

DOI: 10.21005/pif.2023.56.C-11

IMPACT OF THE STRUCTURE OF BUILD-UP AREA OF CITIES ON THEIR MOBILITY MODEL

WPŁYW STRUKTURY ZABUDOWY MIAST NA ICH MODEL MOBILNOŚCI

Leszek S. Wiśniewski

mgr inż. Arch./MSc. Arch.

Author's Orcid number: 0000-0001-5190-8316

Warsaw University of Technology, Faculty of Architecture,
Department of Urban Planning and Rural Landscape, Poland

ABSTRACT

Transport in urban area is not only infrastructure, it is also a network of functions between which people would like to travel. This is why the spatial structure of the city - the density and compactness of the build-up area, as well as the relation of this area to center or centers of the city is so important.

The aim of the article is to analyze modal split data and population distribution in European cities and to present the resulting conclusions, including the conclusions on how to shape the spatial structure of cities in a way that is conducive to development of active mobility.

Key words: active mobility, city structure, compact city, modal split, sustainable transport.

STRESZCZENIE

Transport w miastach to nie tylko infrastruktura, to także sieć funkcji, pomiędzy którymi ludzie chcieliby się przemieszczać. Dlatego tak ważna jest struktura przestrzenna miasta – gęstość zaludnienia i zwartość obszaru zabudowy, a także relacja tego obszaru do centrum lub centrów miasta.

Celem artykułu jest analiza danych dotyczących struktury transportu i rozkładu ludności w miastach Europy – Austrii, Czech, Francji, Danii, Hiszpanii, Holandii, Niemiec, Węgier i Polski - oraz przedstawienie wynikających z nich wniosków, w tym wniosków dotyczących kształtowania struktury przestrzennej miast w sposób sprzyjający rozwojowi aktywnej mobilności.

Słowa kluczowe: aktywna mobilność, struktura miasta, struktura transportu, zrównoważony transport, zwarte miasto.

1. INTRODUCTION

Sustainable development is one of the most important issues in contemporary urban planning, and its key element is sustainable transport. It is understood as one in which a particular trip needs the use of the smallest possible resources, both of energy and of space (Banister 2009). The hierarchy of means of transport in such a system is illustrated by the inverted pyramid of sustainable transport, with pedestrian transport at the top (which is also the basis of the pyramid) and another form of active mobility - cycling at the lower level (Fig. 1). Mechanized forms of transport such as public transport or car transport are only at the lower levels, regardless of the fuel or power source. Public transport, however always has a higher priority than individual transport. Cities where the share of active mobility is the highest are considered the most sustainable.

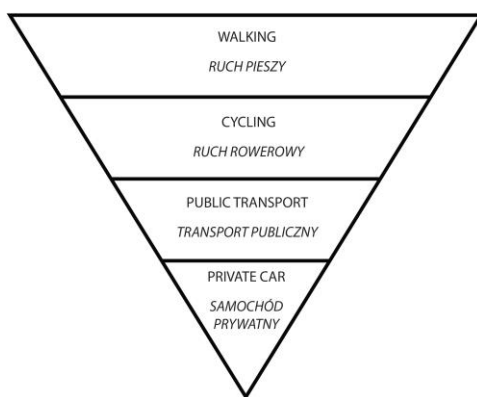


Fig. 1. Sustainable transport pyramid. Source: by author
Ryc. 1. Piramida zrównoważonego transportu. Źródło: autor

In the previous study, I analyzed the distances covered using various means of transport (Wiśniewski 2021). As a result of these analyses, I proposed three types of walking and cycling distances (Fig. 2):

- basic, up to about 800-900m, about 50% of all walking trips;
up to about 2.5-3 km, about 50% of all cycling trips;
- standard, up to about 1.5 km, about 70-80% of all walking trips;
up to about 5 km, about 70-80% of all cycling trips;
- maximum, up to about 2.5 m, about 90% of all walking trips;
up to about 10km, about 90% of all cycling trips.

In that study, I also compared the results of the aforementioned analyses with various urban theories and concepts. When it comes to the walking distance, the assumptions of Clarence Perry about the dimensions of a neighborhood unit and of Ebenezer Howard regarding the dimensions of a garden city turned out to be the closest to today's reality. Among the contemporary theories the model presented by Hugh Barton, describing access to various types of functions within the neighborhood and the district/town, turned out to be the closest to the results from the analyses concerning walking and cycling distances.

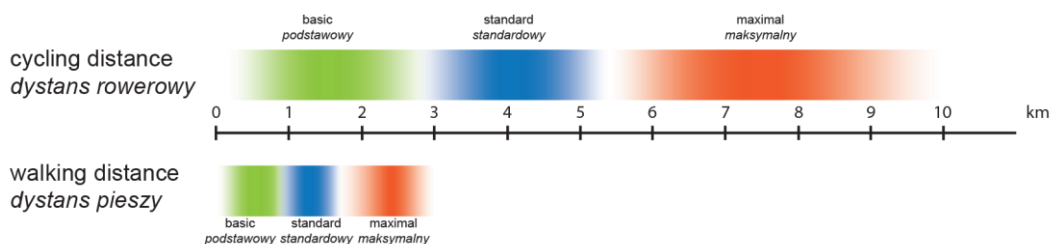


Fig. 2. Graphics showing cycling and walking distances. Source: by author
Ryc. 2. Grafika przedstawiająca dystanse rowerowe i piesze. Źródło: autor

In the mentioned study, I used only data from surveys in selected cities and descriptions of urban theories. As a continuation of that research, I decided to confront the results obtained in the previous analyses with the dimensions of cities. This issue was the subject of my another article (Wiśniewski 2023), in which I analyzed the relationship between the size of selected cities in the Netherlands and their mobility model with the previously described walking and cycling distances. In the current study, I decided to make a similar comparison of large European cities - Amsterdam, Barcelona, Berlin, Budapest, Copenhagen, Paris, Prague and Vienna – and cities in Poland – Gdańsk, Krakow, Poznań, Szczecin, Wrocław and Warsaw, with the walking and cycling distances. This time, however, I focused not on the size of the built-up area itself, but also on the structure of the built-up area, understood here as different population density in individual parts of cities. The aim of the study was to find out how much the city's spatial structure understood in this manner affected the mobility model and whether it was possible to identify specific forms of urban structures that favored the development of active mobility and other sustainable forms of mobility.

2. RESEARCH METHODOLOGY

In the study, I analyzed several large European cities with a large share of active mobility in modal split and large Polish cities with about 400,000 and more inhabitants. The aim of this study was to answer the question - to what extent a large (in terms of population and area) city can support a large share of active mobility and whether a large share of these forms of mobility is related to the spatial structure of the city. First, data from the surveyed cities were ranked in two ways, from cities with the highest share of active mobility to cities with the lowest share of active mobility, and from cities with the highest share of walking to cities with the lowest share of walking. The share of public transport in modal split was also shown in both rankings, but the joint share of sustainable forms of mobility was not taken into account and is only informative. Then the top four and bottom four cities in each ranking were further analyzed. The analysis also included the best or worst Polish city in terms of the analyzed data, as well as at least one city from each country. The analysis was performed by checking the compactness of the city in areas of the size similar to walking and cycling distances proposed in my previous research:

- maximum walking distance and basic cycling distance (2.5 km);
- standard cycling distance (5km);
- maximum cycling distance (10 km).

As far as the availability of data allowed, the percentage of residents living within the radius of the standard bicycle distance and the maximum walking distance as well as the population density in these areas were also checked. The minimum and the maximum values of population density in districts or neighborhoods in the mentioned areas were also checked.

3. RESULTS

3.1. Results of the study of the relationship between the structure of cities and the structure of transport

Selected cities were first ranked according to the overall share of active mobility in modal split (Fig. 3), and then according to the share of pedestrian traffic in modal split (Fig. 4). In the former case, the top four cities were Paris, Copenhagen, Berlin and Amsterdam, closely followed by Vienna and Barcelona. All these cities have an active mobility share of over 50% or close to it. The first Polish city in that ranking was Szczecin with an active mobility share of around 30%. At the other end of the spectrum, there were mainly Polish cities with the worst result being that of Warsaw (share of active mobility at the level of about 20%) and slightly better results that of Wrocław and Gdańsk. The worst city in the ranking, although comparable to Warsaw, turned out to be the capital of Hungary - Budapest. Czech Prague was just ahead of the four cities with the worst indicators of active mobility and Polish Poznań turned out to be slightly better than that.

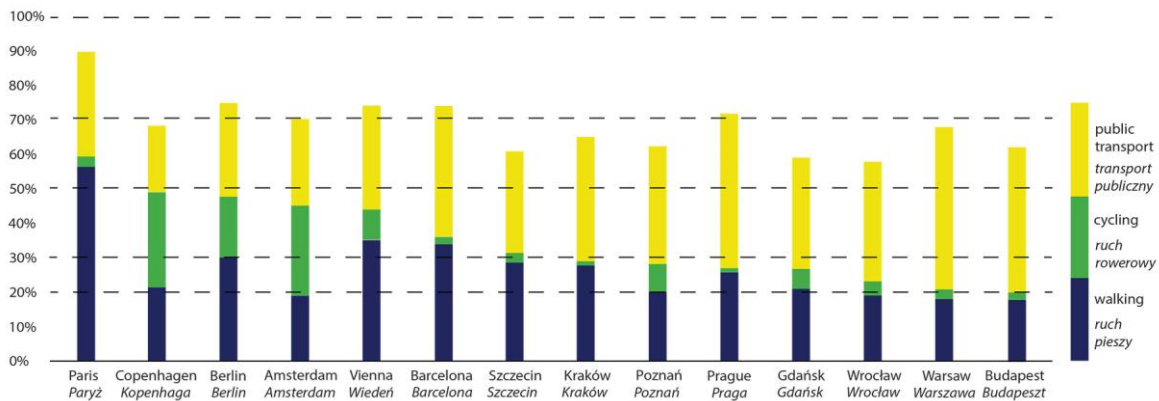


Fig. 3. Ranking of selected cities in Western Europe and Poland in terms of the share of active mobility in modal split. Source of data in Tab. 1, graphics by author

Ryc. 3. Uszeregowanie wybranych miast Europy zachodniej i Polski pod względem udziału aktywnej mobilności w strukturze transportu. Źródło: autor, źródło danych w Tab. 1, opracowanie autora

In the case of a ranking according to the share of pedestrian traffic in the modal split (Fig. 4), the first place was also taken by Paris, and second position was this time taken by Vienna. Barcelona came in third place followed by Berlin. All these cities, except for Paris had a walking traffic share of around 30%. A similar share was found in cities that occupied the next positions in the ranking - Szczecin, Kraków and Prague. The capital of France, however, was distinguished by a unique share of pedestrian traffic in the modal split, amounting to over 50%. Warsaw and Budapest were again at the other extreme, followed by Wrocław and Amsterdam. The share of pedestrian traffic in these cities was about 20%. A similar share of pedestrian traffic was also in Copenhagen, Gdańsk and Poznań.

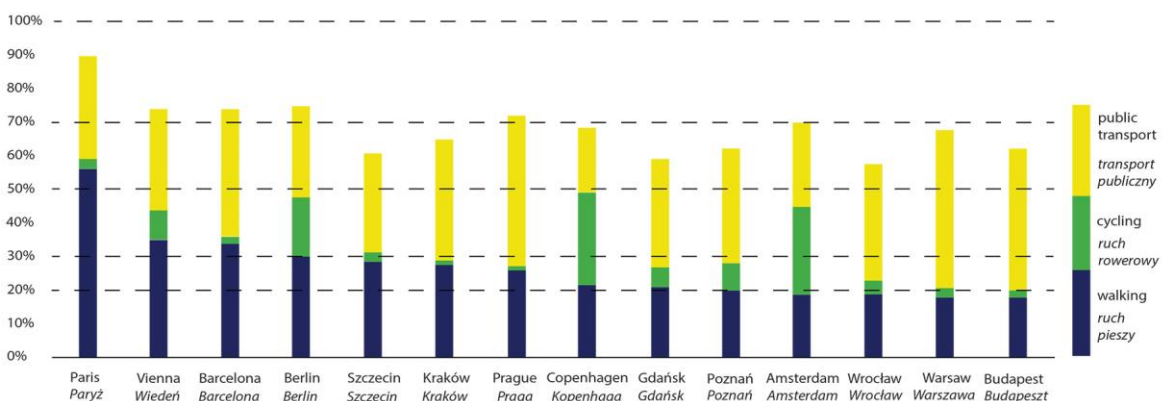


Fig. 4. Ranking of selected cities in Western Europe and Poland in terms of the share of pedestrian traffic in modal split. Source of data in Tab. 1, graphics by author

Ryc. 3. Uszeregowanie wybranych miast Europy zachodniej i Polski pod względem udziału ruchu pieszego w strukturze transportu. Źródło: autor, źródło danych w Tab. 1, opracowanie autora

Tab. 1. List of documents that are sources of data used in analysis (names of documents in their original language).
Tab. 1. Lista dokumentów źródeł danych wykorzystanych w badaniu (nazwy dokumentów w języku oryginalnym).

City name / Nazwa miasta	Source of the modal split data / Źródło danych dotyczących struktury transportu	Year of survey / Rok przeprowadzenia badania	Source of the population and surface data / Źródło danych dotyczących powierzchni i zaludnienia miast
Amsterdam	Amsterdamse Thermometer van de Bereikbaarheid	2019	Stadsdelen in cijfers 2019

City name / Nazwa miasta	Source of the modal split data / Źródło danych dotyczących struktury transportu	Year of survey / Rok przeprowadzenia badania	Source of the population and surface data / Źródło danych dotyczących powierzchni i zaludnienia miast
Barcelona	Pla de Mobilitat Urbana 2024	2016	Pla de Mobilitat Urbana 2024
Berlin	Mobilität in Städten – System repräsentativer Verkehrsbefragungen	2018	Einwohnerregisterstatistik, Encyclopedia Britannica
Budapest <i>Budapeszt</i>	Budapest Mobility Plan 2014 -2030	2014	Magyarország Helységnévtára, Budapest and its region
Frederiksberg	-	-	Frederiksberg Kommune
Gdańsk	Gdańskie Badania Ruchu	2016	Podział administracyjny Gdańska
Copenhagen <i>Kopenhaga</i>	Copenhagen. City of Cyclists. Facts & Figures	2017	Danmarks Statistik
Kraków	Krakowskie Badanie Ruchu	2013	Statystyczne Vademecum Samorządowca
Paris <i>Paryż</i>	Enquête globale transport	2020	Populations légales 2019 - Commune de Paris, Encyclopedia Britannica
Prague <i>Praga</i>	Prague Transportation Yearbook 2018	2018	Statistická Ročenka hl. M. Prahy
Poznań	Badanie ankietowe i aktualizacja modelu ruchu	2019	Statystyczne Vademecum Samorządowca
Szczecin	Strategia Rozwoju Elektromobilności	2016	Statystyczne Vademecum Samorządowca, Zestawienie informacyjne o liczbie osób zameldowanych w Szczecinie
Warsaw <i>Warszawa</i>	Warszawskie Badanie Ruchu	2015	Statystyczne Vademecum Samorządowca, Szacunek liczby oraz kierunków mobilności ludności w Warszawie na podstawie danych mobilnych
Vienna <i>Wiedeń</i>	Modal Split 2022	2023	Population and surface of Vienna's municipal districts 2019
Wrocław	Kompleksowe Badanie Ruchu	2010	Statystyczne Vademecum Samorządowca, Liczba osób zameldowanych na pobyt stały lub czasowy

Tab. 2. Number of inhabitants and area of the analyzed cities from Europe and Poland

Tab. 2. Liczba mieszkańców i powierzchnia analizowanych miast z Europy i Polski

City name Nazwa miasta	Number of inhabitants Liczba mieszkańców	Area (km ²) Powierzchnia (m ²)	Density (number of inhabitants/km ²) Gęstość (liczba mieszkańców/km ²)
Amsterdam	862 987	165	5 230,2
Barcelona	1 620 343	101,4	15 992
Berlin	3 677 472	891	4 127,4
Budapest (<i>Budapeszt</i>)	1 727 290	508	3400,2
Frederiksberg	104 410	9	11 601,1
Gdańsk	433 747	263	1 796,3
Copenhagen (<i>Kopenhaga</i>)	657 826	90	7 309,2
Copenhagen (<i>Kopenhaga</i>)+	762 236	84	7 699,4

City name <i>Nazwa miasta</i>	Number of inhabitants <i>Liczba mieszkańców</i>	Area (km ²) <i>Powierzchnia (m²)</i>	Density (number of inhabitants/km ²) <i>Gęstość (liczba mieszkańców/km²)</i>
Frederiksberg			
Kraków	779 115	327	2 382,6
Poznań	534 813	262	2 041,3
Paris (<i>Paryż</i>)	2 182 174	105	20 782,6
Prague (<i>Praga</i>)	1 308 632	496	2 638,4
Szczecin	395 441	301	1 313,8
Warsaw (<i>Warszawa</i>)	1 853 696	517	3 585,5
Vienna (<i>Wiedeń</i>)	1 935 000	415	4 662,7
Wrocław	642 869	293	2 194,0

3.2. Analysis of cities with the highest and lowest share of active mobility in the modal split

The cities from the beginning and the from end of both lists, as well as Szczecin and Prague, were subjected to further analysis of their spatial structure. Cities that opened the list of cities with the highest share of active mobility belonged to very different groups in terms of population size and area (Tab. 2). Paris and Berlin are very populous cities with approximately 2 million and over 3.5 million inhabitants respectively. Copenhagen and Amsterdam are cities with 700,000-900,000 residents. All of them, with the exception of Berlin, also have a not-too-large area of about 90-160 km². Szczecin is a city about half the size of Amsterdam and Copenhagen in terms of the number of inhabitants (about 400,000), but quite large in terms of area. In this respect, Szczecin is three times bigger than Copenhagen and twice as big as Amsterdam.



