

Natalia Bilka, Maciej Borkowski[✉], Arkadiusz Gromada

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Funkcjonowanie systemu metra w Polsce na tle krajów Unii Europejskiej

Functioning of the subway systems in Poland compared to European Union countries

Synopsis. Celem opracowania była identyfikacja oraz ocena pozycji polskiego systemu metra na tle systemów europejskich. Badanie miało charakter ilościowo-opisowy, bazowało na analizie danych wtórnych (za rok 2023) i zostało przeprowadzone w październiku i listopadzie 2025 roku. W ramach gromadzenia danych wykorzystano metodę porównawczą i wskaźnikową opartą na danych z baz Eurostatu i raportów International Association of Public Transport (UITP), obejmującą 37 systemów metra funkcjonujących w państwach członkowskich Unii Europejskiej.

W części teoretycznej przedstawiono historię rozwoju metra w UE oraz aktualny stan sieci w Polsce i UE. Podkreślono strategiczną rolę metra jako wydajnego i ekologicznego środka transportu w kontekście realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu i redukcji emisji gazów cieplarnianych. Przegląd literatury wskazuje na rosnące zainteresowanie automatyzacją, integracją oraz zrównoważonym rozwojem transportu podziemnego.

W ramach badań empirycznych opisano pozycję polskiego systemu metra na tle UE. Wskazano, że warszawskie metro pomimo relatywnie późnego startu (1995 r.) zajmuje 24. miejsce w syntetycznym rankingu systemów metra w UE. Pod względem długości sieci (41,5 km) uplasowało się na 25. miejscu. Jednocześnie stolica Polski osiągnęła 13. pozycję w zakresie całkowitej rocznej liczby pasażerów (prawie 200 mln osób). Kluczowym ustaleniem jest wskaźnik obciążenia wynoszący 4,82 mln pasażerów na kilometr sieci, który jest wynikiem wyższym niż średnia unijna.

Artykuł zakończono podsumowaniem uwzględniającym wnioski oraz rekomendacje dotyczące dalszego kierunku badań. Wysoki poziom ruchu pasażerskiego przy ograniczonej infrastrukturze potwierdza pilną potrzebę dalszej rozbudowy sieci (wg planu maks. 113 km do 2050 r.) w celu zaspokojenia wysokiego zapotrzebowania transportowego.

Natalia Bilka – studentka kierunku logistyka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; e-mail: nbilka31@gmail.com

[✉] **Maciej Borkowski** – Instytut Ekonomii i Finansów, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; e-mail: maciej_borkowski@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3394-5329>

Arkadiusz Gromada – Instytut Ekonomii i Finansów, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; e-mail: arkadiusz_gromada@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-6185-8885>

Słowa kluczowe: metro, Warszawa, zrównoważony transport, systemy metra, Unia Europejska, transport szynowy

Abstract: The aim of this study was to identify and assess the position of the Polish subway system in comparison with European subway networks. The research was of a quantitative-descriptive nature, it was based on secondary data analysis (for the year 2023), and conducted in October and November 2025. The data collection employed comparative and indicator-based methods, drawing on Eurostat databases and reports of the International Association of Public Transport (UITP), covering 37 subway systems operating in the member states of the European Union. The theoretical section outlines the history of subway development in the EU as well as the current state of the network in Poland and the EU. It highlights the strategic role of subway systems as efficient and environmentally friendly modes of transport in the context of achieving the goals of the European Green Deal and reducing greenhouse gas emissions. The literature review indicates growing interest in automation, integration, and the sustainable development of underground transport. The empirical section describes the position of the Polish subway system relative to the EU. It shows that the Warsaw subway, despite its relatively late opening (1995), ranks 24th in the synthetic ranking of subway systems in the EU. In terms of network length (41.5 km), it placed 25th. At the same time, Poland's capital achieved the 13th position in total annual ridership (almost 200 million passengers). A key finding is the load ratio of 4.82 million passengers per kilometer of network, which is higher than the EU average. The article concludes with a summary including key findings and recommendations for further research. The high level of passenger traffic combined with limited infrastructure confirms the urgent need for further network expansion (a plan of up to 113 km by 2050) to meet the high transport demand.

Keywords: subway, Warsaw, sustainable transport, subway systems, EU, rail transport

Kody JEL: R41, R48

Wprowadzenie

Rozwój systemów metra w Europie stanowi jeden z kluczowych elementów transformacji miast w kierunku zrównoważonego transportu miejskiego. Jako wydajny i ekologiczny środek transportu metro pełni strategiczną funkcję w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych, redukcji kongestii na drogach oraz poprawie jakości życia mieszkańców [Fraszczyk i in. 2014]. W ostatnich latach, wraz z realizacją celów Europejskiego Zielonego Ładu i strategii Sustainable and Smart Mobility, wiele miast w Europie dokonało znaczących inwestycji w modernizację infrastruktury metra [Sweco Group 2024]. Zmiany te odzwierciedlają kierunek rozwoju transportu miejskiego, tj. odejście od transportu indywidualnego na rzecz zintegrowanych, niskoemisyjnych i wydajnych systemów transportu zbiorowego [Eurocities 2025].

