2001). Location, economic potential and daily accessibility impact of the high speed line Madrid-Barcelona-French border. *Journal of Transport Geography*, 9, 229-242. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00017-5](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00017-5)



- Gutiérrez, J., Cardozo, O. D., García-Palomares, J. G. (2011). Transit ridership forecasting at station level: an approach based on distance-decay weighted regression. *Journal of Transport Geography*, 19 (6), 1081-1092. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.05.004>
- Gutiérrez, J., Urbano, P. (1996). Accessibility in the European Union: the Impact of the Trans-European Road Network. *Journal of Transport Geography*, 4 (1), 15-25. [https://doi.org/10.1016/0966-6923\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0966-6923(95)00042-9)
- Guy, C. M. (1983). The Assessment of Access to Local Shopping Opportunities: A Comparison of Accessibility Measures. *Environment and Planning B*, 10 (2), 19-38. <https://doi.org/10.1068/b10021>
- Guzik, R. (2003). *Przestrzenna dostępność szkolnictwa ponadpodstawowego*. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- Guzik, R., Kołoś, A. (2003). Evolution of Accessibility in Carpathian Spa Resorts between 1938 and 2000. W. Kurek (red.), *Problemy gospodarki turystycznej i uzdrowiskowej, Prace Geograficzne* (s. 357-368). Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- Hadas, Y. (2013). Assessing public transport systems connectivity based on Google Transit data. *Journal of Transport Geography*, 33, 105-116. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.09.015>
- Hägerstrand, T., (1970). What about people in regional science?. *Papers of the Regional Science Association*, 24 (1), 6-21. <https://doi.org/10.1007/BF01936872>
- Halás, M., Klapka, P., Kladiwo, P. (2014). Distance-decay functions for daily travel-to-work flows. *Journal of Transport Geography*, 35, 107-119. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.02.001>
- Handy, S. L., Niemeier, D. A. (1997). Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives, *Environment and Planning A*, 29 (7), 1175-1194. <https://doi.org/10.1068/a291175>
- Hansen, W. G., (1959). How Accessibility Shapes Land-use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25, 73-76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Hanson, S., Pratt, G. (1995). *Gender, Work, and Space*. New York: Routledge.
- Hanson, S., Schwah, M. (1987). Accessibility and Intraurban Travel. *Environment and Planning A*, 19 (7), 35-48. <https://doi.org/10.1068/a190735>
- Harris, C. D. (1954). The Market as a Factor in the Localization of Industry in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, 44, 315-348. <https://doi.org/10.1080/00045605409352140>
- Hilberts, H. D., Verroen, E. J. (1993). *Het beoordelen van de bereikbaarheid van lokaties*. Delft: The evaluation of the accessibility of lokations.
- Hirst, M. A. (1970). A map of the surface of population potential over Tanzania in 1967. *East African Geographical Review*, 8, 71-73.
- Hołowiński, J. (1961). *Ekonomika transportu morskiego w zarysie*, Gdynia.
- Hongbo, Y., Shih-Lung, S. (2007). Revisiting Hägerstrand's time-geographic framework for individual activities in the age of instant access. *Societies and Cities in the Age of Instant Access*, 103-118.
- Houston, C. (1969). Market potential and potential transportation costs: an evaluation of the concepts and their surface patterns in USSR. *Canadian Geographer*, 13, 216-236.
- Huff, D. L. (1964). Defining and Estimating a Trading Area. *Journal of Marketing*, 28, 34-38. <https://doi.org/10.1177/002224296402800307>
- Huff, J. O., Hanson, S. (1986). Repetition and Variability in Urban Travel. *Geographical Analysis*, 18, 97-114. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1986.tb00085.x>
- Hyndman, J., D'Arcy, C., Holman, J., Jamrozik, K. (1997). The Effect of Spatial Definition on the Allocation of Clients to Screening Clinics. *Social Science & Medicine*, 45 (2), 331-340. [https://doi.org/10.1016/S0277-9536\(96\)00348-6](https://doi.org/10.1016/S0277-9536(96)00348-6)
- Hysing, E. (2015). Citizen participation or representative government - Building legitimacy for the Gothenburg congestion tax. *Transport Policy*, 39, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.01.002>
- Ingram, D. R. (1971). The Concept of Accessibility: a Search for an Operational Form, *Regional Studies*, 5, 101-107. <https://doi.org/10.1080/09595237100185131>
- Isard, W. (1954). Location Theory and Trade Theory: Short-Run Analysis. *Quarterly Journal of Economics*, 68 (1), 305-322. <https://doi.org/10.2307/1884452>