Fig. 5. Map of Paris.

Ryc. 5. Mapa Paryża



Fig. 6. Map of Copenhagen.

Ryc. 6. Mapa Kopenhagi.

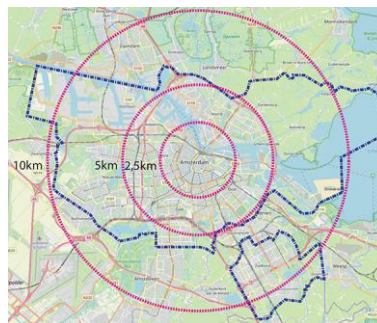


Fig. 7. Map of Amsterdam.

Ryc. 7. Mapa Amsterdamu.

Fig. 5., Fig. 6., Fig. 7. Maps of Amsterdam, Copenhagen and Paris with overlaid circles corresponding to maximum walking distance and basic cycling distance (2.5 km), standard cycling distance (5 km), maximum cycling distance (10 km). Source: by author, background sourced from Open Street Map

Ryc. 5., 6. 7. Mapy Amsterdamu, Kopenhagi i Paryża z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowego (2,5 km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5 km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10 km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map

All cities in this group also have very compact build-up area. In the case of Paris, Amsterdam and Copenhagen (Fig. 5-7), most of the residential districts are located within a radius of 5 km from the city center (in Paris and Amsterdam, the motorway ring road runs around the circumference of this radius) and there are inhabited by over 90%, 70% and 85% of the city's residents respectively. Therefore it means that such a share of the inhabitants of the mentioned cities live within the standard bicycle distance to the city center. It is worth mentioning that close to the center of Co-

penhagen there is an independent city of Frederiksberg, populated by about 100,000 inhabitants, which is also within the standard cycling distance to the center of Copenhagen and is analyzed together with Copenhagen in this study. These cities have one more thing in common. Their central districts have a very high population density. In Paris, it is from about 9,000 up to 40,000 inhabitants/km², on average about 25,000 inhabitants/km². Although, interestingly, in the very center (the area within 2.5 km from the "central point"), the population density is lower and amounts to an average of about 15,000 inhabitants/km². However, this does not mean a lower buildings intensity, but rather a smaller share of the residential function in this area. In Amsterdam, the density of central districts is from 8,000 up to 15,000 inhabitants/km², on average about 9,000 inhabitants/km². In the very center (the area within 2.5 km from the "central point"), the density increases to 12,000 inhabitants/km². In Copenhagen, together with Frederiksberg, the density of central districts is from 6,000 up to 20,000 inhabitants/km², on average about 8,000 inhabitants/km², and in the very center this density is on average slightly higher and reaches 12,000 inhabitants/km².

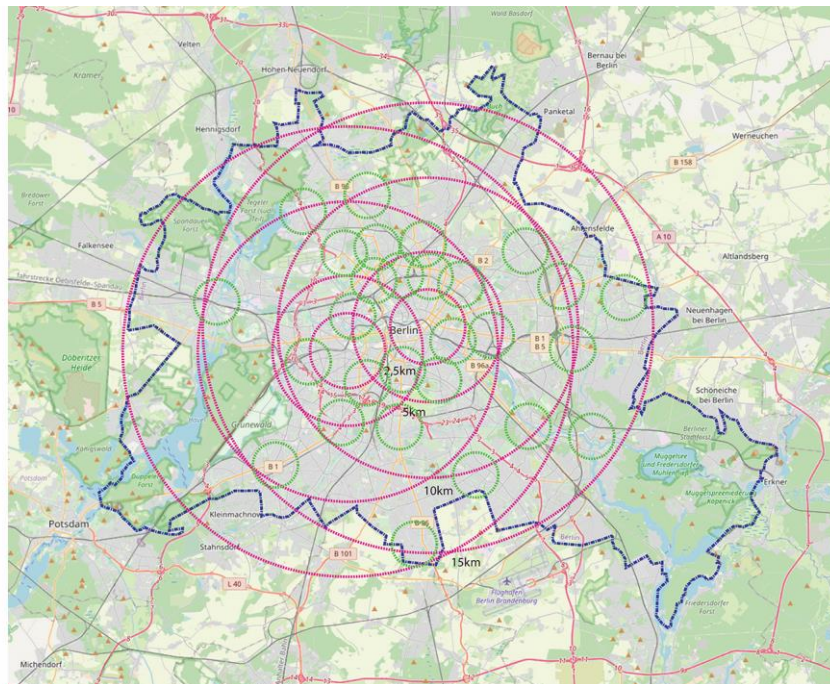


Fig. 8. Map of Berlin with overlaid circles for maximum walking distance and basic cycling distance (2.5km), standard cycling distance (5km), maximum cycling distance (10km) and circles around local centers corresponding to standard walking distance (1.5km). Source: by author, background sourced from Open Street Map

Ryc. 8. Mapa Berlina z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowemu (2,5km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10km) oraz okręgami wokół centrów lokalnych odpowiadające standardowemu dystansowi pieszemu (1,5km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map

Berlin is a city much larger in terms of population and area than cities discussed earlier (Tab. 2), but structurally it has a lot in common with them. About 1.5 million inhabitants (40% of the city's population) live in the central part of Berlin. This area consists of the districts inside and directly adjacent to the Ringbahn, located about 7 km from Potsdamer Platz, which can be considered the "central point" of Berlin. Due to the polycentric structure of the city, it is difficult to determine what that center is. In the western part of the city, this role is played by the area around the Zoologischer Garten station, and in the eastern part it is the Mitte district and the Alexander Platz area. In this situation, the "central area of Berlin" is located within a radius of 5 km from the indicated "central points" (Fig. 8). This area has a surface of about 130 km² (15% of the city's area) and an average population density of about 11,000 inhabitants/km². In the districts in this part of the city, the popu-

lation density ranges from 9,000 up to 17,000 inhabitants/km². The average density of the areas closest to the "central points" (up to 2.5 km) is 17,000. inhabitants/km², which is comparable to the population density of the center of Paris. In addition, the already mentioned polycentric structure of Berlin means that a large part of the city's build-up areas are located within a standard walking distance (1.5 km) from local centers.

The Polish city with the best result in this ranking is Szczecin. It also has some features in common with the cities described above. Within a radius of 5 km from the city center (Fig. 11), live about 65% of the city's inhabitants, and even 80%, if we also take into account the areas located 5 km from the center of the right-bank part of the city. In this respect, Szczecin is somewhat similar to Berlin, because due to the wide valley of the Oder River, its right-bank and left-bank parts function as two separate cities, although of course the left-bank part is definitely dominant. The population density in these areas is 5,000 inhabitants/km² for the left bank and 4,000 inhabitants/km² for both parts of the city, but excluding the practically uninhabited areas of Międzyodrze (area between arms of river Oder). In the central part of the left-bank Szczecin (2.5 km from the "central point"), the population density is about 10,000 inhabitants/km² (again counting without Międzyodrze), and the maximum population density of neighborhood in this part of the city exceeds 20,000 inhabitants/km². These values are similar to the population density in central areas of the previously discussed European cities. About 40% of the inhabitants of the left-bank Szczecin live in the central part of the city, i.e. in the Śródmieście district without the Drzetowo neighborhood and Międzyodrze.

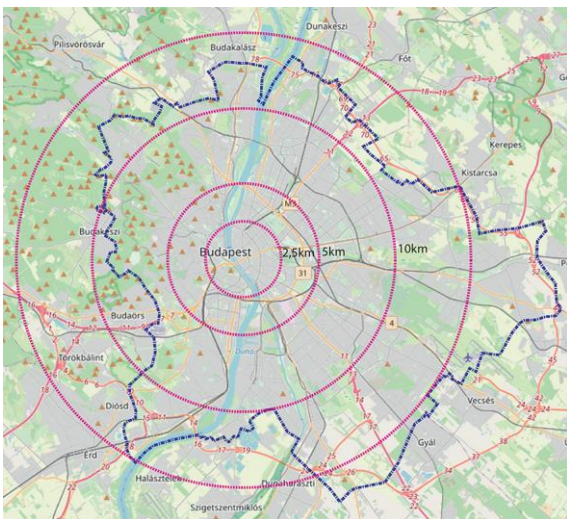


Fig. 9. Map of Budapest.
Ryc. 9. Mapa Budapesztu.

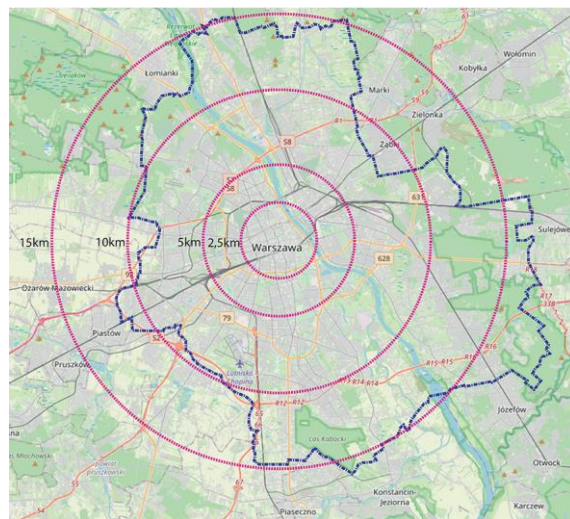


Fig. 10. Map of Warsaw
Ryc. 10. Mapa Warszawy.

Fig. 9., Fig. 10. Maps of Budapest and Warsaw with overlaid circles corresponding to maximum walking distance and basic cycling distance (2.5 km), standard cycling distance (5 km), maximum cycling distance (10 km). Source: by author, background sourced from Open Street Map

Ryc. 9., 10. Mapy Budapesztu i Warszawy z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowemu (2,5 km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5 km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10 km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map

The lowest share of active mobility in the modal split in this ranking was recorded in Budapest (Fig. 3). It is a city with a similar number of inhabitants as Warsaw and Vienna (Tab. 2) and a slightly lower number than Paris (about 2 million inhabitants). In the area within a radius of 5 km from the center (Fig. 9), live about 43% of its inhabitants, and the average population density for this area is 9,000. inhabitants/km². The most densely populated district of this area has a population density of 30,000. inhabitants/km², and the least populated has a density at the level of 2,000 inhabitants/km². 17% of the city's inhabitants live within a radius of up to 2.5 km from the city center, and this area is

characterized by a population density of 15,000. inhabitants/km². However, it is worth noting the large difference in population density between Pest, situated on the flat eastern bank of the Danube, where the population density of these most central districts usually exceeds 20,000. inhabitants/km², i.e. values characteristic for the districts of Paris and Buda, located on the hills, where only the bankside districts such as Obuda or Víziváros have a fairly high population density.

The place just before Budapest in the ranking is occupied by Warsaw, the capital of Poland and the worst large city in the country when it comes to active mobility (Fig. 3). The difference with the Hungarian capital is in this respect symbolic and falls within the statistical error scale. Warsaw is similar to Budapest in terms of area and population. However, they differ in structure. About 26% of the city's population of Warsaw live within a radius of 5 km from the city center (Fig. 10) and the average population density of this area is about 6,000 inhabitants/km². The most densely populated neighborhood (MSI area) in this area has a population density of 16,000. inhabitants/km², and the least populated has density at the level of 3,000 inhabitants/km². 10% of the city's inhabitants live within a radius of 2.5 km from the central point. This is the lowest result among all surveyed cities. The average population density in this area is about 9,500 inhabitants/km².

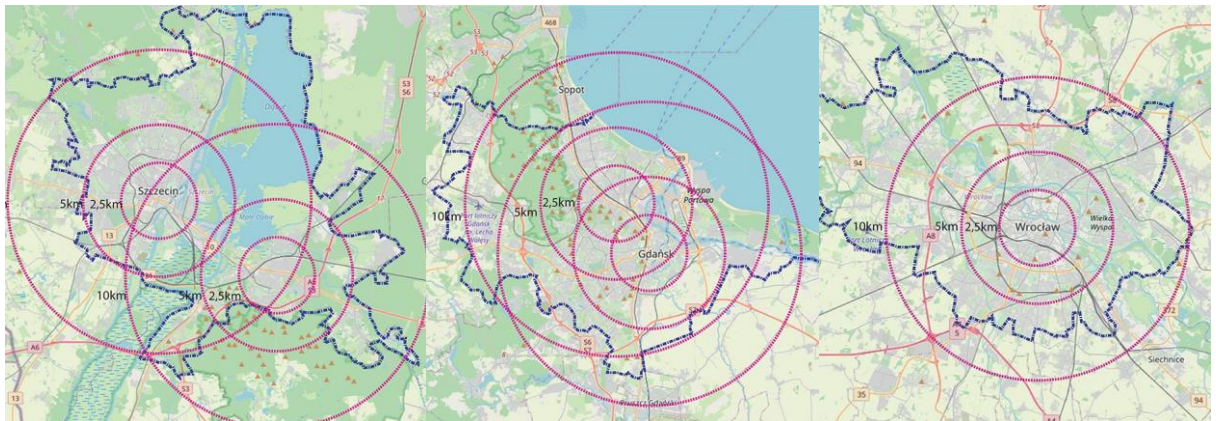


Fig. 11. Map of Szczecin.

Ryc. 11. Mapa Szczecina

Fig. 12. Map of Gdańsk.

Ryc. 12. Mapa Gdańska.

Fig. 13. Map of Wrocław.

Ryc. 13. Mapa Wrocławia.

Fig. 11., 12., 13. Maps of Szczecin, Gdańsk and Wrocław with overlaid circles corresponding to maximum walking distance and basic cycling distance (2.5km), standard cycling distance (5km), maximum cycling distance (10km). Source: by author, background sourced from Open Street Map

Ryc. 11., 12., 13. Mapy Szczecina, Gdańska i Wrocławia z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowemu (2,5km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map

The next places were taken by Wrocław and Gdańsk. Both are medium-sized cities with a population of 500,000-600,000 inhabitants, so compared to the cities at the beginning of the list, they are closest to Amsterdam and Copenhagen (Tab. 2). On the other hand, both Wrocław and Gdańsk are more or less twice as large as these cities. They are also less compact than the cities at the beginning of the list. In Wrocław, the population concentration coefficient within the radius of the standard bicycle distance (5 km) from the city center is about 60% (Fig. 13). Nevertheless, the population density of residential areas within this radius is only about 4,500 inhabitants/km². The area's most densely populated district has a density of 14,000 inhabitants/km², and the least populated has a density of 1,000. inhabitants/km². Density increases in the central part of the city within the radius of the maximum walking distance (2.5 km). About 30% of the city's inhabitants live in this area, and the population density is about 10,000 inhabitants/km². The case of Gdańsk is slightly different, because, like Berlin, it is a polycentric city (Fig. 8, Fig. 12). Taking into account the two main centers - the Old Town and Wrzeszcz, approximately 70% of the city's inhabitants live within a radius of 5 km from both of these centers. However, the average population density of residential areas, similarly to Wrocław, is about 4,000 inhabitants/km². The area's most densely populated

district has a density of 10,000. inhabitants/km², and the least populated has a density of 500 inhabitants/km². The density increases in the central part of the city within the radius of 2.5 km from the "central point", or rather the "central points" of the Old Town and Wrzeszcz. About 30% of the city's inhabitants live in this area, and the population density is slightly higher than in the area within the radius of 5 km from the city center and amounts to only about 4,500 inhabitants/km².

Just ahead of Gdańsk and Wrocław in the ranking (Fig. 3) is Prague in Czechia. It is a city smaller in terms of population than the neighboring capitals - Budapest, Warsaw and Vienna (Tab. 2), although similar in terms of an area. Being in Prague, you can get the impression that it is quite a compact city. However, it turns out that only about 36% of Prague's inhabitants live within a radius of 5 km from the city center (Fig. 14) and the average population density of this area is about 6,000 inhabitants/km². The area's most densely populated district has a density of 16,000 inhabitants/km², and the least populated has a density of 1,000 inhabitants/km². The density increases in the central part of the city within a radius of 2.5 km from the "central point". About 17% of the city's inhabitants live in this area, and the average population density is almost twice as high as in the area within a radius of 5 km from the city center and amounts to about 11,000. inhabitants/km².



Fig. 14. Map of Prague. Source: by author
Ryc. 14. Mapa Pragi. Źródło: autor



Fig. 15. Map of Vienna. Source: by authors
Ryc. 15. Mapa Wiednia. Źródło: autor

Fig. 14., Fig. 15. Maps of Prague and Vienna with overlaid circles corresponding to maximum walking distance and basic cycling distance (2.5km), standard cycling distance (5km), maximum cycling distance (10km). Source: by author, background sourced from Open Street Map

Ryc. 14., Ryc. 15. Mapy Pragi i Wiednia z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowemu (2,5km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map

3.3. Analysis of cities with the highest and lowest share of pedestrian traffic in modal split

In the ranking taking into account the share of pedestrian traffic (Fig. 4), the best result is obtained by Paris. Vienna and Barcelona follows it and Berlin came in fourth place this time. The best Polish city again turns out to be Szczecin, which this time is just behind the top four. The lowest share of pedestrian traffic is again recorded in Budapest, and exactly the same result is achieved by Warsaw. It is not much better in Wrocław. On the other hand, Amsterdam falls towards the end of the ranking. Gdańsk and Poznań, similar in terms of mobility structure, move to the middle of the ranking. Just behind the leaders, but behind Szczecin, there are Kraków and Prague.