Systemy metra rozwijają się zarówno w Europie Zachodniej, jak i Środkowo-Wschodniej, choć tempo i zakres tych zmian są zróżnicowane. Miasta takie jak Kopenhaga, Paryż czy Madryt uchodzą za liderów w zakresie nowoczesnych rozwiązań infrastrukturalnych i automatyzacji metra [Holvad 2011; O'Donoghue 2024], podczas gdy sieci

metra w regionie Europy Środkowo-Wschodniej, np. w Budapeszcie, Warszawie czy Sofii, wciąż podlegają procesowi intensywnej modernizacji i rozbudowy [Fraszczyk i in. 2014]. Wyniki badań porównawczych dotyczących wydajności europejskich systemów metra wskazywały na silne zróżnicowanie przestrzenne [Castagna i in. 2024]. Jednocześnie rozwijane są nowe technologie wspierające zarządzanie ruchem, bezpieczeństwo i efektywność operacyjną, czego przykładem jest projekt NEXUS koordynowany przez International Association of Public Transport [UITP 2024].

Warszawa jako jedyne miasto w Polsce z funkcjonującym metrem stanowi punkt odniesienia dla analiz krajowych i europejskich. Rozwój stołecznej sieci wpisuje się w szerszy kontekst modernizacji miejskiego transportu szynowego w kraju. W ostatnich dekadach istotną rolę w tym procesie odegrały fundusze europejskie, które umożliwiły realizację kluczowych inwestycji infrastrukturalnych w Warszawie, Trójmieście czy Krakowie [Kołoś i Taczanowski 2016; Kurier Kolejowy 2023]. W debacie publicznej podkreśla się jednak, że rozwój metra w Polsce wymaga nie tylko wsparcia finansowego, ale także strategicznego podejścia do integracji z innymi formami transportu i przestrzenią miejską [Wiśniewski 2021]. Jedną z ostatnich propozycji, przedstawioną przez Polskie Stronnictwo Ludowe (PSL), jest budowa podziemnej kolei (określanej roboczo jako metro) w sześciu, a docelowo dziesięciu miastach w Polsce. Dodatkowo infrastruktura ta mogłaby pełnić funkcję schronową. Propozycja ma charakter polityczny i nie zawiera jeszcze zamkniętej listy lokalizacji, harmonogramu ani źródeł finansowania. Deklarowane parametry, w tym orientacyjny koszt 32 mld zł (dla sześciu miast) oraz ok. 11-kilometrowe odcinki podziemne, budzą istotne wątpliwości co do realności tego przedsięwzięcia. Ekspertki wskazują, że wdrożenie tej wizji wymagałoby wieloletnich przygotowań, znacznych nakładów oraz koordynacji działań między rządem i samorządami [Siwak 2025; Polskie Radio 2025; Onet 2025].

Celem artykułu była identyfikacja oraz ocena pozycji polskiego systemu metra na tle systemów europejskich. Badania obejmowały porównanie wybranych wskaźników wykorzystywanych przy ocenie metra jako środka transportu zbiorowego. Opracowanie odnosi się do stanu infrastruktury i funkcjonowania systemów metra w 2023 roku. Autorzy postawili następujące pytanie badawcze: jak polski system metra wypada na tle innych europejskich systemów pod względem infrastruktury, organizacji i efektywności funkcjonowania?

Pierwsza część artykułu stanowi przegląd literatury obejmujący historię rozwoju metra w UE oraz aktualny stan sieci w Polsce i UE. Część empiryczna zawiera wyniki badań obejmujące ocenę pozycji Polski wśród krajów UE wraz z analizą wskaźnikową oraz syntetycznym rankingiem systemów metra. Artykuł zakończono podsumowaniem, w którym sformułowano wnioski oraz rekomendacje dotyczące kierunków dalszych badań nad rozwojem miejskiego transportu szynowego w Polsce i Europie.

Systemy metra we współczesnej literaturze

Historia metra w Unii Europejskiej

Transport podziemny zaczął rozwijać się w drugiej połowie XIX w. w odpowiedzi na rosnące potrzeby komunikacyjne w miastach przemysłowych. Zgodnie z definicją Ruvio i Lamedicy [2023], metro to system transportu miejskiego o wysokiej przepustowości i regularności kursowania, którego budowa i eksploatacja są uzasadnione jedynie