- Järvi, O., Tenkanen, H., Salonen, M., Ahas, R., Toivonen, T. (2018). Dynamic cities: location-based accessibility modelling as a function of time. *Applied Geography*, 95, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.04.009>
- Jones, S. R. (1981). *Accessibility measures: a literature review*. Berkshire: Transport and Road Research Laboratory.
- Joseph, A. E., Bantock, P. R. (1982). Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study. *Social Science and Medicine*, 16, 85–90. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(82\)90428-2](https://doi.org/10.1016/0277-9536(82)90428-2)
- Kacperczyk, R. (2010). *Transport i spedycja*. Warszawa: Diffin.
- Karner, A. (2018). Assessing public transit service equity using route-level accessibility measures and public data. *Journal of Transport Geography*, 67, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.01.005>
- Keeble, D., Owens, P. L., Thompson, C. (1982). Regional Accessibility and Economic Potential in the European Community. *Regional Studies*, 16, 419–432. <https://doi.org/10.1080/09595238200185421>
- Kitamura, R., Kermanshah, M. (1984). Sequential models of interdependent activity and destination choice. *Transportation Research Record*, 987, 29–39.
- Knox, P. L. (1978). The intraurban ecology of primary medical care: patterns of accessibility and their policy implications. *Environment and Planning A*, 10, 415–435. <https://doi.org/10.1068/a100415>
- Koenig, J. G. (1980). Indicators of Urban Accessibility: Theory and Application, *Transportation*, 9, 145–172. <https://doi.org/10.1007/BF00167128>
- Kołoś, A., Taczanowski, J. (2016). The feasibility of introducing light rail systems in medium-sized towns in Central Europe. *Journal of Transport Geography*, 54, 400–413. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.02.006>
- Komornicki, T., Rosik, P., Stępnia, M., Śleszyński, P., Goliszek, S., Pomianowski, W., Kowalczyk, K. (2018a). *Ewaluacja i monitoring zmian dostępności transportowej w Polsce z wykorzystaniem wskaźnika WMDT*. Warszawa: Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju.
- Komornicki, T., Rosik, P., Stępnia, M., Śleszyński, P., Goliszek, S., Pomianowski, W., Kowalczyk, K. (2018b). *Evaluation and monitoring of accessibility changes in Poland using the MAI indicator*. Warsaw: Ministry of Investment and Economic Development.
- Komornicki, T., Rosik, P., Śleszyński, P., Solon, J., Wiśniewski, R., Stępnia, M., Czapiewski, K., Goliszek, S., Regulska, E. (2013a). *Wpływ budowy autostrad i dróg ekspresowych na rozwój społeczno-gospodarczy i terytorialny Polski*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego.
- Komornicki, T., Rosik, P., Śleszyński, P., Solon, J., Wiśniewski, R., Stępnia, M., Czapiewski, K., Goliszek, S. (2013b). *Impact of the construction of motorways and expressways on socio-economic and territorial development of Poland*, Warsaw: Ministry of Infrastructure and Development.
- Komornicki, T., Śleszyński, P. (2009). Prognozowana dostępność przestrzenna portów lotniczych oraz kształtowanie się popytu demograficznego i ekonomicznego w latach 2008–2015. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 16, 115–130.
- Komornicki, T., Śleszyński, P., Rosik, P., Pomianowski, W. (2009). *Dostępność przestrzenna jako przesłanka kształtowania polskiej polityki transportowej*. Warszawa: KPZK PAN.
- Komornicki, T., Wiśniewski, R., Baranowski, J., Błażejczyk, K., Degórski, M., Goliszek, S., Rosik, P., Solon, J., Stępnia, M., Zawiska, I. (2015). *Wpływ wybranych korytarzy drogowych na środowisko przyrodnicze i rozwój społeczno-ekonomiczny obszarów przyległych*, Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- KBR 2010, Kompleksowego Badania Ruchu w Szczecinie 2010.*
- KBR 2016, Kompleksowego Badania Ruchu w Szczecinie 2016.*
- Kotavaara, O., Antikainen, H., Rusanen, J. (2013). Accessibility patterns: Finland case study. *EUROPA XXI*, 24, 111–127. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.24.8>
- Kowalski, Ł., (2016). *Modelowanie optymalnej lokalizacji dla działalności sportowo-rekreacyjnej w regionie miejskim Krakowa*, Kraków: Uniwersytet Jagielloński.

- Kubijowicz, W. (1923). *Izochrony Polski południowej*. Kraków: Prace Instytutu Geograficznego UJ.
- Kučerová, S. R., Bláha, J. D., Kučera, Z. (2015). Transformations of spatial relationships in elementary education: A case study of changes in two Czech rural areas since the second half of the 20 th century. *Moravian Geographical Reports*, 23 (1), 34–44. <https://doi.org/10.1515/mgr-2015-0004>
- Kwan, M. P., Hong, X. D. (1998). Network-based constraints-oriented choice set formation using GIS. *Geographical Systems*, 5, 139-162.
- Lei, T., Church, R. (2010). Mapping transit-based access: integrating GIS, routes and schedules. *International Journal of Geographical Information Science*, 24 (2), 283–304. <https://doi.org/10.1080/13658810902835404>
- Lei, T., Von u Thakuria, P. (2012). Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the City of Chicago. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 22, 146–161. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.01.001>
- Lijewski, T. (1967). *Dojazdy do pracy w Polsce*, Warszawa: Studia KPZK PAN.
- Lijewski, T. (1986). *Geografia transportu Polski*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Lijewski, T. 1962, *Geografia komunikacji województwa białostockiego*. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Lin, J. J., Huang, J. Ch., Ho, Ch. L. (2014). School accessibility and academic achievement in a rural area of Taiwan. *Children's Geographies*, 12 (2), 232-248. <https://doi.org/10.1080/14733285.2013.812308>
- Linneker, B., Spence N. A. (1992). Accessibility Measures Compared in an Analysis of the Impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain, *Environment and Planning*, 24, 1137-1154. <https://doi.org/10.1068/a241137>
- Loo, B. P. Y., Lam, W. W. Y. (2015). Does neighbourhood count in affecting children's journeys to schools?. *Children's Geographies*, 13 (1), 89-11 <https://doi.org/10.1080/14733285.2013.828450>
- Luo, W., Qi, Y. (2009). An Enhanced Two-step Floating Catchment Area (E2SFCA) Method for Measuring Spatial Accessibility to Primary Care Physicians, *Health and Place*, 15 (4), 1100-1107. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.06.002>
- Lutter, H., Pütz, T., Spangenberg, M. (1992). *Accessibility and Peripherality of Community Regions: the Role of Road, Long-distance Railways and Airport Networks*. Bonn: Commission of the European Communities, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung.
- Maciejewski, W. (1972). Obliczanie odległości kolejowych pomiędzy miastami powiatowymi Polski w oparciu o macierz wydłużenia trasy. *Przegląd Komunikacyjny*, 8, 15-17.
- MacKenzie, C. A., Moffatt, S. P., Ogwang, J., Ahabyona, P., Sengupta, R. R. (2017). Spatial and temporal patterns in primary school enrolment and exam achievement in Rural Uganda. *Children's Geographies*, 15 (3), 334-348. <https://doi.org/10.1080/14733285.2016.1244603>
- Manaugh, K., El-Geneidy, A. (2012). Who benefits from new transportation infrastructure? Using accessibility measures to evaluate social equity in public transport provision. K. Geurs, K. Krizek A. Reggiani (red.), *Accessibility and Transport Planning: Challenges for Europe and North America* (s. 211-227), London: Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781781000113.00021>
- Marada, M., Květoň, V., Mattern, T., Štych, P., Hudeček, T. (2013). Accessibility patterns: Czech Republic case study. *EUROPA XXI*, 24, 61-76. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.24.5>
- Martellato, D., Nijkamp, P, Reggiani, A. (1995). *Measurement and Measures of Network Accessibility*. Amsterdam: Tinberg Institute.
- Martinez, F. J. (1995). *Access: the transport-land use economic link*. *Transportation Research Part B: Methodological*, 29 (6), 457–470. [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(95\)00014-5](https://doi.org/10.1016/0191-2615(95)00014-5)
- Martinez, F. J., Araya, C. (2000). A note on trip benefits in spatial interaction models. *Journal of Regional Science*, 40 (4), 789–796. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00199>
- Martínez, L. M., Viegas, J. M. (2013). A new approach to modelling distance-decay functions for accessibility assessment in transport studies. *Journal of Transport Geography*, 26, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.08.018>