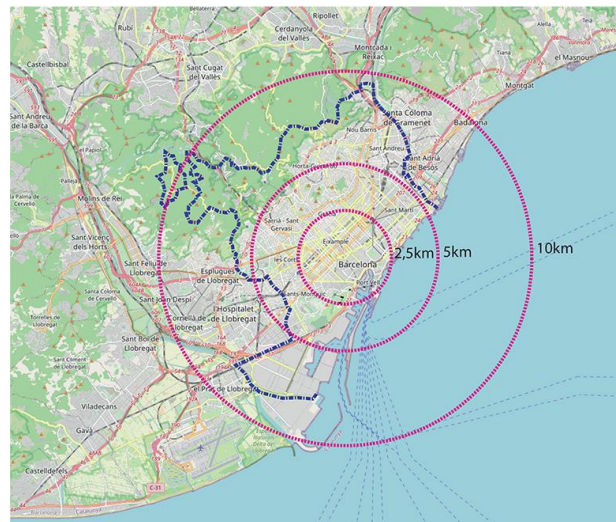
So far, only two cities that appear in the top four in this ranking (Fig. 4), i.e. Vienna and Barcelona, have not been discussed. As for Vienna, it is a city similar in terms of area and population to the

two cities at the bottom of the ranking - Budapest and Warsaw (Tab. 2). However, it differs from them structurally although there are some similarities of Vienna and Budapest, especially in central, oldest part. Generally structurally Vienna (Fig. 15) is similar to the other cities from the top of the ranking (Fig. 5, Fig. 8, Fig. 16). Almost half of Vienna's inhabitants (about 45%) live within a radius of 5 km from the city center (about 20% of the city's area), i.e. within the standard bicycle distance. In addition, half of the inhabitants (over 20% of the entire city) of this area live within the maximum walking distance from the city center (2.5km). The area within a radius of 5 km from the center has an average population density of about 11,000 inhabitants/km², and its population density ranges from about 5,000 inhabitants/km² (Old Town) to almost 30,000 inhabitants/km² (Margareten). In the area within the radius of the maximum walking distance (2.5 km, approximately the area of early modern Vienna within the Linienwall), the average population density increases to about 15,000 inhabitants/km².

Barcelona is a city some way similar to Paris (Tab. 2). Its area is also about 100 km², and the number of inhabitants is 1.6 million. This means a very high average population density of more than 15,000 inhabitants/km², i.e. the same as the most densely populated districts of other cities in the list. About 80% of the city's inhabitants live in the area up to 5 km from the city center (Fig. 16), and the average population density for this area is 22,000 inhabitants/km². Importantly, within this standard cycling distance there are also districts of the neighboring city of L'Hospitalet de Llobregat, which has over 250,000 inhabitants and also has a high population density of up to 20,000 inhabitants/km². However, the most densely populated districts of Barcelona within 5 km from the center are even denser. In some, the population density reaches 40,000-50,000 inhabitants/km², and in the most densely populated district even 60,000 inhabitants/km². Even the least populated district of this area has a very high density of 10,000 inhabitants/km². In the most central part of the city, up to 2.5 km from the "central point", live about 30% of its inhabitants and the average density for this area is about 30,000 inhabitants/km², i.e. as much as the most densely populated districts of Vienna or Budapest.

Fig. 16. Maps of Barcelona with overlaid circles corresponding to maximum walking distance and basic cycling distance (2.5km), standard cycling distance (5km), maximum cycling distance (10km). Source: by author, background sourced from Open Street Map

Ryc. 16. Map Barcelony z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowemu (2,5km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map



It is interesting that if we look at the most central districts, i.e. those located within the maximum walking distance (2.5 km) of the cities from the end of the ranking, their population density is also quite high. In Warsaw, it is about 9,500 inhabitants/km², and in Wrocław 10,000 inhabitants/km². However, it is still at least 30% less than in Vienna, Berlin or Amsterdam. An interesting case is Budapest, where these most central districts have a very high population density, reaching an average of 15,000 people inhabitants/km², i.e. a level comparable to cities from the top of the ranking with the highest share of active mobility. However, the share of the latter in Budapest is almost half as low as in the cities at the top of the ranking.

4. DISCUSSION

The results of the study and analysis indicate that the spatial structure of the city affects the structure of mobility within it, although these relationships are not simple and unambiguous. A very high share of pedestrian traffic is observed in cities of various sizes and populations (Fig. 4). However, the concentration of population seems to be of key importance (Tab. 4). In the cities in the upper part of the ranking of the share of pedestrian traffic, the population density in the zone up to 5 km from the city center(s) is over 10,000 inhabitants/km² and more than 40% of the inhabitants live in it, and even more than 80% in the case of Paris and Barcelona (Tab. 4), which both are only part of their agglomerations (Ryc. 5, Ryc. 16). In the case of those two cities, the average density in the zone up to 5 km from the center is also higher, exceeding 20,000 inhabitants/km². The population density in this zone is lower in Szczecin, but it is the smallest city at the top of the ranking. Nevertheless, if we look at a smaller area within a radius of 2.5 km from the "central point", where 30% of the city's inhabitants live in Szczecin, and even almost 40% if we consider only the larger left-bank part of the city, the average density of population reaches 10,000 inhabitants/km², and in some parts even more than 25,000 inhabitants/km².

Tab. 3. The share of the population of central city districts in the total population and the population density of the central areas of the analyzed cities in Western and Central Europe (ranking according to the share of active mobility in modal split, bold cities with over 1 million inhabitants)

* data regarding left-bank Szczecin in brackets

Tab. 3. Udział ludności centralnych dzielnic miast w ogólnej liczbie ludności oraz gęstość zaludnienia obszarów centralnych analizowanych miast Europy Zachodniej i Środkowej (ranking według udziału mobilności aktywnej w strukturze transportu, pogrubione miasta o liczbie mieszkańców powyżej 1 milionów mieszkańców)

*w nawiasie dane dotyczące lewobrzeżnego Szczecina

City name / Nazwa miasta	% of inhabitants within a radius of 5 km from the center / % mieszkańców w promieniu 5 km od centrum	Average population density (inhabitants/km ²) in central districts (5 km from the center) / Średnia gęstość zaludnienia (mieszkańcy/km ²) w dzielnicach centralnych (5km od centrum)	Maximum population density (inhabitants/km ²) in central districts (5 km from the center) / Maksymalna gęstość zaludnienia (mieszkańcy/lm ²) w dzielnicach centralnych (5km od centrum)	Minimum population density (inhabitants/km ²) in central districts (5 km from the center) / Minimalna gęstość zaludnienia (mieszkańcy/lm ²) w dzielnicach centralnych (5km od centrum)	Average population density (inhabitants/km ²) in the center (2.5 km from the center) / Średnia gęstość zaludnienia (mieszkańcy/lm ²) w centrum (2,5km od centrum)	% of inhabitants within a radius of 2.5 km from the center) / % mieszkańców w promieniu 2,5km od centrum
Paris (Paryż)	90	25 000	40 000	9 000	15 000	14
Copenhagen (Kopenhaga) +Frederiksberg	87	8 000	20 000	6 000	10 000	27
Berlin	40	11 000	17 000	9 000	15 000	17
Amsterdam	70	9 000	28 000	2 000	12 000	28
Vienna (Wiedeń)	45	11 000	30 000	5 000	15 000	20
Barcelona	80	22 000	60 000	10 000	30 000	32
Szczecin*	82 (82)	4 000 (5000)	27 000	1 000	9 500	30 (37)
Prague (Praga)	36	6000	16 000	1 000	11 000	17
Gdańsk	70	4 000	10 000	500	4 500	32
Wrocław	60	4 600	14 000	1 000	10 000	30
Warsaw	26	6 000	16 000	3 000	9 600	10

(Warszawa)

Budapest <i>(Budapeszt)</i>	43	9 000	30 000	2 000	15 000	17
---------------------------------------	----	--------------	--------	-------	---------------	----

Tab. 4. The share of the population of central city districts in the total population and the population density of the central areas of the analyzed cities in Western and Central Europe (ranking according to the share of walking in modal split, bold cities with over 1 million inhabitants)

* data regarding left-bank Szczecin in brackets

Tab. 4. Udział ludności centralnych dzielnic miast w ogólnej liczbie ludności oraz gęstość zaludnienia obszarów centralnych analizowanych miast Europy Zachodniej i Środkowej (ranking według udziału ruchu pieszego w strukturze transportu, odważne miasta powyżej 1 mln mieszkańców)

*w nawiasie dane dotyczące lewobrzeżnego Szczecina

City name	% of inhabitants within a radius of 5 km from the center	Average population density (inhabitants/km ²) in central districts (5 km from the center)	Maximum population density (inhabitants/km ²) in central districts (5 km from the center)	Minimum population density (inhabitants/km ²) in central districts (5 km from the center)	Average population density (inhabitants/km ²) in the center (2.5 km from the center)	% of inhabitants within a radius of 2.5 km from the center
<i>Nazwa miasta</i>	<i>% mieszkańców w promieniu 5 km od centrum</i>	<i>Średnia gęstość zaludnienia (mieszkańcy/km²) w dzielnicach centralnych (5km od centrum)</i>	<i>Maksymalna gęstość zaludnienia (mieszkańcy/lm²) w dzielnicach centralnych (5km od centrum)</i>	<i>Minimalna gęstość zaludnienia (mieszkańcy/lm²) w dzielnicach centralnych (5km od centrum)</i>	<i>Średnia gęstość zaludnienia (mieszkańcy/lm²) w centrum (2,5km od centrum)</i>	<i>% mieszkańców w promieniu 2,5km od centrum</i>
Paris <i>(Paryż)</i>	90	25 000	40 000	9 000	15 000	14
Vienna <i>(Wiedeń)</i>	45	11 000	30 000	5 000	15 000	20
Barcelona	80	22 000	60 000	10 000	30 000	32
Berlin	40	11 000	17 000	9 000	15 000	17
Szczecin	82 (82)	4 000 (5000)	27 000	1 000	9 500	30 (37)
Prague (<i>Praga</i>)	36	6 000	16 000	1 000	11 000	17
Copenhagen <i>(Kopenhaga)</i> +Frederiksberg	87	8 000	20 000	6 000	10 000	27
Gdańsk	70	4 000	10 000	500	4 500	32
Amsterdam	70	9 000	28 000	2 000	12 000	28
Wrocław	60	4 600	14 000	1 000	10 000	30
Warsaw <i>(Warszawa)</i>	26	6 000	16 000	3 000	9 600	10
Budapest <i>(Budapeszt)</i>	43	9 000	30 000	2 000	15 000	17

If we look at the cities at the top of the ranking of the share of active mobility (Fig. 3), those that do not have a very high share of pedestrian traffic, but have a high share of bicycle traffic, have

a slightly lower population density in the zone up to 5 km from the center, amounting to about 8,000-9,000 inhabitants/km² (Tab. 3). In the zone up to 2.5 km, the average population density is 10,000-12,000 inhabitants/km² and is also lower than in cities dominated by pedestrian traffic, but the difference is not significant. It may also result from the fact that both Amsterdam and Copenhagen are port cities, so even in the central zone there are more areas with functions other than residential, as well as more water areas or areas related to waterways or reservoirs. In these cities, however, it is difficult to explicitly exclude these areas from the analysis, such as Miedzyodrze in Szczecin, which is definitely "non-urban" and has clear borders.

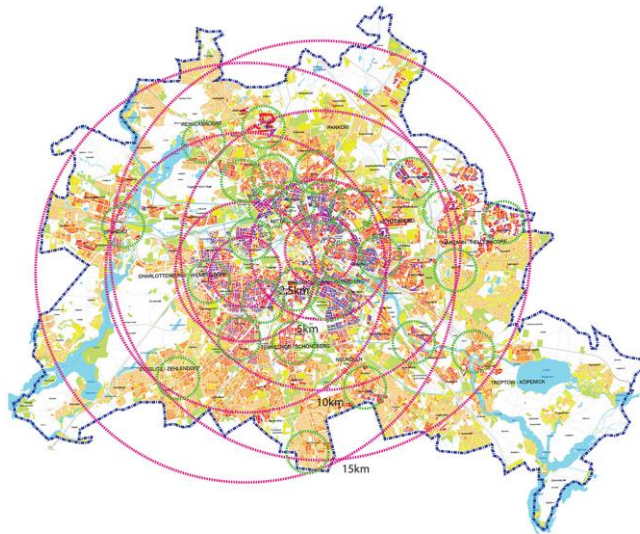


Fig. 17. Map of population density of Berlin with overlaid circles for maximum walking distance and basic cycling distance (2.5km), standard cycling distance (5km), maximum cycling distance (10km) and circles around local centers corresponding to standard walking distance (1.5km). Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – Umweltatlas Berlin (2021)

Ryc. 17. Mapa gęstości zaludnienia Berlina z nałożonymi okręgami odpowiadającymi maksymalnemu dystansowi pieszemu i podstawowemu dystansowi rowerowemu (2,5km), standardowemu dystansowi rowerowemu (5km), maksymalnemu dystansowi rowerowemu (10km) oraz okręgami wokół centrów lokalnych odpowiadające standardowemu dystansowi pieszemu (1,5km). Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – Umweltatlas Berlin (2021)

A very interesting example is Berlin (Fig. 17), which is the only city with a very high share of both pedestrian and bicycle traffic. However, Berlin is a specific city. It is the largest city in terms of population and area of all cities included in the study. Moreover, within its administrative borders there is a very large part of the agglomeration. As a result, data on transport in the city refer to an area that is very diverse in terms of building structure, including zones of intensive downtown development, but also suburban housing estates. In the case of Paris, which administratively covers the area inhabited by only about 20% of the population of the entire agglomeration, there is no suburban development at all. Barcelona is home to about half of the population of the metropolitan region and is also dominated by multi-family housing, and the share of single-family housing is small and related to the topography (hills). In the case of Copenhagen, the population of the city is about half of the population of the agglomeration, and the city itself, together with Frederiksberg, covers the most densely populated and built-up part of the agglomeration. On the other hand, Berlin is a very polycentric city, which owes its structure to the unusual historical development within the many urban units that made up the city's agglomeration during its rapid development at the turn of the 19th and 20th centuries, before they were administratively combined into one organism hundred years ago. It cannot be ruled out that examining the share of various forms of transport in the modal split in particular parts of the city would allow to answer the question of which types of spatial structure promote pedestrian traffic more and which bicycle traffic more. The great advantage of Berlin is undoubtedly its polycentricity, which means that, despite the size of the city, the distances to both its main centers and local centers are relatively small. Due to the polycentric structure, Ber-

lin was treated a little differently in the study and the central zone (up to 5 km from the "central point") and the city center zone (up to 2.5 km from the "central point") were considered to be a larger area calculated from the two western- and easternmost main "central points" of the city.

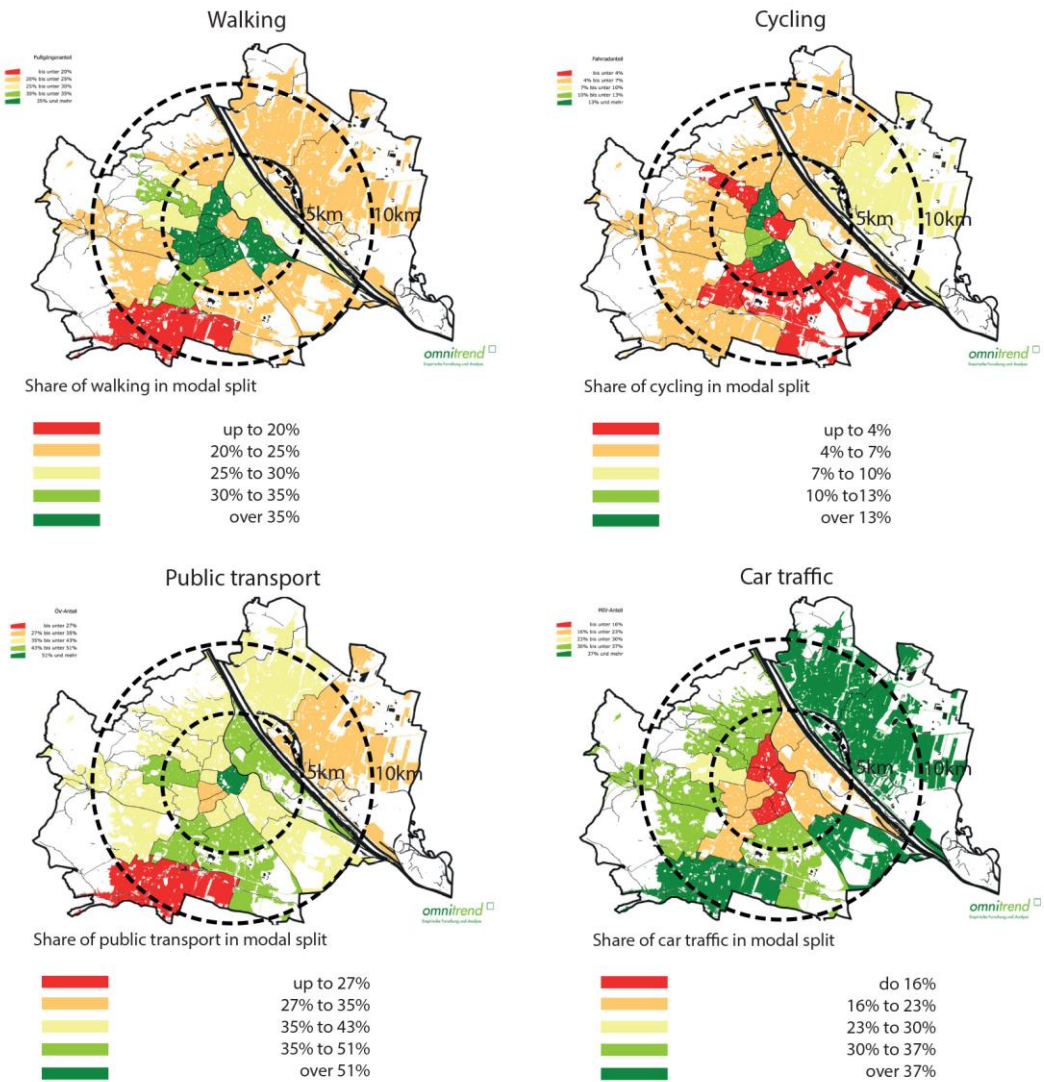


Fig. 18. Share of walking, cycling, public transport and car traffic in modal split in districts of Vienna. Source: Zu Fuß gehen in Wien (2015)

Ryc. 18. Udział ruchu pieszego rowerowego, transportu publicznego i ruchu samochodowego w dzielnicach Wiednia. Źródło: Zu Fuß gehen in Wien (2015)

In this analysis, Berlin (Fig. 17) is very similar to Vienna (Fig. 21), one of the 'most pedestrian' cities in the study. Both cities have (Tab. 4) about 40-45% of the population concentrated in the central districts (area within a radius of 5 km from the center) and 17-20% of the population living in the city center area (area within a radius of 2.5 km from the "central point"). The parameters of the average density in the first of the described zones are also similar, which in both cities is 11,000 inhabitants/km², as well as in the second, more central zone, where the density in both cities is 15,000 inhabitants/km². Therefore, it can be hypothesized that in the central districts of Berlin, pedestrian traffic may be more important, and the importance of cycling increases with the distance from the center. This hypothesis does not necessarily have to be true, because in the aforementioned Vienna, which, however, has a much lower share of bicycle traffic (Fig. 3), a higher share of

pedestrian traffic (over 35%) and bicycle traffic (over 10%) is recorded in the same districts and these are central districts (Fig. 18). In suburban districts, the use of the car is growing significantly. The use of public transport is the highest in the zone between 2.5 km and 5 km from the "central point" and in the very center.

It is also interesting to look at the metropolitan regions of Paris and Barcelona, i.e. cities that basically "merge" structurally with the nearest suburbs. It turns out that also in agglomerations the share of active mobility is quite high. In Ile-de-France it is 43% (DRIEA 2022), and in the metropolitan region of Barcelona even 54% (AMB 2023). However, these regions have a fairly high population density. In Ile-de-France, the area of Paris and Petite Couronne, where almost 60% of the population of the agglomeration lives (DRIEA 2022), has a population density of 9,000 inhabitants/km², and in the metropolitan region of Barcelona density is about 5,000 inhabitants/km². Barcelona is so specific that the share of active mobility in the city itself is lower than in the surrounding agglomeration, which is basically unheard of in other cities surveyed. The city itself also has a surprisingly low share of walking trips, given the structure's similarity to Paris. Perhaps the explanation here is the higher share of public transport in travel, or maybe the negative impact on active mobility has a warm, and in summer even hot climate.

In cities where the share of pedestrian traffic and active mobility in general is low (Fig. 3-4), the population density in the central part, within the radius of the standard bicycle distance (5 km), is usually lower than 5,000 inhabitants/km² (Tab. 3-4). On the other hand, the average population density in this central zone for Warsaw (about 6,000 inhabitants/km²), the worst Polish city in terms of both pedestrian traffic and active mobility in general (Fig. 3-4), is not significantly lower than in Copenhagen (about 8,000 inhabitants/km²). Therefore, the share of active mobility in the transport structure is probably influenced by more variables, e.g. the structure of the building typology or the developed bicycle infrastructure, which allows to actively cover distances too long to cover by walking. However, the structure of the building typology and cycling infrastructure were not analyzed in this study. Warsaw, Wrocław and Copenhagen, as well as Amsterdam, have a similar share of pedestrian traffic in modal split (Fig. 4). Both mentioned Polish cities from bottom of the list have a fairly high population density in the zone of up to 2.5 km from the "central point" (Tab. 4), i.e. at the maximum walking distance of about 10,000 inhabitants/km², comparable to the most pedestrian Polish city - Szczecin, and similar or slightly lower than Amsterdam and Copenhagen (10,000-12,000 inhabitants/km²). However, there is a clear difference between Warsaw and Wrocław when it comes to the concentration of inhabitants. In Wrocław, about 30% of inhabitants live in this most central part of the city, and only 10% in Warsaw, which is the worst result in the study, also among cities with more than 1 million inhabitants (Tab. 3-4). In other large cities, this value oscillates between 14% and 17%. Looking at the results of Warsaw, Wrocław, Amsterdam and Copenhagen, it might seem that in the latter two cities the higher share of active mobility is due to cycling. When it comes to a simple assessment of the data, this is true, but it should be remembered that cycling competes for share not only with car traffic or public transport, but also with walking. Especially on shorter distances within the basic cycling distance and the maximum walking distance (up to 2.5 km). On the other hand, the average density of the central area of Amsterdam and Copenhagen is slightly lower than the average density of the central areas of cities with a high share of pedestrian traffic in the transport structure. This may suggest that in cities with a lower concentration of population and lower building intensity, it is more important to develop bicycle traffic. The aforementioned "competition for short trips" may also explain why Amsterdam and Copenhagen are both among the leaders in active mobility (Fig. 3), while being very average in terms of the share of pedestrian traffic in the modal split (Fig. 4). On the other hand, the fact that the bicycle is used for longer journeys may explain the low share of this mode of transport in "pedestrian cities" such as Paris, Vienna or Barcelona. For example, in Paris, the average walking distance is about 500m and takes about 10 minutes. The average bicycle trip is 2.5 km and almost 20 minutes. In Vienna, walking trips are almost twice as long both in terms of distance (800m) and time (18 minutes) as in Paris, but cycling trips are similar in terms of distance and time. Perhaps, therefore, the inhabitants of the "most pedestrian" cities are close enough to various destinations that they do not need to use a bicycle.

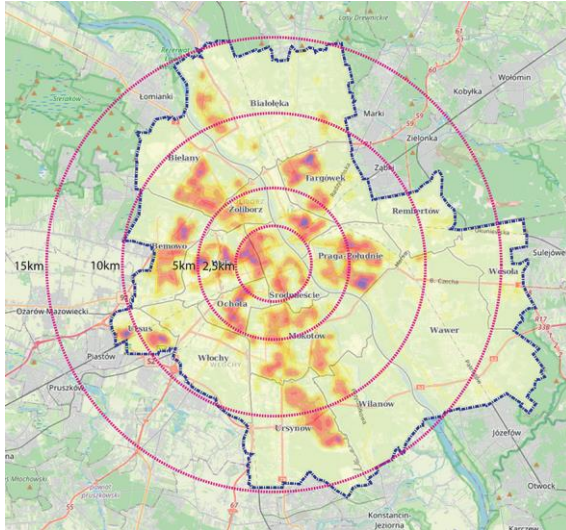


Fig. 19. Map of population density in Warsaw.

Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – Serwis mapowy – Demografia (2023)

Ryc. 19. Mapa gęstości zaludnienia w Warszawie.

Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – Serwis mapowy – Demografia (2023)

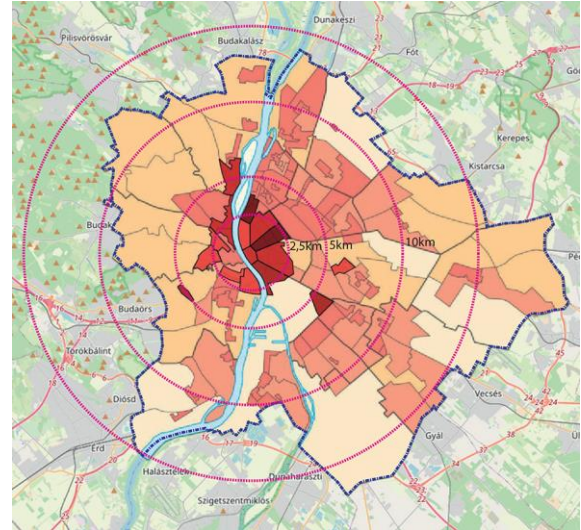


Fig. 20. Map of population density in Budapest.

Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – Budapest and its region (2021)

Ryc. 20. Mapa gęstości zaludnienia w Budapeszcie.

Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – Budapest and its region (2021)

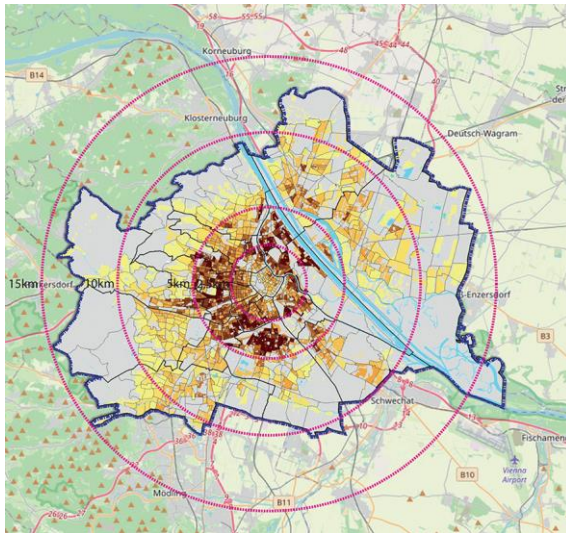


Fig. 21. Map of population density in Vienna. Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – EinwohnerInnen Dichte (2020)

Ryc. 21. Mapa gęstości zaludnienia w Wiedniu. Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – EinwohnerInnen Dichte (2020)

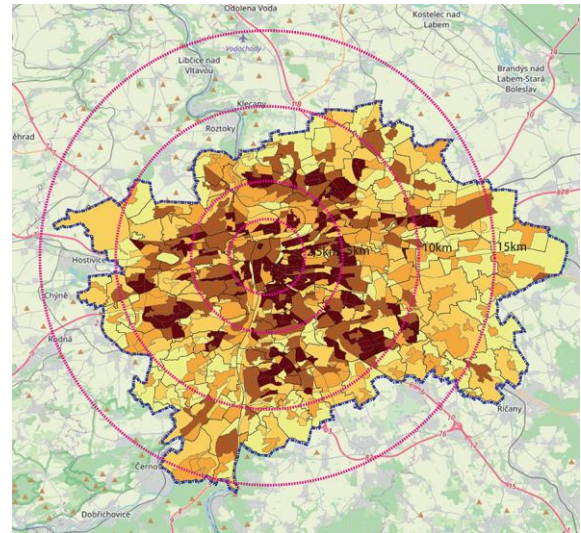


Fig. 22. Map of population density in Prague. Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – Hustota zalidnění v základních sídelních jednotkách Prahy podle SLDB 2011

Ryc. 22. Mapa gęstości zaludnienia w Pradze. Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – Hustota zalidnění v základních sídelních jednotkách Prahy podle SLDB 2011

Quite interesting cases are two cities from Central Europe and the former Austro-Hungarian Empire, i.e. Budapest (Fig. 20) and Prague (Fig. 22). It is no coincidence that I recall such old times, because in the structure of these cities one can see similarities to the Austro-Hungarian Vienna (Fig. 21). However, Vienna is at the forefront of cities with active mobility (Fig. 3), especially pedes-

trian traffic (Fig. 4). Meanwhile, Budapest closes both lists, with Prague in the middle of the list, sometimes closer to the end (active mobility in general) and sometimes closer to the top (walking only). Both cities have a fairly high population concentration coefficient. 43% of the inhabitants of Budapest and 36% of the inhabitants of Prague live within 5 km from the city center (Tab. 3-4). This result is similar to Berlin or Vienna. In Budapest, the average population density in this zone is 9,000 inhabitants/km², so it is similar to the top cities in the ranking. In Prague, the population density in this zone is lower and amounts to 6,000 inhabitants/km², so it is closer to the cities at the end of the ranking. Also in the case of an area up to 2.5 km from the central point, Budapest has a higher average population density of 15,000 inhabitants/km², i.e. the same as in Paris, Vienna and Berlin. In Prague, the average population density for this area is 11,000 inhabitants/km², so it is similar to Copenhagen or Amsterdam. Then it is surprising that Budapest has the lowest share of active mobility, including walking, and Prague is still closer to the average. If we look at other data from Budapest and Prague, it turns out that in Budapest we will find more densely populated districts (up to 30,000 inhabitants/km²) within 5 km from the center than in Prague (up to 16,000 inhabitants/km²). However, in both cities in this area we will also find areas with a very low population density of 1,000-2,000 inhabitants/km² (Tab. 3-4). Districts with equally low population density in the area of up to 5 km from the center can also be found in Gdańsk, Wrocław and Warsaw, i.e. cities at the end of the ranking of both active mobility and pedestrian traffic. At the same time, in these cities there are districts with a density exceeding 10,000 inhabitants/km² and even 15,000 inhabitants/km². In Warsaw (Fig. 19) and Wrocław (Fig. 25), such districts can also be found outside the area of 5 km from the city centre. It therefore could be said that the common feature of the cities at the bottom of the ranking is a kind of "discontinuous density" or "archipelago density". Cities are locally dense but structurally not compact. This is also suggested by the average population density for the entire city. In Prague, Gdańsk, Wrocław, Warsaw and Budapest it amounts to 2,000-3,500 inhabitants/km² (Tab. 2). Meanwhile, in the cities at the top of both rankings, it exceeds 4,000 inhabitants/km², and in Paris and Barcelona even 20,000 inhabitants/km². A specific example is Szczecin, which also has a low overall population density of around 1,000 inhabitants/km². However, it is worth considering that more than 1/3 of the city's area is made up of Dąbie Lake and the backwaters of the Oder River (Międzyodrze). If we take into account only the left-bank part of the city, where 80% of its inhabitants live, the population density increases to almost 3,000 inhabitants/km². It is still not much, but apparently Szczecin's high score is influenced by the compactness of its urbanized area (Fig. 23). Szczecin is definitely not a city of "archipelago density" and in the structure of build-up areas it resembles Vienna (Fig. 21) more than Warsaw (Fig. 19) or Wrocław (Fig. 25). Nevertheless, Szczecin is characterized by a relatively low share of public transport in the modal split and a high share of individual car transport (Fig. 3-4). It is similar in Gdańsk and Wrocław. Although in all these three cities public transport is more important than, for example, in Amsterdam or Copenhagen. The low share of another form of active mobility - cycling, affects the generally lower share of sustainable forms of mobility in the mentioned Polish cities, which are responsible for less than 60% of trips. This automatically translates into a high share of individual car transport, and the size of the mentioned cities in relation to their population probably plays a role in shaping such a structure of transport.

When discussing Berlin, I mentioned the benefits of its polycentric functional structure (Fig. 17). However, polycentricity alone may not be enough for active mobility. This is shown by the example of Gdańsk (Fig. 24), which, despite its polycentric structure, which makes the vast majority of its inhabitants live relatively close to one or the other center, has a very low rate of both pedestrian traffic and active mobility in general (Fig. 3). Probably the key element here is the compactness of the build-up area and its continuity. Both of these features can be observed in Berlin, but not in Gdańsk, which has a fairly low density even in the vicinity of both centers, and the city itself has a rather "ragged", archipelago structure.

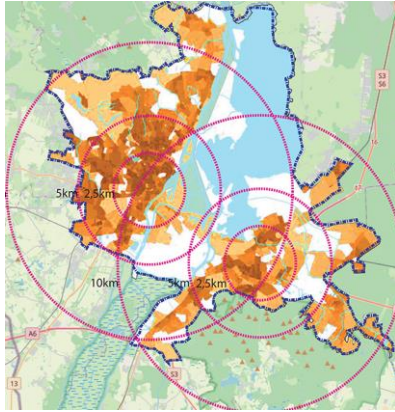


Fig. 23. Map of population density in Szczecin. Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – Goliszek (2017)

Ryc. 23. Mapa gęstości zaludnienia Szczecina. Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – Goliszek (2017)



Fig. 24. Map of population density in Gdańsk. Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – Gdańsk 2030 Plus - Strategia Rozwoju Miasta (2022)

Ryc. 24. Mapa gęstości zaludnienia Gdańska. Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – Gdańsk 2030 Plus - Strategia Rozwoju Miasta (2022)

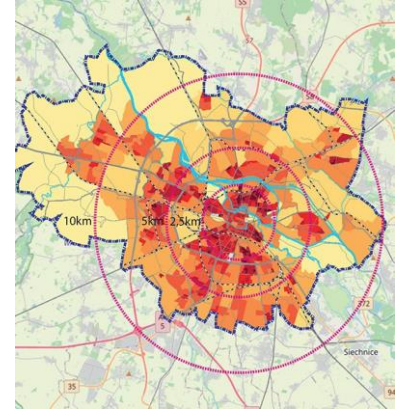


Fig. 25. Map of population density in Wrocław. Source: by author, background sourced from Open Street Map, source of density map – System Informacji Przestrzennej Wrocławia – Demografia (2023)

Ryc. 25. Mapa gęstości zaludnienia Wrocławia. Źródło: autor, podkład mapowy z Open Street Map, źródło mapy gęstości zaludnienia – System Informacji Przestrzennej Wrocławia – Demografia (2023)

It cannot be ruled out that the development of active mobility, especially bicycle traffic in Gdańsk, may be influenced by the terrain, as the south-western part of the city, with its rather large districts, is located in a hilly area. Similar obstacles can also be observed in Barcelona (Fig. 16), Prague (Fig. 14) and Budapest (Fig. 9). Meanwhile, the most "cycling" cities from this list - Amsterdam (Fig. 7) and Copenhagen (Fig. 6) lie on flat terrain. Another element that may affect the difference in the volume of cycling, and which was not analyzed in this study, is the development of cycling infrastructure. Undoubtedly, this infrastructure is the most developed in the "cycling" cities - Amsterdam and Copenhagen, and less developed in other analyzed cities, including those in Western Europe. In recent years, this type of infrastructure has been intensively developed in Paris, which is still a leader in sustainable mobility (about 90% of trips made by sustainable forms of transport). These actions seem to have an effect, as an increase in cycling has been recorded (T&E 2020). However, this rather high growth did not fundamentally change the structure of transport in the city (the share of cycling increased from 2% to 3% compared to the survey (DRIEA 2013, 2022) from a decade ago). The Ile-de-France region authorities also carried out a traffic study after the Covid-19 pandemic, but this only includes data for the entire region. During and after the pandemic, cycling in Ile-de-France has increased, although its share is still quite low (DRIEA 2022).