- Martínez-Jiménez, E., Salinas-Pérez, J. A. (2019). Accessibility to culture and education. Educational city of Córdoba (Spain). *Journal of Maps*, 15 (1), 39-45. <https://doi.org/10.1080/17445647.2019.1575776>
- Mavoja, S., Witten, K., McCreano, T., O'Sullivan, D. (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography*, 20, 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.001>
- McMerty, S., Preston, V. (1992). Spatial Mismatch and Labor Market Segmentation for African-American and Latino Women. *Economic Geography*, 68 (4), 406-31. <https://doi.org/10.2307/144026>
- Mercurio, R. (2008). *Improving operation, marketing and customer service with Google maps*. Stockholm: Malaya business insight.
- Merlin, L. S. (2020). A new method using medians to calibrate single-parameter spatial interaction models. *The Journal of Transport and Land Use*. 13 (1), 49-70. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2020.1614>
- Miller, H. J. (1999). Measuring space-time accessibility benefits within transportation networks: basic theory and computational procedures. *Geographical Analysis*, 31 (2), 187-212. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1999.tb00408.x>
- Miller, H. J. (2005). Place-based versus people-based accessibility. D. Levinson and K. Krizek (red.), *Access to Destinations*(s. 63-89). Netherlands: Elsevier. <https://doi.org/10.1108/9780080460550-004>
- Miller, H. J., (1991). Modelling accessibility using space-time prism concepts within geographical information systems. *International Journal of Geographical Systems*, 5 (3), 287-301. <https://doi.org/10.1080/02693799108927856>
- Moseley, M. J. (1979). *Accessibility: the rural challenge*. London: Methuen.
- Namysłowski, J. (1980). Ważniejsze ośrodki dojazdów wahałowych w systemie osadniczym Polski. *Przegląd Geograficzny*, 4, 761-773.
- Neutens, T. (2015). Accessibility, equity and health care: review and research directions for transport geographers. *Journal of Transport Geography*, 43, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.12.006>
- Neutens, T., Schwanen, T., Witlox, F., de Maeyer, P. (2008). My Space or Your Space? Towards a Measure of Joint Accessibility. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, 331-342. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2008.06.001>
- Neutens, T., Schwanen, T., Witlox, F., De Maeyer, P. (2010). Equity of urban service delivery: a comparison of different accessibility measures. *Environment and Planning A*, 42 (7), 1613-1635. <https://doi.org/10.1068/a4230>
- Niedzielski, M. A. (2006). A Spatially Disaggregated Approach to Commuting Efficiency. *Urban Studies*, 43 (13), 2485-2502. <https://doi.org/10.1080/00420980600970672>
- Niedzielski, M. A., Boschmann, E. E. (2014). Travel time and distance as relative accessibility in the journey to work. *Annals of the Association of American Geographers*, 104 (6), 1156-1182. <https://doi.org/10.1080/00045608.2014.958398>
- Niedzielski, M. A., Kucharski, R. (2019). Impact of commuting, time budgets, and activity durations on modal disparity in accessibility to supermarkets. *Transportation Research Part D - Transport and Environment*, 75, 106-120. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.021>
- Niedzielski, M. A., Śleszyński, P. (2008). Analyzing Accessibility by Transport Mode in Warsaw. *Geographia Polonica*, 81 (2), 61-78.
- Niemeier, D. A. (1997). Accessibility: an evaluation using consumer welfare. *Transportation*, 24, 377-396. <https://doi.org/10.1023/A:1004914803019>
- O'Kelly, M. E., Lee, W. (2005). *Disaggregate journey-to-work data: implications for excess commuting and jobs-housing balance*. *Environment and Planning A*, 37 (12), 2233-2252. <https://doi.org/10.1068/a37312>
- O'Kelly, M. E., Niedzielski, M. A. (2009). Are long commute distances inefficient and disorderly?. *Environment & Planning A: Economy and Space*, 41 (11), 2741-2759. <https://doi.org/10.1068/a41327>

- O'Kelly, M. E., Niedzielski, M. A., Gleeson, J. (2012). Spatial Interaction Models from Irish Commuting Data: Variations in Trip Length by Occupation and Gender. *Journal of Geographic Information System*, 14 (4), 357-387. <https://doi.org/10.1007/s10109-011-0159-3>
- O'Kelly, M. E., Niedzielski, M. A. (2008). Efficient spatial interaction: attainable reductions in metropolitan average trip length. *Journal of Transport Geography*, 16 (5), 313-323. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2007.11.003>
- Owen, A., Levinson, D. M. (2015). Modeling the commute mode share of transit using continuous accessibility to jobs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 110-122. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.02.002>
- Páez, A., Mercado, R. G., Farber, S., Morency, C., Roorda, M. (2010). Relative accessibility deprivation indicators for urban settings: Definitions and application to food deserts in Montreal, Montreal, Source of the Document. *Urban Studies*, 47 (7), 1415-1438. <https://doi.org/10.1177/0042098009353626>
- Palmowski, T., Pacuk, M., Michalski, T. (2001). Przemiany przestrzeni miejskiej miast portowych na przykładzie Gdańska i Gdyni, Miasto postsocjalistyczne - organizacja przestrzeni miejskiej i jej przemiany. *Łódzkie Towarzystwo Naukowe*, 33-46.
- Palmowski, T., Połom, M. (2010). Rozwój komunikacji trolejbusowej w Gdyni, 1943-2010. *Rocznik Gdyniński*, 22, 246-263.
- Pantazis, N., Liefner, I. (2006). The Impact of Low-cost Carriers on Catchment Areas of Established International Airports: The Case of Hanover Airport, Germany. *Journal of Transport Geography*, 14 (4), 265-272. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2005.05.002>
- Parnell, R., Patsarika, M. (2011). Young people's participation in school design: exploring diversity and power in a UK governmental policy case-study. *Children's Geographies*, 9 (3-4), 457-475. <https://doi.org/10.1080/14733285.2011.590715>
- Pasquarella, C., Veronesi, L., Napoli, C., Castaldi, S., Pasquarella, M. L., Saccani, E., Colucci, M. E., Auxilia, F., Gallè, F., Di Onofrio, V., Tafuri, S., Signorelli, C., Liguori, G. (2013). Swimming pools and health-related behaviours: Results of an Italian multicentre study on showering habits among pool users. *Public Health*, 127, 614-619. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2013.01.014>
- Pine, G. H. (1979). Measuring Accessibility: A Review and Proposal. *Environment and Planning A*, 11, 299-312. <https://doi.org/10.1068/a110299>
- Piskozub, A. (1975). *Ekonomika transportu: podstawy metodologiczne*. Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności.
- Poelman, H., Dijkstra, L. (2015). *Measuring access to public transport in European cities*, Regional Working Paper.
- Pooler, J. (1987). Measuring Geographical Accessibility: a Review of Current Approaches and Problems in the Use of Population Potentials. *Geoforum*, 3 (18), 269-289. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(87\)90012-1](https://doi.org/10.1016/0016-7185(87)90012-1)
- Potrykowska, A. (1983). *Współzależności między dojazdami do pracy a strukturą społeczną i demograficzną regionu miejskiego Warszawy w latach 1950-1973*. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Potrykowski, M. (1989). Transport Accessibility of the Countryside. *Geographica Iugoslavica*, 10, 293-304.
- Powęska, H. (1990). *Dostępność przestrzenna usług medycznych a zachowania medyczne ludności*, Warszawa: Biuletyn Informacyjny Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Radke, J., Mu, L. (2000). Spatial Decomposition, Modeling and Mapping Service Regions to Predict Access to Social Programs. *Geographic Information Sciences*, 6, 105-112. <https://doi.org/10.1080/10824000009480538>
- Ratajczak, W. (1992). *Dostępność komunikacyjna miast wojewódzkich Polski w latach 1948-1988*, Z. Chojnicki, T. Czyż (red.), *Współczesne problemy geografii społeczno-ekonomicznej Polski* (s. 173-203). Poznań: Seria Geograficzna, UAM.
- Ratajczak, W. (1999). *Modelowanie sieci transportowych*. Poznań: Bogucki Wyd. Naukowe.
- Ravensbergen, L., Buliung, R., Wilson, K., Faulkner, G. (2016). Socioeconomic inequalities in children's accessibility to foodretailing: Examining the roles of mobility and time. *Social Sci-*