When it comes to sustainable mobility in general, it is very good news that in all the analyzed large cities its share is at least 60-70% (Fig. 3-4). Nevertheless, there is a significant difference between Western European cities and those located in post-socialist countries. In the former, active mobility - walking and cycling - accounts for a large part of sustainable travel. In Poland and other post-socialist countries, most sustainable travel is public transport. It is still better than mechanized individual transport, but it is clear that in the transport policy of Central European cities too little attention is paid to means of transport from the upper levels of the sustainable transport pyramid (Fig. 1). The results of the above study suggest that, at least in some cities, the low share of active mobility in the transport structure may be caused by the spatial structure of these cities, which means that solving their transport problems cannot be based only on investments in transport infrastructure, especially in roads and public transport infrastructure, but it is necessary to think about the development of pedestrian and bicycle transport already at the spatial planning stage.

4. CONCLUSION

The results of the study show that the structure of the city is important for the structure of mobility, but it is not the only factor that affects it. The use of walking and cycling distances was helpful in examining the compactness of the city, but it is not necessarily related to the level of walking and cycling. However, the distances proposed in the study work well when examining cities of various scales, especially the degree of population concentration. It turns out that in cities with more than 1 million inhabitants at least 40-50% of them should live in the zone up to 5 km from the center (Tab. 3), in order for the city to have a high share of active mobility (Fig. 3). In cities of up to 1 million inhabitants, a similar indicator should be achieved in an area with a shorter radius of around 3 km from the "central point". Regardless of the size of the city, one of the basic factors influencing the high share of active mobility in transport is its compactness.

There is also a correlation between the share of pedestrian and bicycle traffic with population density. The largest pedestrian traffic is recorded in cities and districts with the highest population density, exceeding 15,000-20,000 inhabitants/km² (Tab. 4). At the same time, with the increase in population density, the importance of cycling decreases. This mean of transport works best in average population densities of 5,000-10,000 inhabitants/km². However, if the average population density falls below these values, the importance of mechanized transport increases.

It is worth noting here that the high population density does not preclude the existence of single-family housing within the city limits. Such typology of buildings is present, for example in Copenhagen or Amsterdam, where it could be found even within an area of up to 5 km from the city center. It is important that it is a compact development, on relatively small plots and with a developed street network (few cul-de-sacs, many block-through streets).

Population density alone, however, does not determine a high share of active mobility in travel, the best example of which is Budapest. Accessibility of travel destinations or cohesion of pedestrian and bicycle infrastructure are also important. It can also be seen that cities with a low share of active mobility in transport are often characterized by "archipelago density" and "density discontinuity". They may contain high-density districts, but they have the character of islands separated by various barriers that are difficult to overcome, e.g. extensive railway, industrial or post-industrial areas and "green barriers" - large complexes of allotment gardens, extensive parks, river valleys, etc. On the other hand, the attractiveness of a city for active forms of mobility increases with its polycentricity, especially if it is a city with a very large area and population. However, polycentricity alone will not replace compactness, which seems to be a key element in the development of sustainable transport.

The share of active mobility in large cities in Poland is quite low compared to Europe (Fig. 3-4). It is similar in other post-socialist cities. Interestingly, some Polish cities, e.g. Szczecin and Kraków, as well as Prague in the Czechia (Fig. 4.), can boast a share of pedestrian traffic at a level comparable to the most "pedestrian" cities in Western Europe, e.g. Vienna. However, this does not compensate for the low share of cycling and the generally low share of active mobility in Polish cities, which exceeds 30% only in Szczecin. In other analyzed cities it is even worse, because even the share of pedestrian traffic is relatively low, and the ranking of cities, both in terms of the share of active mobility and the share of pedestrian traffic in the transport structure, is closed by the capitals of Poland and Hungary - Warsaw and Budapest. Compared to other European cities, the cities of Poland and post-socialist Central Europe are characterized by a fairly high share of public transport in the transport structure, thanks to which, when it comes to the share of various forms of sustainable mobility, they do not differ so much from the cities of Western Europe. However, in the pyramid of sustainable transport, active forms of mobility are at a higher level than public transport. Therefore, the cities of our region of Europe should now focus on promoting pedestrian and bicycle transport, and above all on spatial planning that favors the development of these forms of transport. Looking at the indicators of various cities, Szczecin, Wrocław and Budapest have the greatest chance of increasing the active mobility share and it could be done mostly by developing cycling. Will the difference between Western and Central Europe in terms of active mobility begin to diminish in the coming years? It is not known, although for some cities it may be a difficult challenge.

WPŁYW STRUKTURY MIAST NA ICH MODEL MOBILNOŚCI

1. WPROWADZENIE

Zrównoważony rozwój jest jedną z najistotniejszych kwestii we współczesnej urbanistyce, a kluczowym jego elementem jest zrównoważony transport. Rozumie się go jako taki, w którym do wykonania poszczególnej podróży potrzebne jest wykorzystanie jak najmniejszych zasobów zarówno energetycznych jak i przestrzennych (Banister 2009). Hierarchię środków transportu w tak rozumianym systemie obrazuje odwrócona piramida zrównoważonego transportu, na której szczycie (będącej jednocześnie podstawą) jest transport pieszy oraz na niższym szczeblu inna forma aktywnej mobilności – transport rowerowy (Ryc. 1). Zmechanizowane formy transportu takie jak transport publiczny czy transport samochodowy znajdują się na dopiero na niższych szczeblach niezależnie od źródła zasilania. Przy czym transport publiczny ma zawsze wyższy priorytet niż transport indywidualny. Za najbardziej zrównoważone uznawane są miasta, w których udział aktywnej mobilności jest najwyższy.

W poprzednich badaniach przeanalizowano jakie dystanse są pokonywane z wykorzystaniem różnych środków transportu (Wiśniewski 2021). W wyniku tych analiz zaproponowałem trzy typy dystansów pieszych i rowerowych (Ryc. 2):

- podstawowy, do około 800-900m, około 50% wszystkich podróży pieszych;
do około 2,5-3km, około 50% wszystkich podróży rowerowych;
- standardowy, do około 1,5km, około 70-80% wszystkich podróży pieszych;
do około 5km, około 70-80% wszystkich podróży rowerowych;
- maksymalny, do około 2,5m, około 90% wszystkich podróży pieszych;
do około 10km, około 90% wszystkich podróży rowerowych.

W artykule tym porównywałem także wyniki wspomnianych analiz z różnymi teoriami i koncepcjami urbanistycznymi. Jeśli chodzi o dystans pieszy najbliższe dzisiejszej rzeczywistości okazały się założenia Clarence'a Per-ry'ego dotyczące jednostki sąsiedzkiej i Ebeneza Howarda dotyczące miasta ogrodu. Natomiast wśród współczesnych teorii najbliższy analizom dotyczącym dystansów pieszych i rowerowych okazał się model zaprezentowany przez Hugh Bartona opisujący dostęp do różnych typów funkcji w obrębie osiedla (neighbourhood) i dzielnicy/miasta (distric/town).

Do dotychczasowych analiz wykorzystane zostały tylko dane z badań w wybranych miastach oraz opisy teorii. Kontynuując te badania postanowiłem skonfrontować uzyskane w poprzednich analizach wyniki z wymiarami miast. Tego zagadnienia dotyczył mój poprzedni artykuł (Wiśniewski 2023), w którym analizowałem zależność wielkości wybranych miast w Holandii oraz ich modelu mobilności z opisanymi wcześniej dystansami pieszymi i rowerowymi. W tym badaniu postanowiłem dokonać podobnego porównania dużych miast Europy – Amsterdamu, Barcelony, Berlina, Budapesztu, Kopenhagi, Paryża, Pragi i Wiednia – oraz Polski – Gdańska, Krakowa, Poznania, Szczecina, Wrocławia i Warszawy z zaproponowanymi przeze mnie dystansami pieszymi i rowerowymi. Tym razem jednak skupiłem się nie na samej wielkości obszaru zabudowanego, ale także na strukturze tej zabudowy rozumianej tu jako różna gęstość zaludnienia poszczególnych fragmentów miast. Celem badania było poszukiwanie odpowiedzi na ile tak rozumiana struktura przestrzenna miasta wpływa na model mobilności oraz czy da się wskazać konkretne formy struktur miejskich, które sprzyjają rozwojowi aktywnej mobilności i innych zrównoważonych form mobilności.

2. METODOLOGIA BADAŃ

W opisywanym badaniu przeanalizowałem kilka dużych miast europejskich o dużym udziale aktywnej mobilności w podróżach miejskich oraz duże polskie miasta liczące około 400 tys. i więcej mieszkańców. Celem tego badania była odpowiedź na pytanie – na ile duże (ludnościowo i obszaru) miasto może sprzyjać dużemu udziałowi aktywnej mobilności oraz czy ewentualny duży

udział tych form mobilności jest powiązany ze strukturą przestrzenną miasta. Na początku dane z badanych miast uszeregowano na dwa sposoby, od miast o największym udziale aktywnej mobilności do miast o najmniejszym udziale aktywnej mobilności oraz od miast o największym udziale ruchu pieszego do miast o najmniejszym udziale ruchu pieszego. W tym badaniu opisany został także udział transportu zbiorowego w podróżach w mieście, ale wspólny rezultat zrównoważonych form mobilności nie był brany pod uwagę i stanowi tylko warstwę informacyjną. Następnie cztery pierwsze i cztery ostatnie miasta z każdego uszeregowania poddano dalszej analizie. Do analizy dołączono także polskie miasto najlepsze lub najgorsze pod względem analizowanych danych, a także co najmniej jedno miasto z każdego kraju. Analiza polegała na sprawdzeniu zwartości miasta względem podobnych dystansów pieszych i rowerowych zaproponowanych w moich poprzednich badaniach, czyli:

- maksymalnego dystansu pieszego i podstawowego dystansu rowerowego (2,5km);
- standardowego dystansu rowerowego (5km);
- maksymalnego dystansu rowerowego (10km).

Na tyle na ile pozwalała na to dostępność danych sprawdzono również procent mieszkańców mieszkających w promieniu standardowego dystansu rowerowego i maksymalnego dystansu pieszego oraz gęstość zaludnienia w tych obszarach. Sprawdzono również minimalne oraz maksymalne wartości gęstości zaludnienia w dzielnicach lub osiedlach na wspomnianych obszarach.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Wyniki badania zależności struktury miast i struktury transportu

W badaniu uszeregowano wybrane miasta najpierw według ogólnego udziału aktywnej mobilności w liczbie podróży (Ryc. 3), a następnie według udziału ruchu pieszego w ogólnej liczbie podróży (Ryc. 4). W tym pierwszym przypadku cztery pierwsze miejsca przypadły Paryżowi, Kopenhadze, Berlinowi i Amsterdamowi, tuż za nim uplasował się Wiedeń, a za nim Barcelona. Wszystkie wymienione miasta mają udział aktywnej mobilności na poziomie ponad 50% lub do niego zbliżonym. Pierwszym polskim miastem w szeregu jest Szczecin z udziałem aktywnej mobilności na poziomie około 30%.

Na drugim krańcu spektrum znalazły się głównie polskie miasta z najgorszym wynikiem Warszawy (udział aktywnej mobilności na poziomie około 20%) i niewiele lepsze wyniki Wrocławia oraz Gdańska. Najgorszym miastem w zestawieniu, choć porównywalnym z Warszawą okazała się stolica Węgier – Budapeszt. Czeska Praga znalazła się tuż przed czterema miastami z najgorszymi wskaźnikami aktywnej mobilności, a niewiele lepszy od niej okazał się polski Poznań.

W przypadku uszeregowania według udziału ruchu pieszego w liczbie podróży (Ryc. 4) w mieście pierwsze miejsce również przypadło Paryżowi, a drugie tym razem Wiedniowi. Na trzecim miejscu znalazła się Barcelona, a tuż za nią Berlin. Wszystkie te miasta z wyjątkiem Paryża mają udział ruchu pieszego na poziomie około 30%. Taki sam udział mają także następne w zestawieniu Szczecin, Kraków oraz czeska Praga. Natomiast stolica Francji wyróżnia się wyjątkowym wynoszącym ponad 50% udziałem ruchu pieszego we wszystkich podróżach.

Na drugim biegunie znowu znalazła się Warszawa i Budapeszt, a tuż przed nimi Wrocław i Amsterdam. Udział ruchu pieszego w tych miastach wynosi około 20%. Podobny udział ruchu pieszego ma także w Kopenhadze, Gdańsku i Poznaniu.

3.2. Analiza miast z najwyższym i najniższym udziałem aktywnej mobilności w liczbie podróży w mieście

Miasta z początku i końca obu zestawień oraz Szczecin i Praga zostały poddane dalszej analizie struktury przestrzennej. Miasta które znalazły się na początku zestawienia miast o najwyższym udziale aktywnej mobilności należą do bardzo różnych grup, jeśli chodzi o wielkość populacji oraz powierzchnię (Tab. 2). Paryż i Berlin to miasta bardzo ludne liczące odpowiednio około 2mln i ponad 3,5mln mieszkańców. Kopenhaga i Amsterdam to miasta liczące 700-900tys. mieszkańców.

Wszystkie, za wyjątkiem Berlina mają także niezbyt dużą powierzchnię około 90-160km². Szczecin jest miastem mniej więcej o połowę mniejszym niż Amsterdam i Kopenhaga, jeśli chodzi o liczbę mieszkańców (około 400tys.), ale dość rozległym obszarowo. Pod tym względem Szczecin jest trzykrotnie większy od Kopenhagi i dwukrotnie większy od Amsterdamu.

Wszystkie miasta z tej grupy mają także bardzo zwartą zabudowę. W przypadku Paryża, Amsterdamu i Kopenhagi (Ryc. 5-7) większość dzielnic mieszkalnych znajduje się w promieniu 5km od centrum miasta (w Paryżu i Amsterdamie mniej więcej po obwodzie okręgu tworzonego przez ten promień przebiega autostradowa obwodnica miasta) i zamieszkuje je odpowiednio po-nad 90%, 70% i 85% mieszkańców miasta. Można zatem powiedzieć, że taka część mieszkańców wymienionych miast mieszka w obrębie standardowego dystansu rowerowego do centrum miasta. Warto wspomnieć, że niemal w centrum Kopenhagi znajduje się niezależne, liczące około 100tys. mieszkańców miasto Frederiksberg, które również znajduje się w obrębie standardowego dystansu rowerowego do centrum Kopenhagi i w tym zestawieniu jest analizowane razem z Kopenhagą. Wymienione miasta mają jeszcze jedną cechę wspólną. Ich centralne dzielnice mają bardzo wysoką gęstość zaludnienia. W Paryżu jest to od około 9tys. do 40tys. mieszkańców/km², przeciętnie około 25tys. mieszkańców/km². Choć co ciekawe w samym centrum (obszar w obrębie 2,5km od „punktu centralnego”) gęstość zaludnienia jest mniejsza i wynosi około 15tys. mieszkańców/km². Nie oznacza to jednak mniejszej gęstości zabudowy, a zapewne raczej mniejszy udział funkcji mieszkaniowej w tym obszarze. W Amsterdamie gęstość dzielnic centralnych wynosi od 8tys. do 15 tys. mieszkańców/km², przeciętnie około 9tys. mieszkańców/km². W samym centrum (obszar w obrębie 2,5km od „punktu centralnego”) gęstość rośnie do 12tys. mieszkańców/km². W Kopenhadze, razem z Frederiksbergiem, gęstość dzielnic centralnych wynosi od 6tys. do 20tys. mieszkańców/km², przeciętnie około 8tys. mieszkańców/km², a w samym centrum gęstość ta jest średnio nieznacznie większa i sięga 12tys. mieszkańców/km².

Berlin jest miastem znacznie większym ludnościowo i powierzchniowo od pozostałych omówionych miast (Tab. 2), ale strukturalnie ma z nimi dużo wspólnego. W centralnej części Berlina mieszka około 1,5mln mieszkańców (40% mieszkańców miasta). Obszar ten to dzielnice wewnątrz i bezpośrednio przylegające do Ringbahn, położone około 7km od Potsdamer Platz, który można uznać za „punkt centralny” Berlina. Ze względu na policentryczną strukturę miasta ciężko jednak określić co jest jego centrum. W zachodniej części miasta taką rolę pełni obszar wokół dworca Zoologischer Garten, a we wschodniej części jest to dzielnica Mitte i rejon Alexander Platz. W tej sytuacji „obszar centralny Berlina” mieści się w promieniu 5km od wskazanych „punktów centralnych” (Ryc. 8). Obszar ten ma powierzchnię około 130km² (15% powierzchni miasta) i średnią gęstość zaludnienia około 11tys. mieszkańców/km². Natomiast w dzielnicach w tej części miasta gęstość zaludnienia waha się od 9tys. do 17tys. mieszkańców/km². Średnia gęstość obszarów położonych najbliżej „punktów centralnych” (do 2,5km) wynosi 17tys. mieszkańców/km², a więc jest porównywalna z gęstością zaludnienia centrum Paryża. Ponadto, wspomniana już policentryczna struktura Berlina sprawia, że duża część zabudowy miasta jest położona w promieniu standardowego dystansu pieszego (1,5km) od centrów lokalnych.