- ence & Medicine, 153, 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.01.030>
- Ravenstein, E. (1885). The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society*, 46, 167-235. <https://doi.org/10.2307/2979333>
- Recker, W. W., Chen, C., McNally, M. (2001). Measuring the impact of efficient household travel decisions on potential travel time savings and accessibility gains. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35 (4), 339-369. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00062-2](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00062-2)
- Redman, L., Friman, M., Gärling, T., Hartig, T. (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, 25, 119-127. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.11.005>
- Ren, F., Tong, D., Kwan, M. P. (2014). Space-time measures of demand for service: bridging location modelling and accessibility studies through a time-geographic framework. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 96 (4), 329-344. <https://doi.org/10.1111/geob.12055>
- Rewieńska, W. (1929). *Izochrony Wilna*. 4, Wilno: Prace Zakładów Geologii i Geografii Uniwersytetu im. S. Batorego w Wilnie.
- Reyes, M., Páez, A., Morency, C. (2014). Walking accessibility to urban parks by children: a case study of Montreal. *Landscape and Urban Planning*, 125, 38-47. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.02.002>
- Rich, D. C. (1978). *Potential Models in Human Geography*. Norwich: University of East Anglia.
- Ritsema van Eck, J. R., de Jong, T. (1999). Accessibility analysis and spatial competition effects in the context of GIS-supported services location planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 23, 75-89. [https://doi.org/10.1016/S0198-9715\(99\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S0198-9715(99)00016-2)
- Rosik, P. (2009). Potencjał własny oraz szacowanie parametrów modelu dostępności wewnętrznej na przykładzie Warszawy. *Czasopismo Geograficzne*, 80 (1/2), 78-95.
- Rosik, P. (2012). *Dostępność lądowa przestrzeni Polski w wymiarze europejskim*. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Rosik, P., Komornicki, T., Goliszek, S., Śleszyński, P., Szarata, A., Szejgiec-Kolenda, B., Pomianowski, W., Kowalczyk, K. (2018). *Kompleksowe modelowanie osobowego ruchu drogowego w Polsce. Uwarunkowania na poziomie gminnym*. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
- Rosik, P., Pomianowski, W., Komornicki, T., Goliszek, S., Szejgiec-Kolenda, B., Duma, P. (2020). *Regional dispersion of potential accessibility quotient at the intra-European and intranational level. Core-periphery pattern, discontinuity belts and distance decay tornado effect*. *Journal of Transport Geography*, 82, 102554. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102554>
- Rowicki, M. (1934). Izochrony Warszawy. *Wiadomości Służby Geograficznej*, 8, 435-466.
- Rydzewski, T. (1999). Dostępność kolejowa miast województwa szczecińskiego w 1994 roku. *Zeszyty Naukowe. Marine Sciences*, 5, 207-234.
- Rydzewski, T. (2000). Dostępność autobusowa miast województwa szczecińskiego w 1998 roku, *Zeszyty Naukowe. Marine Sciences*, 6, 109-134.
- Rykiel, Z. (1997). Relacje centrum-peryferie w Polsce w warunkach transformacji ustrojowej. A. Kuklin'ski (red.), *Problematyka przestrzeni europejskiej* (s. 230-251). Warszawa: EURO-REG.
- Salonen, M., Toivonen, T. (2013). Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport. *Journal of Transport Geography*, 31, 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.011>
- Sanjust, B., Meloni, I., Spissu, E. (2014). An impact assessment of a travel behaviour change program: A case study of a light rail service in Cagliari, Italy. *Case Studies on Transport Policy*, 3 (1), 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2014.04.002>
- Schjerning, W. (1903). Studien über Isochronenkarten. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*, 4, 693-705.
- Schürmann, C. (2013). Accessibility patterns: Baltic States case study. *EUROPA XXI*, 24, 95-110. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.24.7>
- Schürmann, C., Spiekermann, K., Wegener, M. (1997). *Accessibility Indicators: Model and Report*. Dortmund: Institute of Spatial Planning.