Polskie miasto z najlepszym rezultatem w tym uszeregowaniu, czyli Szczecin również ma pewne cechy wspólne z opisanymi wcześniej miastami. W promieniu 5km od centrum (Ryc. 11) mieszka około 65% mieszkańców miasta, a nawet 80%, jeśli wziąć pod uwagę także obszary położone 5km od centrum prawobrzeżnej części miasta. Pod tym względem Szczecin jest trochę podobny do Berlina, gdyż ze względu na szeroką dolinę Odry jego prawo- i lewobrzeżna część funkcjonują jak dwa odrębne miasta, choć oczywiście to część lewobrzeżna jest zdecydowanie dominująca. Gęstość zaludnienia na tych obszarach wynosi 5tys. mieszkańców/km² dla lewobrzeża oraz 4tys. mieszkańców/km² dla obu części miasta, ale wyłączając praktycznie niezamieszkałe obszary Międzyodrza. W centralnej części lewobrzeżnego Szczecina (2,5km od „punktu centralnego”) gęstość zaludnienia wynosi około 10tys. mieszkańców/km² (znowu licząc bez Międzyodrza), a maksymalna gęstość zaludnienia osiedla w tym rejonie miasta przekracza 20tys. mieszkańców/km². Są to wartości podobne do gęstości zaludnienia w centralnych częściach omówionych wcześniej europejskich miastach. W centralnej części miasta, czyli w zasadzie w dzielnicy Śródmieście bez osiedla Drzetowo i bez Międzyodrza mieszka około 40% mieszkańców lewobrzeżnego Szczecina.

Najniższy udział aktywnej mobilności w podróżach w mieście w tym zestawieniu odnotowano w Budapeszcie (Ryc. 3). Jest to miasto o podobnej liczbie mieszkańców jak Warszawa i Wiedeń (Tab. 2) oraz nieznacznie niższej niż Paryż (około 2mln mieszkańców). W obrębie obszaru w promieniu 5km od centrum (Ryc. 9) mieszka około 43% jego mieszkańców, a średnia gęstość zaludnienia dla tego obszaru to 9tys. mieszkańców/km². Najgęściej zaludniona dzielnica tego obszaru ma gęstość zaludnienia na poziomie 30tys. mieszkańców/km², a najmniej zaludniona gęstość na poziomie 2tys. mieszkańców/km². Na obszarze w promieniu do 2,5km od centrum mieszka 17% mieszkańców miasta, a obszar ten charakteryzuje się gęstością zaludnienia na poziomie 15tys. mieszkańców/km². Warto jednak zwrócić uwagę na dużą różnicę gęstości zaludnienia między leżącym na płaskim, wschodnim brzegu Dunaju Pesztem, gdzie gęstość zaludnienia tych najbardziej centralnych dzielnic zazwyczaj przekracza 20tys. mieszkańców/km², a więc wartości charakterystyczne dla dzielnic Pa-ryża a położoną na wzgórzach Budą, gdzie jedynie nadbrzeżne dzielnice takie jak Obuda czy Viziváros mają dość dużą gęstość zaludnienia.

Tuż przed Budapesztem w zestawieniu znalazła się stolica Polski – Warszawa i jednocześnie najgorsze duże miasto w kraju, jeśli chodzi o aktywną mobilność (Ryc. 3). Różnica w stosunku do stolicy Węgier jest pod tym względem symboliczna i mieści się w skali błędów statystycznego. Warszawa jest podobna do Budapesztu pod względem powierzchni i liczby ludności. Różni się jednak strukturą. W Warszawie w promieniu 5km od centrum (Ryc. 10) mieszka około 26% populacji miasta, a średnia gęstość zaludnienia to około 6tys. mieszkańców/km². Najgęściej zaludnione osiedle (obszar MSI) w tym obszarze ma gęstość zaludnienia na poziomie 16tys. mieszkańców/km², a najmniej zaludnione gęstość na poziomie 3tys. mieszkańców/km². W obszarze w promieniu 2,5km od punktu centralnego mieszka 10% mieszkańców miasta. To najniższy wynik ze wszystkich badanych miast. Natomiast średnia gęstość zaludnienia na tym obszarze to około 9,5tys. mieszkańców/km².

Na następnych miejscach znalazły się Wrocław i Gdańsk. Oba miasta należą do ośrodków średniej wielkości o populacji rzędu 500-600tys. mieszkańców, a więc jeśli chodzi o miasta z początku zestawienia to najbliższe im do Amsterdamu i Kopenhagi (Tab. 2). Natomiast zarówno Wrocław i Gdańsk są powierzchniowo mniej więcej dwukrotnie od tych miast większe. Są także mniej zwarte od miast początku zestawienia. We Wrocławiu współczynnik koncentracji populacji w promieniu standardowego dystansu rowerowego (5km) od centrum wynosi około 60% (Ryc. 13). Niemniej gęstość zaludnienia obszarów mieszkaniowych w tym promieniu sięga jedynie około 4,5tys. mieszkańców/km². Najgęściej zaludniona dzielnica tego obszaru ma gęstość na poziomie 14tys. mieszkańców/km², a najmniej zaludniona ma gęstość na poziomie 1tys. mieszkańców/km². Gęstość rośnie w centralnej części miasta w promieniu maksymalnego dystansu pieszego (2,5km). W obszarze tym mieszka około 30% mieszkańców miasta, a gęstość zaludnienia wynosi około 10 tys. mieszkańców/km².

Przypadek Gdańska jest trochę inny, gdyż podobnie jak Berlin jest on miastem policentrycznym (Ryc. 8, Ryc. 12). Biorąc pod uwagę dwa główne centra – centrum staromiejskie i Wrzeszcz, w promieniu 5 km od obu tych centrów mieszka około 70% mieszkańców miasta. Jednak średnia gęstość zaludnienia obszarów zabudowy mieszkaniowej to podobnie jak we Wrocławiu około 4 tys. mieszkańców/km². Najgęściej zaludniona dzielnica tego obszaru ma gęstość na poziomie 10 tys. mieszkańców/km², a najmniej zaludniona ma gęstość na poziomie 0,5 tys. mieszkańców/km². Gęstość rośnie w centralnej części miasta w promieniu 2,5 km od „punktu centralnego”, czy raczej „punktów centralnych” Starego Miasta i Wrzeszcza. W obszarze tym mieszka około 30% mieszkańców miasta, a gęstość zaludnienia jest nieznacznie wyższa niż w obszarze w promieniu 5 km od centrum i wynosi zaledwie około 4,5 tys. mieszkańców/km².

Tuż przed Gdańskiem i Wrocławiem w zestawieniu (Ryc. 3) sytuuje się czeska Praga. Jest to miasto ludnościowo mniejsze od sąsiednich stolic – Budapesztu, Warszawy i Wiednia (Tab. 2), choć powierzchniowo do nich zbliżone. Będąc w Pradze można odnieść wrażenie, że jest to miasto dość zwarte. Jednak okazuje się, że w promieniu 5km od centrum (Ryc. 14) mieszka tylko około 36% mieszkańców Pragi, a średnia gęstość zaludnienia tego obszaru to około 6 tys. mieszkańców/km². Najgęściej zaludniona dzielnica tego obszaru ma gęstość na poziomie 16 tys. mieszkańców/km², a najmniej zaludniona ma gęstość na poziomie 1 tys. mieszkańców/km². Gęstość rośnie w central-

nej części miasta w promieniu 2,5 km od „punktu centralnego”. W obszarze tym mieszka około 17% mieszkańców miasta, a średnia gęstość zaludnienia jest niemal dwukrotnie wyższa niż w obszarze w promieniu 5 km od centrum i wynosi około 11 tys. mieszkańców/km².

3.3. Analiza miast z najwyższym i najniższym udziałem ruchu pieszego w liczbie podróży w mieście

W uszeregowaniu biorącym pod uwagę udział ruchu pieszego (Ryc. 4) najlepszy wynik uzyskuje Paryż. Następne miejsca zajmują Wiedeń i Barcelona, a Berlin tym razem pojawia się na czwartym miejscu. Najlepszym polskim miastem znowu okazuje się Szczecin, który tym razem jest tuż za najlepszą czwórką. Najniższy udział ruchu pieszego znów notowany jest w Budapeszcie, a dokładnie taki sam wynik osiąga Warszawa. Niewiele lepiej jest we Wrocławiu. Natomiast na koniec stawki spada Amsterdam, a Gdańsk i podobny do niego pod względem struktury mobilności Poznań przesuwa się na środek stawki. Tuż za czołówką, ale za Szczecinem plasuje się Kraków i czeska Praga.

Do tej pory nie zostały omówione tylko dwa miasta, które w tym zestawieniu pojawiają się w pierwszej czwórce (Ryc. 4), czyli Wiedeń i Barcelona. Jeśli chodzi o Wiedeń to jest to miasto pod względem powierzchni i liczby ludności podobne do dwóch miast z końca rankingu – Budapesztu i Warszawy (Tab. 2). Jednak różni się od nich strukturalnie, choć między Wiedniem i Budapesztem są pewne podobieństwa, szczególnie w ich centralnych, najstarszych częściach. Jednak pod tym względem struktury Wiedeń (Ryc. 15) jest podobny do pozostałych miast z czołówki (Ryc. 5, Ryc. 8, Rys. 16). Niemal połowa mieszkańców Wiednia (około 45%) mieszka w promieniu 5 km od centrum miasta (około 20% powierzchni miasta), czyli w zasięgu standardowego dystansu rowerowego. Dodatkowo połowa mieszkańców (czyli ponad 20% mieszkańców całego miasta) tego obszaru mieszka w zasięgu maksymalnego dystansu pieszego od centrum. Obszar w promieniu 5 km od centrum ma średnią gęstość zaludnienia na poziomie około 11 tys. mieszkańców/km², a w jego ramach gęstość zaludnienia waha się od około 5 tys. mieszkańców/km² (Stare Miasto) do niemal 30 tys. mieszkańców/km² (Margareten). W obszarze w promieniu maksymalnego dystansu pieszego (2,5 km, w przybliżeniu obszar nowożytnego Wiednia w obrębie Linienwall) średnia gęstość zaludnienia wzrasta do około 15 tys. mieszkańców/km².

Barcelona jest miastem w pewien sposób podobnym do Paryża (Tab. 2). Jej powierzchnia to również około 100 km², a liczba mieszkańców to 1,6 mln. Oznacza to bardzo wysoką średnią gęstość zaludnienia na poziomie przekraczającym 15 tys. mieszkańców/km², a więc takim jak najgęściej zaludnione dzielnice innych miast zestawienia. W obszarze do 5 km od centrum (Fig. 16) mieszka około 80% mieszkańców miasta, a średnia gęstość zaludnienia dla tego obszaru to 22 tys. mieszkańców/km². Co istotne w ramach tego standardowego dystansu rowerowego znajdują się także dzielnice sąsiedniego miasta L'Hospitalet de Llobregat, które liczy ponad 250 tys. mieszkańców i również ma wysoką gęstość zaludnienia sięgającą 20 tys. mieszkańców/km². Jednak najgęściej zaludnione dzielnice Barcelony w obrębie 5 km od centrum są jeszcze gęstsze. W niektórych gęstość zaludnienia sięga 40-50 tys. mieszkańców/km², a najgęściej zaludnionej dzielnicy nawet 60 tys. mieszkańców/km². Nawet najrzadziej zaludniona dzielnica tego obszaru ma bardzo wysoką gęstość na poziomie 10 tys. mieszkańców/km². W najbardziej centralnej części miasta, do 2,5 km od „punktu centralnego”, mieszka około 30% jego mieszkańców, a średnia gęstość dla tego obszaru wynosi około 30 tys. mieszkańców/km², a więc tyle ile najgęściej zaludnione dzielnice Wiednia czy Budapesztu.

Interesujące jest to, że jeśli spojrzymy na najbardziej centralne dzielnice, czyli te położone w promieniu maksymalnego dystansu pieszego (2,5 km) ostatnich w rankingu miast to ich gęstość zaludnienia również jest dość wysoka. W Warszawie jest to około 9,5 tys. mieszkańców/km², a we Wrocławiu 10 tys. mieszkańców/km². To jednak nadal przynajmniej o 30% mniej niż w Wiedniu, Berlinie czy Amsterdamie. Ciekawym przypadkiem jest Budapeszt, w którym te najbardziej centralne dzielnice mają bardzo wysoką gęstość zaludnienia sięgającą średnio 15 tys. mieszkańców/km², a więc na poziomie porównywalnym z czołówką rankingu miast o najwyższym udziale aktywnej mobilności. Jednak udział tej ostatniej w Budapeszcie jest niemal o połowę mniejszy niż w miastach z czołówki rankingu.

4. WNIOSKI I DYSKUSJA

Wyniki badania i analizy wskazują, że struktura miasta przestrzenna ma wpływ na strukturę mobilności w jego obrębie choć nie są to zależności proste i jednoznaczne. Bardzo wysoki udział ruchu pieszego obserwowany jest w miastach o różnej powierzchni i liczbie ludności (Ryc. 4). Kluczowa wydaje się jednak koncentracja ludności (Tab. 4). W miastach z górnej części rankingu udziału ruchu pieszego gęstość zaludnienia w strefie do 5km od centrum/centrów miasta wynosi ponad 10tys. mieszkańców/km² i mieszka w niej ponad 40% mieszkańców, a nawet ponad 80% w przypadku Paryża i Barcelony (Tab. 4), które administracyjne stanowią tylko część aglomeracji (Ryc. 5, Ryc 16). W przypadku tych dwóch ostatnich miast wyższa jest także średnia gęstość w strefie do 5 km od centrum przekraczająca 20 tys. mieszkańców/km². Gęstość zaludnienia w tej strefie jest mniejsza w Szczecinie, ale jest to najmniejsze miasto ze szczytu rankingu. Niemniej, jeśli spojrzymy na mniejszy obszar w promieniu 2,5 km od „punktu centralnego”, w którym w Szczecinie mieszka 30% mieszkańców miasta, a nawet prawie 40%, jeśli weźmiemy pod uwagę tylko większą lewobrzeżną część miasta to strefie tej średnia gęstość zaludnienia sięga 10 tys. mieszkańców/km², a w niektórych jej częściach nawet ponad 25 tys. mieszkańców/km².

Jeśli spojrzymy na miasta ze szczytu rankingu udziału aktywnej mobilności (Ryc. 3) to te, które nie mają bardzo wysokiego udziału ruchu pieszego, ale za to mają wysoki udział ruchu rowerowego mają trochę niższą gęstość zaludnienia w strefie do 5km od centrum wynoszącą około 8-9 tys. mieszkańców/km² (Tab. 3). W strefie do 2,5 km ta średnia gęstość zaludnienia wynosi 10-12 tys. mieszkańców/km² i również jest niższa niż w miastach z dominacją ruchu pieszego, ale nie jest to różnica znacząca. Może ona także wynikać, że zarówno Amsterdam jak i Kopenhaga są miastami portowymi, więc nawet w strefie centralnej jest więcej terenów o funkcjach innych niż mieszkalna, a także więcej powierzchni wodnych czy związanych z ciekami lub zbiornikami wodnymi. W miastach tych ciężko jednak jednoznacznie wyłączyć te obszary z analizy tak jak np. Miedzyodrze w Szczecinie, które jest zdecydowanie „niemiejskie” i ma wyraziste granice.

Bardzo ciekawym przykładem jest Berlin (Ryc. 17), który jako jedyne miasto ma bardzo wysoki udział zarówno ruchu pieszego jak i ruchu rowerowego. Berlin jest jednak miastem specyficznym. To największe ludnościowo i powierzchniowo miasto ze wszystkich ujętych w badaniu. Ponadto w jego granicach administracyjnych znajduje się bardzo duża część aglomeracji. Przez to dane dotyczące transportu w mieście odnoszą się do obszaru bardzo zróżnicowanego pod względem struktury zabudowy, obejmującego strefy intensywnej zabudowy śródmiejskiej, ale także osiedla o charakterze przedmieść. W przypadku Paryża, który administracyjnie obejmuje obszar zamieszkały przez zaledwie około 20% populacji całej aglomeracji, zabudowa przedmiejska zupełnie nie występuje. W Barcelonie mieszka około połowy ludności regionu metropolitalnego i także przeważa zabudowa wielorodzinna, a udział zabudowy jednorodzinnej jest niewielki i powiązany z topografią (wzgórza). W przypadku Kopenhagi natomiast ludność miasta to około połowy populacji aglomeracji, a samo miasto, wraz z Frederiksbergiem, obejmuje najgęściej zaludnioną i zabudowaną część aglomeracji. Z drugiej strony Berlin to miasto bardzo policentryczne, które swoją strukturę zawdzięcza nietypowemu historycznemu rozwojowi w obrębie wielu jednostek miejskich, z których składała się aglomeracja tego miasta w okresie jego burzliwego rozwoju na przełomie XIX i XX wieku zanim 100 lat temu połączono je administracyjnie w jeden organizm. Niewykluczone, że zbadanie udziału różnych form transportu w liczbie podróży w poszczególnych częściach miasta pozwoliłoby odpowiedzieć na pytanie jakie typy struktury przestrzennej bardziej promują ruch pieszy, a jakie bardziej ruch rowerowy. Dużym atutem Berlina jest niewątpliwie jego policentryczność, która sprawia, że mimo rozległości miasta dystanse zarówno do jego głównych centrów jak i centrów lokalnych są relatywnie niewielkie. Ze względu na policentryczną strukturę Berlin został trochę inaczej potraktowany w badaniu i za strefę centralną (do 5 km od „punktu centralnego”) i strefę centrum (do 2,5 km od „punktu centralnego”) uznano większy obszar liczony od dwóch skrajnych głównych „punktów centralnych” miasta, wschodniego i zachodniego.