- Schürmann, C., Talaat, A. (2000). *Towards a European Peripherality Index*, Dortmund: Institute of Spatial Planning.
- Schwartz, B. (2010). How does Google's predictive traffic maps work?.
- Shearmur, R. (2006). Travel from home: an economic geography of commuting distances in Montreal. *Urban Geography*, 27 (4), 330–359. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.27.4.330>
- Shen, Q. (1998). Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low- wage workers. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 25 (3), 345–365. <https://doi.org/10.1068/b250345>
- Shin, K., Lee, T. (2018). Improving the measurement of the Korean emergency medical System's spatial accessibility. *Applied Geography*, 100, 30-38. <https://doi.org/10.1016/j.ap-geog.2018.08.009>
- Shirgaokar, M. (2014). Employment centers and travel behavior: exploring the work commute of Mumbai's rapidly motorizing middle class. *Journal of Transport Geography*, 41, 249-258. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.10.003>
- Sierpiński, G. (2012). Zachowania komunikacyjne osób podróżujących a wybór środka transportu w mieście. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, 84, 93-106.
- Smoleński, J. (1932). O izochronach dośrodkowych odgraniczonych, *Przegląd Geograficzny*, 12, 91-95.
- Song, S. (1996). Some tests of alternative accessibility measures: a population density approach. *Land Economics*, 72 (4), 474–482.
- South, R., Boots, B. (1999). *Relaxing the Nearest Centre Assumption in Central Place Theory?*, *Papers in Regional Science*, 78, 157-177. <https://doi.org/10.1007/s101100050019>
- Spiekermann, K., Neubauer, J. (2002). *European Accessibility and Peripherality: Concepts, Models and Indicators*. Stockholm: Nordregio Working Paper.
- Spiekermann, K., Wegener, M. (1996). Trans-European Networks and Unequal Accessibility in Europe. *Journal of Regional Development*, 4, 35-42.
- Spiekermann, K., Wegener, M., Copus, A. (2002). *Review of Peripherality Indices and Identification of 'Baseline Indicator'*. Dortmund/Aberdeen: S&W, IRPUD, SAC.
- Stajniak, M., Hajduj, M., Fołtyoski, M., Krupa, A. (2007). *Transport i spedycja*. Poznań: Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyki.
- Staniek, M., Sierpiński, G., Celiński, I., Czech, P., Barcik, J. (2015). Implementation of the public transport timetable in GTFS standard. *Logistyka*, 4, 1507-1512.
- Stanley, J., Vella-Brodrick, D. (2009). The usefulness of social exclusion to inform social policy in transport. *Transport Policy*, 16, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2009.02.003>
- Stephens, L., Spalding, K., Aslam, H., Scott, H., Ruddick, S., Young, N. L., McKeever, P. (2017). Inaccessible childhoods: evaluating accessibility in homes, schools and neighbourhoods with disabled children, *Children's Geographies*, 15 (5), 583-599. <https://doi.org/10.1080/14733285.2017.1295133>
- Stewart, J. Q., (1947). Empirical Mathematical Rules Concerning the Distribution and Equilibrium of Population. *Geographical Review*, 37, 461-485.
- Stępnia, M., Goliszek, S. (2017). Spatio-temporal variation of accessibility by public transport - the equity perspective. I. Ivan, A. Singleton, J. Horák, T. Inspektor (red.), *The rise of big spatial data, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography* (s. 241-261). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45123-7\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45123-7_18)
- Stępnia, M., Pritchard, J., Geurs, K., Goliszek, S. (2019). The impact of temporal resolution on public transport accessibility measurement: Review and case study in Poland. *Journal of Transport Geography*, 75 (2), 8-24. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.01.007>
- Stępnia, M., Rosik, P. (2013). Accessibility of services of general interest at regional scale. *EUROPA XXI*, 23, 131-147. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.23.7>
- 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*, 18, 291–312. <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. <https://doi.org/10.7163/eu21.2013.24.6>
- Stępiak, M., Wiśniewski, R., Goliszek, S., Marcińczak, S. (2017). *Dostępność przestrzenna do usług publicznych w Polsce*. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN.
- Strzyjek, B., Warakomska, K. (1980). Zasięg oddziaływania wybranych ośrodków przemysłowych w Polsce w świetle izochrony jednogodzinnej. *Przegląd Geograficzny*, 2, 321-337.
- Sun, S., Duan, Z., Xu, Q. (2018). School bus routing problem in the stochastic and time-dependent transportation network. *PLoS ONE*, 13 (8), 0202618. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202618>
- Śleszyński, P. (2004a). Demograficzne i ekonomiczne aspekty lokalizacji portu lotniczego w okolicach Warszawy. *Przegląd Komunikacyjny*, 3, 13-19.
- Śleszyński, P. (2004b). Warunki życia w Warszawie w świetle dostępności przestrzennej mieszkańców do wybranych usług na początku XXI wieku. I. Jażdżewska (red.). *Zróżnicowanie przestrzenne warunków życia ludności w mieście (aglomeracji miejskiej)* (s. 77-86). Łódź: Geografii Miast i Turyzmu UŁ.
- Śleszyński, P. (2007). Możliwości rozwoju regionalnych portów lotniczych w Polsce w świetle uwarunkowań popytowych. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 13, 153-174.
- Śleszyński, P. (2009). Dostępność metropolii jako warunek konkurencyjności polskiej przestrzeni. Mazowsze, *Studia Regionalne*, 2, 53-71.
- Śleszyński, P. (2014). Dostępność czasowa i jej zastosowania. *Przegląd Geograficzny*, 86 (2), 171-215. <https://doi.org/10.7163/PrzG.2014.2.2>
- Śleszyński, P. (2017a). Wpływ budowy systemu kolei dużych prędkości w Polsce na wzajemną dostępność czasowo-przestrzenną ważniejszych ośrodków miejskich. *TTS Technika Transportu Szybnego*, 24 (6), 18-21.
- Śleszyński, P. (2017b). Dostępność ekonomiczna miast wojewódzkich w świetle kosztów dojazdu samochodem osobowym. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 20 (1), 7-18.
- Śleszyński, P., Komornicki, T. (2009). Wpływ rozwoju sieci drogowej na obszary rynkowe istniejących i planowanych portów lotniczych (2008-2015). *Drogi. Lądowe, powietrzne, wodne*, 9, 91-99.
- Śleszyński, P., Komornicki, T. (2015). Popytowe, dostępnościowe i planistyczne uwarunkowania rozwoju KDP w Polsce. M. Siergiejczyk (red.), *Koleje dużych prędkości w Polsce* (s. 319-330). Warszawa: Instytut Kolejnictwa.
- Talen, E. (1996). After the plans: Methods to evaluate the implementation success of plans. *Journal of Planning Education and Research*, 16 (2), 79-91. <https://doi.org/10.1177/0739456X960160020>
- Talen, E. L., Anselin L. (1998). Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. *Environment & Planning A*, 30, 595-613. <https://doi.org/10.1068/a300595>
- Taylor, Z. (1997). Dostępność miejsc pracy, nauki, usług w obszarach wiejskich jako przedmiot badań geografii społeczno-ekonomicznej – próba analizy krytycznej. *Przegląd Geograficzny*, 69 (3-4), 261-283.
- Tétreault, P. R., El-Geneidy, A. M. (2010). Estimating bus run times for new limited-stop service using archived AVL and APC data. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44 (6), 390-402. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.009>
- Thompson, C. A., Saxberg, K., Lega, J., Tong, D., Brown, H. E. (2019). A cumulative gravity model for inter-urban spatial interaction at different scales. *Journal of Transport Geography*, 79, 102461. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102461>
- Tomlinson, R. (2007). *Rozważania o GIS*, Planowanie Systemów Informacji Geograficznej dla menedżerów. Warszawa: ESRI Polska.
- Toole, J. L., Colak, S., Sturt, B., Alexander, L. P., Evsukoff, A., Gonzalez, M. C. (2015). The path most travelled: Travel demand estimation using big data resources. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58, 162-177. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.022>
- Törnqvist, G. (1970). *Contact Systems and Regional Development*. Lund: Studies in Geography B 35, Lund, C.W.K. Gleerup.