W tej analizie Berlin (Ryc. 17) wypada bardzo podobnie do Wiednia (Ryc. 21), jednego z „najbardziej pieszych” miast w badaniu. Oba miasta (Tab. 4) mają około 40-45% populacji skupionej w centralnych dzielnicach (obszar w promieniu 5 km od centrum) oraz 17-20% populacji zamieszkującej strefę śródmiejską (obszar w promieniu 2,5 km od „punktu centralnego”). Podobne są także

parametry średniej gęstości w pierwszej z opisanych stref, która w obu miastach wynosi 11 tys. mieszkańców/km², a także w drugiej bardziej centralnej strefie, gdzie w obu miastach gęstość wynosi 15 tys. mieszkańców/km². Można zatem postawić hipotezę, że w centralnych dzielnicach Berlina ruch pieszy może być bardziej istotny, a znaczenie ruchu rowerowego rośnie wraz z oddalaniem się od centrum. Hipoteza ta niekoniecznie musi się sprawdzić, gdyż we wspomnianym Wiedniu, który jednak ma znacznie niższy udział ruchu rowerowego (Ryc. 3), wyższy udział ruchu pieszego (ponad 35%) i rowerowego (ponad 10%) odnotowuje się w tych samych dzielnicach i są to dzielnice centralne (Ryc. 18). W dzielnicach przedmiejskich rośnie natomiast znacząco wykorzystanie samochodu. Wykorzystanie transportu publicznego największe jest natomiast w strefie między 2,5km a 5km od „punktu centralnego” oraz w ścisłym centrum.

Ciekawe jest także przyjrzenie się regionom metropolitalnym Paryża i Barcelony, czyli miast w zasadzie „zlewających się” strukturalnie z najbliższymi przedmieściami. Okazuje się, że także w aglomeracjach udział aktywnej mobilności jest dość wysoki. W Ile-de-France wynosi on 43% (DRIEA 2022), a w regionie metropolitalnym Barcelony nawet 54% (AMB 2023). Regiony te mają jednak dość wysoką gęstość zaludnienia. W Ile-de-France obszar Paryża i Petite Couronne, w których mieszka prawie 60% ludności aglomeracji (DRIEA 2022) gęstość zaludnienia wynosi 9tys. mieszkańców/km², a w regionie metropolitalnym Barcelony około 5 tys. mieszkańców/km². Barcelona jest przy tym o tyle specyficzna, że udział aktywnej mobilności w samym mieście jest niższy niż w otaczającej aglomeracji co jest w zasadzie niespotykane w innych badanych miastach. Samo miasto ma też zaskakująco niski udział podróży pieszych biorąc pod uwagę podobieństwo struktury do Paryża. Być może wytłumaczeniem jest tu wyższy udział transportu publicznego w podróżach, a może negatywny wpływ na aktywną mobilność ma ciepły, a latem wręcz gorący klimat.

W miastach, w których udział ruchu pieszego jak i aktywnej mobilności w ogóle jest niski (Ryc. 3-4) gęstość zaludnienia w centralnej części, w promieniu standardowego dystansu rowerowego (5km) zazwyczaj jest niższa niż 5tys. mieszkańców/km² (Tab. 3-4). Z drugiej strony średnia gęstość zaludnienia w tej centralnej strefie dla Warszawy (około 6tys. mieszkańców/km²), najgorszego polskiego miasta w zestawieniu zarówno pod względem ruchu pieszego jak i aktywnej mobilności w ogóle (Ryc. 3-4), nie jest znacząco mniejsza niż w Kopenhadze (około 8tys. mieszkańców/km²). Prawdopodobnie zatem na udział aktywnej mobilności w strukturze transportu ma wpływ więcej zmiennych np. struktura typologii zabudowy albo rozwinięta infrastruktura rowerowa, która pozwala pokonywać aktywnie dystanse zbyt duże do pokonania pieszo. Jednak struktura typologii zabudowy oraz infrastruktura rowerowa nie były analizowane w tym badaniu. Warszawa, Wrocław i Kopenhaga, a także Amsterdam, mają podobny udział ruchu pieszego w podróżach w mieście (Ryc. 4). Oba wymienione miasta z końca zestawienia mają dość wysoką gęstość zaludnienia w strefie do 2,5 km od „punktu centralnego” (Tab. 4), a więc na maksymalnym dystansie pieszym, wynoszącą około 10 tys. mieszkańców/km², porównywalną z najbardziej pieszym polskim miastem – Szczecinem i podobną lub nieznacznie niższą niż Amsterdam i Kopenhaga (10-12 tys. mieszkańców/km²). Między Warszawą i Wrocławiem jest jednak wyraźna różnica, jeśli chodzi o koncentrację mieszkańców. We Wrocławiu w tej najbardziej centralnej części miasta mieszka około 30% mieszkańców, a w Warszawie tylko 10% co jest najgorszym wynikiem w badaniu i to także pośród miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 1mln (Tab. 3-4). W pozostałych dużych miastach ta wartość oscyluje między 14% a 17%. Patrząc na wyniki Warszawy, Wrocławia oraz Amsterdamu i Kopenhagi mogłoby się wydawać, że w tych dwóch ostatnich miastach wyższy udział aktywnej mobilności to zasługa ruchu rowerowego. Jeśli chodzi o prostą ocenę danych to prawda, ale należy pamiętać, że ruch rowerowy konkuruje o podróże nie tylko z ruchem samochodowym czy transportem publicznym, ale także z ruchem pieszym. Zwłaszcza na krótszych dystansach mieszczących się w ramach podstawowego dystansu rowerowego i maksymalnego dystansu pieszego (do 2,5 km). Z drugiej strony średnia gęstość obszaru centralnego Amsterdamu i Kopenhagi jest nieznacznie niższa niż średnia gęstość obszaru centralnego miast o dużym udziale ruchu pieszego w strukturze transportu. Może to sugerować, że w miastach o mniejszej koncentracji populacji i niższej gęstości zabudowy istotniejsze jest rozwijanie ruchu rowerowego. Wspomniana „konkurencja o krótkie podróże” może także wyjaśniać dlaczego Amsterdam i Kopenhaga jednocześnie znajdują się wśród liderów aktywnej mobilności (Ryc. 3), zarazem będąc bardzo przeciętne, jeśli

chodzi o udział ruchu pieszego w podróżach w mieście (Ryc. 4). Z drugiej strony fakt, że rower jest wykorzystywany w dłuższych podróżach może tłumaczyć niski udział tego środka transportu w „pieszych miastach” takich jak Paryż, Wiedeń czy Barcelona. Na przykład w Paryżu średnia podróż piesza wykonywana jest na dystansie około 500m i trwa około 10 minut. Średnia podróż rowerowa to dystans 2,5 km i prawie 20 minut. W Wiedniu podróże piesze są niemal dwukrotnie dłuższe zarówno pod względem odległości (800 m) jak i czasu (18 minut), ale podróże rowerowe są podobne pod względem dystansu i czasu. Być może zatem mieszkańcy „najbardziej pieszych” miast mają na tyle blisko różnych celów podróży, że nie mają potrzeby korzystania z roweru.

Dość ciekawymi przypadkami są dwa miasta z Europy Środkowej i dawnego Cesarstwa Austro-Węgierskiego, czyli Budapeszt (Ryc. 20) i Praga (Ryc. 22). Nie przypadkowo przypominam tak dawne czasy, gdyż w strukturze tych miast można dostrzec podobieństwa do również austro-węgierskiego Wiednia (Ryc. 21). Jednak Wiedeń znajduje się w czołówce miast o aktywnej mobilności (Ryc. 3), a zwłaszcza ruchu pieszego (Ryc. 4). Tymczasem Budapeszt zamyka oba zestawienia, a Praga jest środkowej części zestawienia, czasem bliżej końca (aktywna mobilność ogólnie), a czasem bliżej początku (tylko ruch pieszego). Oba miasta mają dość duży współczynnik koncentracji ludności. W strefie do 5km od centrum mieszka 43% mieszkańców Budapesztu i 36% mieszkańców Pragi (Tab. 3-4). To wynik podobny do Berlina czy Wiednia. W Budapeszcie średnia gęstość zaludnienia w tej strefie wynosi 9tys. mieszkańców/km², a więc jest podobna miast z czołówki rankingu. W Pradze gęstość zaludnienia w tej strefie jest niższa i wynosi 6tys. mieszkańców/km², a więc jest bliższa miastom z końca rankingu. Również w przypadku obszaru do 2,5 km od punktu centralnego to Budapeszt charakteryzuje się wyższą średnią gęstością zaludnienia wynoszącą 15tys. mieszkańców/km², a więc tyle samo co w Paryżu, Wiedniu i Berlinie. W Pradze średnia gęstość zaludnienia dla tego obszaru to 11tys. mieszkańców/km², a więc jest ona podobna jak Kopenhadze czy Amsterdamie. Tym bardziej zaskakujący może być fakt, że to Budapeszt ma najniższy udział aktywnej mobilności, także ruchu pieszego, a Praga mimo wszystko jest bliżej średniej. Jeśli przyjrzymy się innym danym z Budapesztu i Pragi to okaże się, że to w Budapeszcie znajdziemy gęściej zaludnione dzielnice (do 30tys. mieszkańców/km²) w strefie do 5 km od centrum niż w Pradze (do 16tys. mieszkańców/km²). Jednak w obu miastach w tym obszarze znajdziemy także obszary o bardzo niskiej gęstości zaludnienia rzędu 1-2tys. mieszkańców/km² (Tab. 3-4). Dzielnice o równie niskiej gęstości zaludnienia w obszarze do 5km od centrum znajdziemy również w Gdańsku, Wrocławiu i Warszawie, a zatem miastach z końca rankingu zarówno aktywnej mobilności jak i ruchu pieszego. Jednocześnie w miastach tych są dzielnice o gęstości przekraczającej 10tys. mieszkańców/km², a nawet 15 tys. mieszkańców/km². W Warszawie (Ryc. 19) i Wrocławiu (Ryc. 25) dzielnice takie można spotkać także poza obszarem 5km od centrum. Można zatem powiedzieć, że wspólną cechą miast z końca rankingu jest swego rodzaju „nieciąga gęstość” czy też „gęstość wyspowa”. Miasta są miejscowo gęste, ale strukturalnie nie są zwarte. Sugeruje to także średnia gęstość zaludnienia dla całego miasta. W Pradze, Gdańsku, Wrocławiu, Warszawie i Budapeszcie wynosi ona 2-3,5 tys. mieszkańców/km² (Tab. 2). Tymczasem w miastach z czołówki obu rankingów przekracza ona 4tys. mieszkańców/km², a w Paryżu i Barcelonie nawet 20 tys. mieszkańców/km². Specyficznym przykładem jest Szczecin, który również ma niską ogólną gęstość zaludnienia rzędu około 1 tys. mieszkańców/km². Warto jednak wziąć pod uwagę, że ponad 1/3 obszaru miasta to Jezioro Dąbie i rozlewiska Odry (Międzyodrze). Jeśli weźmiemy pod uwagę tylko lewobrzeżną część miasta, w której mieszka 80% jego mieszkańców to gęstość zaludnienia rośnie do prawie 3 tys. mieszkańców/km². Nadal nie jest to dużo, ale najwyraźniej na wysoki wynik Szczecina wpływa zawartość jego obszaru zurbanizowanego (Ryc. 23). Szczecin zdecydowanie nie jest miastem „gęstości wyspowej” i w strukturze zabudowy bardziej przypomina Wiedeń (Ryc. 21) niż Warszawę (Ryc. 19) czy Wrocław (Ryc. 25). Mimo wszystko Szczecin charakteryzuje się dość niskim udziałem transportu publicznego w podróżach i wysokim udziałem indywidualnego transportu samochodowego (Ryc. 3-4). Podobnie jest w Gdańsku i Wrocławiu. Wprawdzie we wszystkich tych trzech miastach transport publiczny ma większe znaczenie niż np. w Amsterdamie czy Kopenhadze to niski udział innej formy aktywnej mobilności – ruchu rowerowego, wpływa na ogólnie niższy udział zrównoważonych form mobilności, które w tych miastach odpowiadają za mniej niż 60% podróży. Automatycznie przekłada się to na wysoki udział indywidualnego transportu samochodowego, a rozległość wymienionych miast w stosunku do ich liczby ludności zapewne odgrywa rolę w takim w kształtowaniu takiej struktury transportu.

Omawiając Berlin wspominałem o korzyściach wynikających z jego policentrycznej struktury funkcjonalnej (Ryc. 17). Jednak sama policentryczność może być dla aktywnej mobilności niewystarczająca. Pokazuje to przykład Gdańska (Ryc. 24), który mimo policentrycznej struktury, która sprawia, że zdecydowana większość mieszkańców ma stosunkowo blisko do jednego lub drugiego centrum, notuje bardzo niski wskaźnik zarówno ruchu pieszego jak i aktywnej mobilności w ogóle. Prawdopodobnie kluczowym elementem jest tu zwartość zabudowy oraz jej ciągłość. Obie te cechy możemy zaobserwować w Berlinie, ale już nie w Gdańsku, który ma dość niską gęstość zabudowy nawet w pobliżu obu centrów, a samo miasto ma dość „poszarpaną”, wyspową strukturę.

Niewykluczone, że na rozwój aktywnej mobilności, zwłaszcza ruchu rowerowego w Gdańsku wpływ może kształtowanie terenu, gdyż południowo-zachodnia część miasta, z dość dużymi dzielnicami, leży na terenie pagórkowatym. Podobne przeszkody możemy zaobserwować także w Barcelonie (Ryc. 16), Pradze (Ryc. 14) czy Budapeszcie (Ryc. 9). Tymczasem najbardziej „rowerowe” miasta z tego zestawienia – Amsterdam (Ryc. 7) i Kopenhaga (Ryc. 6) leżą na terenie płaskim. Innym elementem, który może mieć wpływ na różnicę w wielkości ruchu rowerowego, a który nie był analizowany w tym badaniu jest rozwój infrastruktury rowerowej. Niewątpliwie infrastruktura ta jest najbardziej rozbudowana w „rowerowych” miastach – Amsterdamie i Kopenhadze, a trochę słabiej w innych analizowanych miastach, także tych zachodnioeuropejskich. W ostatnich latach tego typu infrastrukturę intensywnie rozwija Paryż, który i tak jest liderem zrównoważonej mobilności (około 90% podróży wykonywanych zrównoważonymi formami transportu). Działania te zdają się przynosić skutki, gdyż odnotowano wzrost ruchu rowerowego (T&E 2020). Ten dość wysoki wzrost nie zmienił jednak zasadniczo struktury transportu w mieście (udział ruchu rowerowego wzrósł z 2% do 3% względem badania (DRIEA 2013, 2022) sprzed dekady). Władze regionu Ile-de-France przeprowadziły także badanie ruchu po pandemii Covid-19, ale zawierają one tylko dane dla całego regionu. W czasie i po pandemii ruch rowerowy w Ile-de-France wzrósł, choć nadal jego udział jest dość niski (DRIEA 2022).

Jeśli chodzi o zrównoważoną mobilność w ogóle to bardzo dobrą wiadomością jest fakt, że w zasadzie we wszystkich analizowanych dużych miastach jej udział wynosi przynajmniej 60-70% (Ryc. 3-4). Niemniej widać znaczącą różnicę między miastami zachodnioeuropejskimi i tymi leżącymi w krajach post-socjalistycznych. W tych pierwszych za dużą część zrównoważonych podróży odpowiada aktywna mobilność – ruch pieszy i rowerowy. W Polsce i innych krajach postsocjalistycznych większość zrównoważonych podróży to transport publiczny. To i tak lepiej niż gdyby był to zmechanizowany transport indywidualny, ale i tak wyraźnie widać, że w polityce transportowej miast Środkowej Europy zbyt małą wagę przykłada się do środków transportu z najwyższych szczebli piramidy zrównoważonego transportu (Ryc. 1). Wyniki powyższego badania sugerują, że przynajmniej w niektórych miastach za niskim udziałem aktywnej mobilności w strukturze transportu może stać struktura przestrzenna tych miast, a to oznacza, że rozwiązywania ich problemów transportowych nie można opierać tylko na inwestycjach w infrastrukturę transportową, zwłaszcza w infrastrukturę drogową i transportu publicznego, ale konieczne jest myślenie o rozwoju ruchu pieszego i rowerowego już na etapie planowania przestrzennego.

4. PODSUMOWANIE

Rezultaty przeprowadzonego badania pokazują, że struktura miasta ma istotne znaczenie dla struktury mobilności, ale nie jest jedynym czynnikiem, który na nią wpływa. Zastosowanie dystansów pieszych i rowerowych było pomocne do badania zwartości miasta, ale nie koniecznie jest związane poziomem ruchu pieszego i rowerowego. Jednak zaproponowane w badaniu dystanse dobrze sprawdzają się przy badaniu miast o różnej skali, przede wszystkim stopnia koncentracji populacji. Okazuje się, że w miastach powyżej 1 mln mieszkańców w strefie do 5 km od centrum powinno mieszkać 40-50% mieszkańców (Tab. 3), żeby miasto miało wysoki udział aktywnej mobilności (Ryc. 3). W miastach do 1 mln mieszkańców podobny wskaźnik powinien być osiągnięty na obszarze o krótszym promieniu rzędu 3 km od „punktu centralnego”. Niezależnie od rozmiarów miasta jednym z podstawowych czynników wpływających na wysoki udział aktywnej mobilności w transporcie jest zwartość obszaru zabudowanego tego miasta.

Można także dostrzec korelację udziału ruchu pieszego oraz ruchu rowerowego z gęstością zaludnienia. Największy ruch pieszy notuje się w miastach oraz dzielnicach o największej gęstości zaludnienia, przekraczającej 15-20 tys. mieszkańców/km² (Tab.4). Jednocześnie wraz wzrostem gęstości zaludnienia maleje znaczenie ruchu rowerowego. Ten środek transportu najlepiej sprawdza się w średnich gęstościach zaludnienia rzędu 5-10 tys. mieszkańców/km². Jednak jeśli średnia gęstość zaludnienia spada poniżej tych wartości to rośnie znaczenie transportu zmechanizowanego.

Warto tu zaznaczyć, że wysoka gęstość zaludnienia nie wyklucza występowania zabudowy jednorodzinnej w granicach miasta. Z taką typologią za-budowy mamy do czynienia np. w Kopenhadze czy Amsterdamie, gdzie występuje ona nawet w obrębie obszaru do 5km od centrum miasta. Ważne jest by była to zabudowa zwarta, na stosunkowo niewielkich działkach oraz z rozwiniętą siecią uliczną (mało sięgaczy, dużo przecznic).

Sama gęstość zaludnienia nie warunkuje jednak wysokiego udziału aktywnej mobilności w podróżach czego najlepszym przykładem jest Budapeszt. Ważna jest także dostępność celów podróży czy spójność infrastruktury pieszej i rowerowej. Można także zauważyć, że miasta o niskim udziale aktywnej mobilności w transporcie często charakteryzują się „gęstością wyspą” oraz „nieciągłością gęstości”. Mogą się w nich znajdować dzielnice o wysokiej gęstości, ale mają one charakter wysp rozdzielonych różnymi trudnymi do pokonania barierami np. rozległymi terenami kolejowymi czy przemysłowymi lub poprzemysłowymi oraz „zielonymi barierami” – dużymi zespołami ogrodów działkowych, rozległymi parkami, dolinami rzecznyymi itp.

Z drugiej strony atrakcyjność miasta dla aktywnych form mobilności podnosi jego policentryczność, zwłaszcza jeśli jest to miasto bardzo duże powierzchniowo i ludnościowo. Sama policentryczność nie zastąpi jednak zwartości, która wydaje się być kluczowym elementem rozwoju zrównoważonego transportu..

Udział aktywnej mobilności w dużych miastach w Polsce jest dość niski na tle Europy (Ryc. 3-4). Podobnie jest w innych miastach postsocjalistycznych. Znamienne jest jednak, że niektóre polskie miasta np. Szczecin i Kraków, a także czeska Praga (Ryc. 4) mogą się poszczycić udziałem ruchu pieszego na poziomie porównywalnym z najbardziej „pieszymi” miastami Europy Zachodniej np. Wiedniem. Nie rekompensuje to jednak niskiego udziału ruchu rowerowego i ogólnie niskiego udziału aktywnej mobilności w polskich miastach, który tylko w Szczecinie przekracza 30%. W pozostałych analizowanych miastach jest jeszcze gorzej, gdyż nawet udział ruchu pieszego jest stosunkowo niski, a ranking miast zarówno pod względem udziału aktywnej mobilności jak i udziału ruchu pieszego w strukturze transportu zamykają stolice Polski i Węgier – Warszawa i Budapeszt. Na tle Europy miasta Polski i postsocjalistycznej Europy Środkowej cechują się jednak dość wysokim udziałem transportu publicznego w strukturze transportu, dzięki czemu, jeśli chodzi o udział różnych form zrównoważonej mobilności nie odstają one tak bardzo od miast zachodu Europy. Jednak w piramidzie zrównoważonego transportu to aktywne formy mobilności znajdują się na wyższych szczeblach niż transport publiczny. Dlatego obecnie miasta naszego regionu Europy powinny skupić się na promowaniu transportu pieszego i rowerowego, a przede wszystkim na takim planowaniu przestrzennym, które sprzyja rozwojowi tych form transportu. Przyglądając się wskaźnikom różnych tych miast największe szanse na podniesienie współczynnika aktywnej mobilności mają Szczecin, Wrocław oraz Budapeszt i mowa tu głównie o ruchu rowerowym. Czy w najbliższych latach zacznie się zacierać różnica między Europą Zachodnią i Środkową w kwestii aktywnej mobilności? Tego nie wiadomo, choć dla niektórych miast może być to trudne wyzwanie.

BIBLIOGRAPHY

- Ajuntament de Barcelona (2022), Pla de Mobilitat Urbana 2024, https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/128157/1/Pla%20de%20Mobilitat%20Urbana_bcn_2024.pdf (Accessed: 21. 08. 2023)
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2023), Einwohnerregisterstatistik, https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/1ed2bda91b255dd1/9efa16b6afd4/SB_A01-05-00_2023h01_BE.pdf (Accessed: 26. 08. 2023)
- Àrea Metropolitana de Barcelona [AMB] (2023) Dades de mobilitat 2022 <https://www.amb.cat/en/web/mobilitat/actualitat/publicacions/detall/-/publicacio/dades-de-mobilitat-2022/15662674/11704> (Accessed: 21. 08. 2023)
- Banister, D. (2009) "Sustainable transport and public policy", Transportation Engineering and Planning – Vol. II, Oxford, United Kingdom, EOLSS Publications
- BIT i PBS (2019) „Badania ankietowe i aktualizacja modelu ruchu-synteza opracowania - Synteza” <https://www.poznan.pl/mim/s8a/-,doc,1017,59144/-,107729.html> (Accessed: 21. 08. 2023)
- Biuro Geodezji i Katastru m.st. Warszawy (2023) Serwis mapowy – Demografia <https://mapa.um.warszawa.pl/mapaApp1/mapa?service=mapa> (Accessed: 27. 08. 2023)
- Biuro Polityki Mobilności i Transportu m.st. Warszawy [BPMiT] (2016) „Warszawskie Badanie Ruchu 2015 – Synteza”, Warszawa, <https://transport.um.warszawa.pl/sites/default/files/WBR%202015%20SYNTEZA%20POL.pdf> (Accessed: 21. 08. 2023)
- Biuro Rozwoju Gdańska (2016) Gdańskie Badania Ruchu 2016, <https://www.brg.gda.pl/planowanie-przestrzenne/inne-opracowania-urbanistyczne/282-gdanskie-badania-ruchu-2016> (Accessed: 21. 08. 2023)
- Kovács, Z., Dövényi, Z., (2021) BUDAPEST AND ITS REGION, Budapest, Hungary, Geographical Institute, CSFK, https://www.nemzetiatlasz.hu/MNA/National-Atlas-of-Hungary_Vol3_Ch10.pdf (Accessed: 21. 08. 2023)
- Budapesti Közlekedési Központ [BKK] (2015), Budapest Mobility Plan 2014 - 2030, http://www.sump-challenges.eu/sites/www.sump-challenges.eu/files/bmt2016_eng_v3.pdf (Accessed: 26. 08. 2023)
- City of Copenhagen - Technical and Environmental Administration (2019), Copenhagen - City of Cyclists - The Bicycle Account 2018, https://international.kk.dk/sites/international.kk.dk/files/velo-city_handout.pdf, (Accessed: 21. 08. 2023)
- Český statistický úřad (2011) Hustota zalidnění v základních sídelních jednotkách Prahy podle SLDB 2011 https://www.czso.cz/csu/czso/104135-13-n-k3018_2013-20 (Accessed: 25. 08. 2023)
- Český statistický úřad (2019) Statistická Ročenka hl. M. Prahy <https://www.czso.cz/csu/czso/statistical-yearbook-of-prague-2019> (Accessed: 25. 08. 2023)
- Danmarks Statistik (2023) Population figures, <https://www.dst.dk/en/Statistik/emner/borgere/befolkning/befolkningstal> (Accessed: 25. 08. 2023)
- Danmarks Statistik (2023) Land use accounts, <https://www.dst.dk/en/Statistik/emner/miljoe-og-energi/areal/arealopgoerelser> (Accessed: 25. 08. 2023)
- Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France [DRIEA] (2013) Enquête globale transport, <http://www.driea.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/egt-2010-mobilite-selon-les-modes-profils-de-a4155.html> (Accessed: 21. 06. 2023)
- Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l'aménagement d'Île-de-France [DRIEA] - Île-de-France Mobilités - OMNIL (2022) Enquête globale transport H2020 <https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/enquete-globale-transport-egt-h2020-les-premiers-a11945.html> (Accessed: 21. 06. 2023)
- Frederiksberg Kommune (2023) The Municipality of Frederiksberg, <https://www.frederiksberg.dk/en/english#the-city-of-frederiksberg-63> (Accessed: 25. 08. 2023)
- Encyclopedia Britannica (2022) Berlin <https://www.britannica.com/place/Berlin> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Encyclopedia Britannica (2022) Paris, <https://www.britannica.com/place/Paris> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Gemeente Amsterdam (2019) "Amsterdamse Thermometer van de Bereikbaarheid 2019", <https://www.amsterdam.nl/bestuur-organisatie/volg-beleid/verkeer-vervoer/bereikbaarheid/> (Accessed: 25. 06. 2023)

- Gemeente Amsterdam (2019) "Stadsdelen in cijfers 2019"
<https://onderzoek.amsterdam.nl/publicatie/stadsdelen-in-cijfers-2019> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Goliszek, S. (2017). "Space-Time Variation of Accessibility to Jobs with used by Public Transport - case study in Szczecin" *Europa XXI*, 33, pp. 49-66, DOI: 10.7163/Eu21.2017.33.4.
- Institut national de la statistique et des études économiques [INSEE] (2022), Populations légales 2019 - Commune de Paris, <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6005800?geo=COM-75056> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Kovács, Z., Dövényi, Z., (2021) "BUDAPEST AND ITS REGION" National Atlas of Hungary, Budapest, Hungary, Geographical Institute, CSFK https://www.nemzetiatlasz.hu/MNA/National-Atlas-of-Hungary_Vol3_Ch10.pdf (Accessed: 25. 08. 2023)
- Központi Statisztikai Hivatal (2012) MAGYARORSZÁG HELYSÉGNÉVTÁRA - 2012,
<https://www.ksh.hu/apps/lcp.hnt2.telep?nn=13578> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Land Berlin (2021) Umweltatlas Berlin - Einwohnerdichte 2021
<https://www.berlin.de/umweltatlas/nutzung/einwohnerdichte/2021/zusammenfassung/> (Accessed: 25. 07. 2023)
- Mobilitätsagentur Wien (2023) Modal Split 2022 <https://www.fahrradwien.at/2023/03/24/klimafreundlich-unterwegs/> (Accessed: 25. 08. 2023)
- Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz – Berlin (2019) Mobilität in Städten – System repräsentativer Verkehrsbefragungen (SrV) 2018, <https://www.berlin.de/sen/uvk/verkehr/verkehrsdaten/zahlen-und-fakten/mobilitaet-in-staedten-srv-2018/>, (Accessed: 25. 06. 2023)
- Stadtentwicklung und Stadtplanung – Wien (2015) Zu Fuß gehen in Wien,
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008453a.pdf> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Stadt Wien (2020) EinwohnerInnen Dichte 2020 <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/stadt-forschung/karten/bevoelkerung.html> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Stadt Wien (2022) Population and surface of Vienna's municipal districts 2019
<https://www.wien.gv.at/english/administration/statistics/population-district.html> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Szarata A. (2015) „Wyniki badań podróży w Krakowie – KBR 2013” Transport miejski i regionalny, 05, s. 4-8
- Technická Správa Komunikací Hlavního Města Prahy (2019) Prague Transportation Yearbook 2018
<https://www.tsk-praha.cz/static/udi-rocenka-2018-en.pdf> (Accessed: 25. 08. 2023)
- TRAKO PROJEKTY TRANSPORTOWE (2022) Strategia Rozwoju Elektromobilności Miasta Szczecina 2035,
https://konsultuj.szczecin.pl/konsultacje/files/93077799A7AF4A9AB44BA175F3ED4755/Strategia_Rozwoju_Elektromobilno%C5%9Bci_Miasta_Szczecina_2035.pdf (Accessed: 25. 06. 2023)
- Transport & Environment [T&E] (2020) "Increase in Paris cycle lanes leads to dramatic rise in bike commuting"
<https://www.transportenvironment.org/discover/increase-paris-cycle-lanes-leads-dramatic-rise-bike-commuting/> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Miasta Stołecznego Warszawy (2019) Szacunek liczby oraz kierunków mobilności ludności w Warszawie na podstawie danych mobilnych
https://um.warszawa.pl/documents/39703/7003459/szacunek_ludnosci_i_kierunki_mobilnosci_-_raport_z_badania.pdf/ (Accessed: 25. 08. 2023)
- Urząd Miasta Szczecina (2016) Zestawienie informacyjne o liczbie osób zameldowanych w Szczecinie
http://web.archive.org/web/20160114160457/http://bip.um.szczecin.pl:80/UMSzczecinBIP/chapter_50049.asp (Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Miasta Wrocławia (2023) System Informacji Przestrzennej Wrocławia – Demografia
<https://geoportal.wroclaw.pl/mapy/demografia/> (Accessed: 25. 08. 2023)
- Urząd Miasta Wrocławia - Wydział Spraw Obywatelskich (2017) Liczba osób zameldowanych na pobyt stały lub czasowy <https://bip.um.wroc.pl/informacja-publiczna/28920/dot-liczby-mieszkanow-wroclawia-z-podzialem-na-osiedla-lub-dzielnice-wniosek-898-2017> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Miejski w Gdańsku (2021) Podział administracyjny Gdańska, <https://bip.gdansk.pl/urzed-miejski/Podzial-administracyjny-Gdanska,a,647> (Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Miejski w Gdańsku (2022) Gdańsk 2030 Plus - Strategia Rozwoju Miasta
<https://www.gdansk.pl/akcja/pdf/202210197642/gdansk-2030-plus-strategia-rozwoju-miasta-2022-wersja-dostepna-cyfrowo> (Accessed: 25. 08. 2023)

- Urząd Statystyczny w Gdańsku (2020) Statystyczne Vademecum Samorządowca
https://gdansk.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_pomorskie/portrety_miast/gda%C5%84sk.pdf
(Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Statystyczny w Krakowie (2020) Statystyczne Vademecum Samorządowca
https://krakow.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_malopolskie/portrety_miast/miasto_krakow.pdf
(Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Statystyczny w Poznaniu (2020) Statystyczne Vademecum Samorządowca
https://poznan.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_wielkopolskie/portrety_miast/miasto_poznan.pdf
(Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Statystyczny w Szczecinie (2020) Statystyczne Vademecum Samorządowca,
https://szczecin.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_zachodniopomorskie/portrety_miast/miasto_szczecin.pdf (Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Statystyczny we Wrocławiu (2020) Statystyczne Vademecum Samorządowca,
https://stat.gov.pl/vademecum/vademecum_dolnoslaskie/portrety_miast/miasto_Wroclaw.pdf (Accessed: 25. 06. 2023)
- Urząd Statystyczny w Warszawie, 2020, Statystyczne Vademecum Samorządowca,
https://warszawa.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_mazowieckie/portrety_miast/miasto_warszawa.pdf
(Dostęp 28. 06. 2022)
- Wiśniewski L. S. (2021) "Urban distances - Dimensions of urban units and distribution of functions in the city in context of walking, cycling and public transport distances" *Space & Form*, 46, pp. 211-237, DOI: 10.21005/pif.2021.46.C-08
- Wiśniewski L. S. (2023) „Wpływ wielkości struktury miast na ich model mobilności” *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Architektura, Urbanistyka, Architektura Wnętrz*, 12, pp. 193 – 206, DOI: 10.21008/j.2658-2619.2023.12.15

AUTHOR'S NOTE

A graduate of the Faculty of Architecture of the Warsaw University of Technology and the Institute of Public Space Research at the Academy of Fine Arts in Warsaw. In his research activity he deals with combining spatial planning with various types of transport. Author of a master's thesis awarded by the Minister of Infrastructure, which subject was the design of a new urban district around there modeled railway junction. In years 2020-2023 a member of the working team for the reform of the spatial planning system at the Ministry of Development and Technology. Member of the Expert Team of Urban Planning and Architecture Committee in Warsaw. He also cooperates with some non-governmental organizations, such as the "Miasto Jest Nasze" Association, the SISKOM Association, the Jagiellonian Club and ClientEarth.

O AUTORZE

Absolwent Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej oraz Instytutu Badania Przestrzeni Publicznej Akademii Sztuk Pięknych w Warszawie. Zajmuje się łączeniem planowania przestrzennego z różnymi rodzajami transportu. Autor pracy magisterskiej nagrodzonej przez Ministra Infrastruktury, które tematem była budowa nowej dzielnicy wokół przekształconego węzła kolejowego. W latach 2020-2023 roku członek Zespołu roboczego ds. reformy systemu planowania przestrzennego przy Ministerstwie Rozwoju i Technologii. Członek Zespołu Ekspertów Miejskiej Komisji Urbanistyczno-Architektonicznej w Warszawie. Współpracuje także z innymi organizacjami pozarządowymi np. Stowarzyszeniem "Miasto Jest Nasze", Stowarzyszeniem SISKOM, Klubem Jagiellońskim i Client Earth.

Contact | Kontakt: leszek.wisniewski@pw.edu.pl