- Tufte E. R. (1997). *Visual Explanations*. Cheshire: Graphics Press.
- Van Lierop, D., El-Geneidy, A. (2016). Enjoying loyalty: The relationship between service quality, customer satisfaction, and behavioral intentions in public transit. *Research in Transportation Economics*, 59, 50-59. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2016.04.001>
- Van Wee, B., Geurs, K., Chorus, C. (2013). Information, communication, travel behavior and accessibility. *Journal Transport Land Use*, 6 (3), 1-16. <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i3.282>
- Van Wee, B., Hagoort, M., Annema, J. A. (2001). Accessibility measures with competition. *Journal of Transport Geography*, 9, 199-208. [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00010-2](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00010-2)
- Vandenbulcke, G., Steenberghen, T., Thomas, I. (2008) Mapping Accessibility in Belgium: a Tool for Land-use and Transport Planning?. *Journal of Transport Geography*, 17 (1), 39-53. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.04.008>
- Vickerman, R. W., (1974a). A demand model for leisure travel. *Environment and Planning A*, 6, 65-77. <https://doi.org/10.1068/a060065>
- Vickerman, R. W., (1974b). Accessibility, Attraction, and Potential: a Review of some Concepts and their Use in Determining Mobility. *Environment and Planning A*, 6, 675-691. <https://doi.org/10.1068/a060675>
- Vickerman, R. W., Spiekermann, K., Wegener, M. (1999). Accessibility and economic development in Europe. *Regional Studies*, 33 (1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/00343409950118878>
- Vlek, C., Steg, L. (2007). Human behavior and environmental sustainability: problems, driving forces and research topics. *Journal of Social Issues*, 63 (1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/00343409950118878>
- Wachs, M., Kumagai, T. (1973). Physical accessibility as a social indicator. *Socio- Economic Planning Sciences* 7, 437-456. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(73\)90041-4](https://doi.org/10.1016/0038-0121(73)90041-4)
- Wadud, Z., Chen, D. (2018). Congestion impacts of shopping using vehicle tracking data. *Journal of Transport Geography*, 70, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.05.001>
- Walaszek, M., (2016). Zasięg oddziaływania szkolnictwa ponadgimnazjalnego na przykładzie miasta Poznania. *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 4 (6), 129-146. <https://doi.org/10.18559/soep.2016.6.8>
- Wang, C. H., Chen, N. (2015). A GIS-based spatial statistical approach to modeling job accessibility by transportation mode: case study of Columbus, Ohio. *Journal of Transport Geography*, 45, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.03.015>
- Wang, F., Xu, Y. (2011). Estimating O-D matrix of travel time by Google Maps API: Implementation, advantages and implications. *Annals of GIS*, 17, 199-209. <https://doi.org/10.1080/19475683.2011.625977>
- Wang, Y., Chen, B. Y., Yuan, H., Wang, D., Lam, W. H. K., Li, Q. (2018). Measuring temporal variation of location-based accessibility using space-time utility perspective. *Journal of Transport Geography*, 73, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.10.002>
- Warakomska, K. (1992). Zagadnienie dostępności w geografii transportu. *Przegląd Geograficzny*, 64, 1-2, 67-76.
- Warakomska, K. (1993). Izochrony zmodyfikowane jako kartograficzna metoda przedstawiania dostępności ludności do miasta wojewódzkiego (na przykładzie województwa lubelskiego). *Polski Przegląd Kartograficzny*, 25 (2), 66-72.
- Warntz, W. (1964). A new map of the surface of population potentials for the United States, 1960. *Geographical Review*, 54, 170-184. <https://doi.org/10.2307/213185>
- Wąsowicz, J. (1934). Mapy izochron wojewódzkich. *Czasopismo Geograficzne*, 165-168.
- Wegener, M. (2013). The future of mobility in cities: challenges for urban modelling. *Transport Policy*, 29, 275-282. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.07.004>
- Wegener, M., Eskelinen, H., Fürst, F., Schürmann, C., Spiekermann, K. (2000). *Indicators of Geographical Position*. Dortmund: Final Report of the Working Group "Geographical Position" of the Study Programme on European Spatial Planning.
- Wegener, M., Eskelinen, H., Fürst, F., Schürmann, C., Spiekermann, K. (2002). *Criteria for the Spatial Differentiation of the EU Territory: Geographical Position*, Forschungen. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.

- Weibull, J. W. (1976). An axiomatic approach to the measurement of accessibility. *Regional Science and Urban Economics*, 6, 357–379. [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(76\)90031-4](https://doi.org/10.1016/0166-0462(76)90031-4)
- Wendt, J. (2000). Dostępność komunikacyjna ośrodków władzy wojewódzkiej. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 6, 183–202.
- Werner, P. (1992). *Wprowadzenie do geograficznych systemów informacyjnych (Introduction to Geographical Information systems)*. Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Werner, P. (2006). Simulation of Changes of The Warsaw Urban Area 1969-2023 (Application of Cellular Automata). *Miscellanea Geographica*, 12 (1), 329-335. <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2006-0037>
- Werner, P., Korcelli, P., Kozubek, E. (2014). Population potential as a modulator of land use changes in Poland's metropolitan areas. *Quaestiones Geographicae* 33 (2), 37–50. <https://doi.org/10.2478/quageo-2014-0014>
- Wessel, N., Allen, J., Farber, S. (2017). Constructing a Routable Retrospective Transit Timetable from a Real-time Vehicle Location Feed and GTFS. *Journal of Transport Geography*, 62, 92–97. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.04.012>
- Wessel, N., Widener, M. (2017). Discovering the space–time dimensions of schedule padding and delay from GTFS and real-time transit data. *Journal of Geographical Systems*, 19, 93-107. <https://doi.org/10.1007/s10109-016-0244-8>
- Wickstrom, G. (1971). Defining balanced transportation: a question of opportunity. *Traffic Quarterly*, 25 (3), 337–349.
- Widener, M. J., Farber, S., Neutens, T., Horner, M. (2015). Spatiotemporal accessibility to supermarkets using public transit: an interaction potential approach in Cincinnati, Ohio. *Journal of Transport Geography*, 42 (1), 72–83. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.11.004>
- Widener, M., Minaker, L., Farber, S., Allen, J., Vitali, B., Coleman, P. C., Cook, B. (2017). How do changes in the daily food and transportation environments affect grocery store accessibility?. *Applied Geography*, 83, 46–62. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.03.018>
- Wilson, A. G. (1970). *Entropy in Urban and Regional Modelling*. London: PION.
- Wilson, A. G. (1971). A family of spatial interaction models, and associated developments. *Environment and Planning*, 3 (1), 1–32. <https://doi.org/10.1068/a030001>
- Wilson, L. G. (1954). *Transportation and Communication*, New York: Appleton-Century-Crofts.
- Wojewódzka-Król, K. (2008). *Infrastruktura transportu*, Gdańsk: Uniwersytet Gdański.
- Woropay, M., Muślewski, Ł. (2005). *Jakość w ujęciu systemowym*. Bydgoszcz – Radom: Instytutu Technologii Eksploatacji.
- Wróbel, A. (1959). Regionalne zasięgi obsługi ośrodków szkolnictwa wyższego w Polsce. *Przegląd Geograficzny*, 1, 129-135.
- Wyszomirski, O. (2006). Gospodarowanie w gałęziach i rodzajach transportu: Transport miejski. W. Rydzkowski K. Wojewódzka-Król (red.), *Transport* (s. 213-248). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Yongling, Y., Guonan, Z. (2009). Empirical analysis of spatial mismatch of living-working: based on a field survey in downtown Beijing. *International Journal of Urban Sciences*, 13 (1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/12265934.2009.9693643>
- Zaremba, P. (1962). *Urbanistyka miast portowych*. Szczecińskie Towarzystwo Naukowe. Wydział Nauk Matematycznych i Technicznych.
- Zaremba, P., Orlińska, H. (1965). *Urbanistyczny rozwój Szczecina*. Wydawnictwo Poznańskie
- Zelinsky, T., Kubak, M. (2014). Distance to Education and Health Services by Pupils from Marginalized Roma Communities. *Central European Conference in Regional Science CERS*, 1180–1187.
- Ziembowa, Cz. (1969). Wpływ odległości i czasu na komunikację pasażerską między miastami wojewódzkimi w Polsce. *Przegląd Komunikacyjny*, 1, 3-36.
- Zintegrowany Plan Rozwoju Transportu Publicznego w Szczecinie w latach 2007 – 2015, Uchwała Nr XLIII/1091/10 Rady Miasta Szczecin z dnia 25 stycznia 2010 r.

# Significance of transport accessibility components in Szczecin in the period 2009-2018

## Summary

This monograph deals with the importance of the components of transport accessibility in the city of Szczecin, north-western Poland, over the period 2009-2018, with particular attention to public transport. The study uses census districts to look at the accessibility of a range of destinations by both public and private (car) means of transport in 2018 and adds three other years, 2009, 2012 and 2015, for public transport alone. The empirical part of the study involved statistical methods and specific points in time in 2018, including date, hour and minute. The specific metrics used for the static data about each destination included: shortest distance, percentage of the population, cumulative accessibility, potential accessibility, potential quotient, and for the final outcome, a synthetic ranking metric with data standardisation. The dynamic part of the empirical research covers the entire study period, i.e. 2009-2018, supplemented by data on single days running from 5:00am to 10:00 pm. For the longer of the periods, the method of potential accessibility to population was used. The choice of methodology involved a review of various GIS tools and their applicability to city-wide accessibility research, including text format data (GTFS) covering several years. Each of the research methods employed was assessed for its impact on the individual components of transport.

Section I justifies the study area chosen. It also defines the subject, the terminology and the spatial and temporal scopes of the study. The section goes on to specify the GIS tools involved. Section II provides a description of the theory and a breakdown of the definitions and classification of urban transport. Additionally, it expands on the basics of the description of the components of transport accessibility and metrics, including highlighting a literature review on public and private transport. In Section III, descriptions are provided of the components of transport accessibility in the city of Szczecin broken down into the spatial, transport, temporal and individual components. Additionally, Szczecin is compared with the spatial and transport components of other port cities on the Baltic or the North Sea. The section also lays out stages in the development of a model of public and private transport using GIS tools (GTFS and the application of the Google Map API).

Sections IV to VII present empirical results broken down into the methods used for defining transport accessibility. Section IV details the first method of accessibility as the shortest distance to a range of selected services, including an indoor swimming pool, a cinema, a shopping centre and a hospital. This section also details areas with poorer accessibility and indicates their numbers of inhabitants. Points of differentiation of accessibility were indicated for public transport (due to transport timetables) and private car (due to road congestion and category) at the scale of the whole city. Section V discusses potential accessibility to the population by public and private transport in 2018. Both modes were compared with differences seen in terms of daytime accessibility (5:00am – 10:00pm). Section VI focuses on the demand-supply context using the potential quotient method. It presents the potential of workplaces vis-à-vis the potential of inhabitants of working age and the potential of places in educational establishments (nursery, elementary and secondary schools) against the population potential in the corresponding age



groups: 3-6 years (nursery school), 7-15 (elementary school) and 16-18 (secondary schools). The potential quotient represents the ratio of the surplus of destinations to the surplus of departure points and may indicate points of increased traffic, both public and private. The last of the empirical sections, No. VII, analyses public transport accessibility at an interval of three years within the study period. An extended analysis for each year permitted the inclusion of one of the components in the study (spatial or transport) and to determine the extent of change in transport accessibility depending on the impact of infrastructural (or organisational) change or change in the size of the population. Based on this, conclusions were drawn about the impact of Szczecin's Fast Tram (SST) on the change in overall transport accessibility in terms of each of the components. Average speeds were compared citywide for public transport during the day and change in the travel time and in number of people at peak hours. Additionally, all research methods were represented with a synthetic metric that consisted of standardised results of the component results for accessibility by public and private transport.

Section VIII summarises and synthesises the results of analyses presented in the empirical part of the work. Answers are proposed to the research questions and the research hypotheses are verified.

With respect to the first research hypothesis, it was confirmed that the level of accessibility by public transport in the centre-periphery pattern showed much greater variation both spatially and temporally (time of day) than that by private transport. The second phase addressed accessibility by public transport, which proved to be generally lower than by private transport. However, the differences between accessibilities by public and private transport diminished at peak hours thus increasing the competitiveness of public transport at these times. The greatest level of difference in accessibility between these two types of transport is at night, which proves the hypothesis right. The third hypothesis, namely that the greatest differences between public and private transport in cumulative accessibility of the workplace are to be found for rides of up to 30-minutes and those outside the strict city centre and even more so it was also confirmed in the peripheries, away from the tram network. The fourth hypothesis was about the dynamics of change during the study period. The city-centre's potential accessibility dropped, which was primarily explained as a consequence of a diminishing population in this part of the city. A change in overall potential accessibility in Szczecin was also confirmed. This included the lowering of accessibility in almost the entire city with the exceptions of rising levels limited to relatively small areas featuring a strong infrastructural effect combined with either an increase or just a slight drop in population. During the study period, some housing projects in the central district recorded around a 20 percent fall in their registered population. The fifth hypothesis covered new transport infrastructure projects delivered between 2012 and 2015, i.e. phase 1 of the SST and the integration of bus lines in the Prawobrzeże district with selected tram stops. The tram project did improve potential accessibility to the population of the district, despite the erosion of population in some other housing projects in Prawobrzeże district. The hypothesis was proven partly right. Indeed, while the district's housing projects (including Dąbie, Słoneczne, Majowe, Bukowo-Kłęskowo, Zdroje, Podjuchy and Żydowce-Klucz) lost some of their population, four of them (Dąbie, Żydowce-Klucz, Podjuchy and Zdroje) recorded an overall increase in accessibility and this could be explained by the new infrastructure. In response to the sixth hypothesis, it was found that during the study period some housing projects gained in population forcing the opening of new bus lines and improving accessibility. The



study confirmed the hypothesis that in an area that gained in accessibility over the whole period and where a new bus line was opened between 2015 and 2018, that potential accessibility change was mainly caused by the infrastructure project. Hypothesis seven was partly confirmed in that for some destinations and some research methods the resulting accessibility distribution did not follow the typical centre-periphery pattern. The centre-periphery relationship depends on the location of the destinations and the method we use to determine accessibility. A clear-cut centre-periphery pattern tended to emerge when using the methods of potential and cumulative accessibility. On the other hand, when using the closest distance method, the greatest impact is made by the location of the nearest destination in the context of the road network and public transport. The last hypothesis, No. 8, posits that due to Szczecin's particular river and port layout and to the great distance between the left (western) and right (eastern) bank districts, opportunities to travel between parts of the city on either bank of the river, by both public and private transport, are inferior to those in other port cities selected for this comparison which are dissected by a river and lie beside the Baltic or the North Sea. This hypothesis has been proven. The effect was explained by the low number of transport lines across the river and by the small number of road bridges.

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN im. Stanisława Leszczyckiego wydaje następujące wydawnictwa ciągłe: *Geographia Polonica*, *Przegląd Geograficzny*, *Europa XXI*, *Prace Geograficzne*, *Studia Obszarów Wiejskich*, *Monografie IGiPZ PAN* (17 tomów).



Dr Sławomir Goliszek jest pracownikiem Zakładu Zagospodarowania Przestrzennego w Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN w Warszawie. Pracę doktorską obronił, w tymże instytucie, z wyróżnieniem w grudniu 2021 roku. Wcześniej obronił pracę magisterską na Wydziale Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej (specjalizacje: kartografia i geoinformacja, rozwój regionalny). Kieruje projektem badawczym współfinansowanym ze środków NCN oraz w kilkunastu innych jest wykonawcą. Jego zainteresowania badawcze ogniskują się wokół geografii transportu, gospodarki przestrzennej i wykorzystania narzędzi GIS w badaniach trans-

portowych. Zajmował się kwestiami zmiany dostępności w różnych skalach przestrzennych począwszy od miast, regionów, kraju aż po cały kontynent europejski. Posiada teoretyczne i praktyczne doświadczenie z wykorzystaniem narzędzi GIS w pracy badawczej.

Przedstawiona monografia porusza zagadnienia znaczenia komponentów dostępności transportowej w Szczecinie, ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego w latach 2009-2018. Badania dotyczyły miasta Szczecina, w którym porównane zostały dwa rodzaje transportu (transport publiczny i prywatny) dla 2018 roku. Z kolei badania dostępności transportem publicznym rozszerzone zostały o lata 2009-2018, w trzyletnich przedziałach. Do określenia poziomu dostępności transportem publicznym użyto danych GTFS (*General Transit Feed Specification*). Z kolei, dla transportu indywidualnego, do budowy modelu transportu prywatnego, użyto danych z Google Maps API. Użycie danych ogólnodostępnych typu GTFS i Google Maps API i powstałe na ich podstawie modele transportowe, to jeden z nielicznych przykładów tego typu badań w Polsce i stanowią duży wkład do problematyki rozwoju transportu na poziomie miejskim. W monografii położono nacisk na porównanie dostępności transportem publicznym i prywatnym do różnych celów, o różnych porach dnia, dzięki czemu podjęta została próba określenia, który badany komponent ma największy wpływ na dostępność miejsca. Niniejsza monografia jest swego rodzaju syntezą wcześniejszych prac, których współautorem był autor niniejszej monografii i jednocześnie uzupełnieniem prowadzonych dotychczas badań, szczególnie nad relacjami między transportem publicznym a prywatnym (indywidualnym), których to analiz do tej pory brakowało w polskich badaniach z wykorzystaniem GTFS.

Książka poswatała w ramach realizacji projektów badawczych nr 2017/25/N/HS4/01237 i 2020/36/T/HS4/00131, finansowanych ze środków Narodowego Centrum Nauki. Publikacja stanowi zmodyfikowaną wersję pracy doktorskiej autora, pt. *Znaczenie komponentów dostępności transportowej w Szczecinie ze szczególnym uwzględnieniem transportu zbiorowego w latach 2009-2018*.