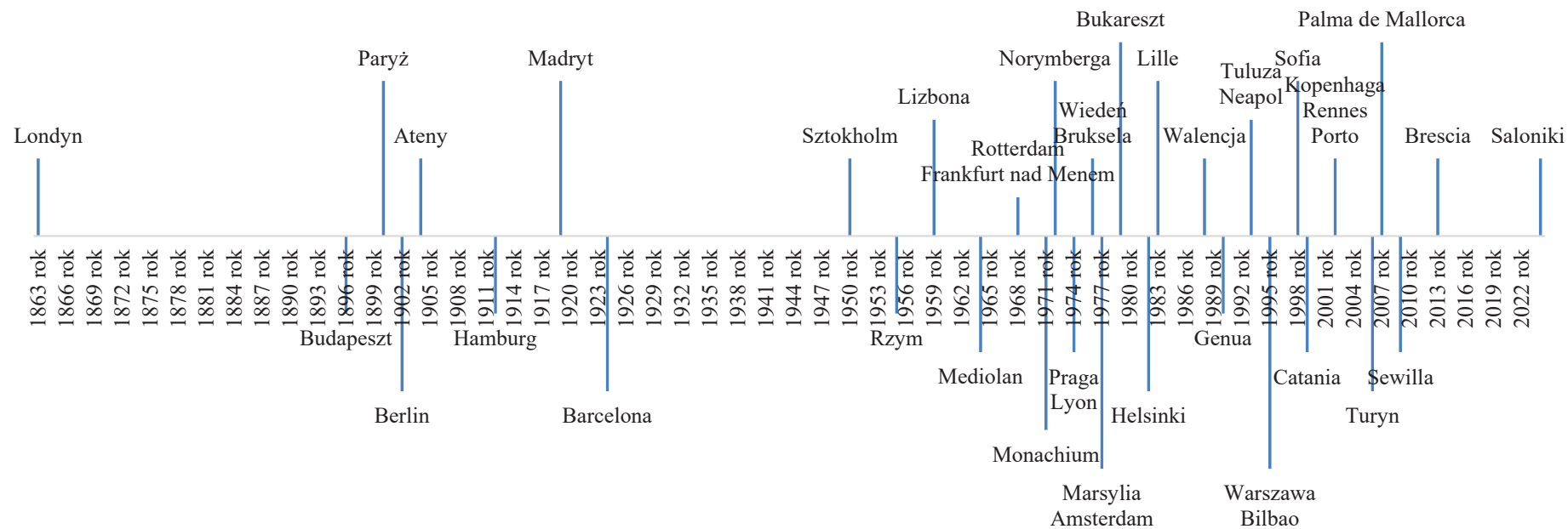
w warunkach dużego natężenia ruchu pasażerskiego. Wyróżnia się metro lekkie, stanowiące formę pośrednią między tramwajem a klasycznym metrem, oraz metro ciężkie, korzystające wyłącznie z wydzielonych korytarzy. Metro rozumiane jest więc jako *bezkolizyjny kolejowy środek miejskiego transportu zbiorowego o wysokiej zdolności przewozowej* [Bukowiecki 2012]. Pierwszym na świecie systemem tego typu była linia centralna o długości ok. 6 km uruchomiona przez Metropolitan Railway w Londynie 10 stycznia 1863 r. [Graff 2009]. Początkowo pociągi były napędzane parowo, co powodowało problemy z wentylacją i komfortem podróży. Dopiero pod koniec XIX w. wprowadzono napęd elektryczny, który stał się standardem w nowoczesnych systemach metra.

Linia M1 w Budapeszcie jest najstarszym systemem metra w UE oraz drugim najstarszym na świecie (po Londynie) – powstała w 1896 r. (rys. 1). Jest również pierwszą w pełni zelektryfikowaną linią podziemną, co pod koniec XIX w. stanowiło przełom technologiczny w transporcie miejskim. Początkowo linia ta liczyła 3,7 km długości i obejmowała jedenaście stacji, w tym dziewięć podziemnych.

W 1889 r. rozpoczęto budowę pierwszej sieci trakcyjnej w Paryżu, zaledwie 10 lat po powstaniu pierwszego na świecie elektrycznego pociągu pasażerskiego [Glinka 2010]. Metro było wówczas opisywane jako system kolejowy o charakterze czysto miejskim, z trasą utrzymaną jak najbliżej powierzchni ziemi w celu ułatwienia dostępu do niego [Tofiluk i in. 2023]. Głównym celem metra było zaspokajanie potrzeb komunikacyjnych miasta, a jego sieć była odizolowana od linii krajowych przedsiębiorstw kolejowych [Hervieu 1908]. W tym ujęciu metro stanowiło element miejskiej infrastruktury transportowej służący usprawnieniu ruchu w granicach aglomeracji, jednak w obu przywołanych definicjach podkreśla się jego niezależność od innych gałęzi transportu. Choć współczesna definicja metra została poszerzona o parametry techniczne i kryteria przepustowości, to fundamentalna idea niezależnego miejskiego środka masowego transportu publicznego pozostaje niezmienna od ponad wieku. Projekt realizowany w Paryżu obejmował budowę sześciu niezależnych linii o łącznej długości 65 km. Pierwszy odcinek paryskiego Métro oddano do użytku 19 lipca 1900 r., a do 1913 r. pięć linii zostało już całkowicie ukończonych. Sieć zaplanowano jako integralny element struktury miejskiej, z gęstą siatką stacji i jednolitą estetyką. Paryskie metro wyróżniało się pełną integracją przestrzenną i funkcjonalną, a także pełną elektryfikacją już od momentu uruchomienia [Byrska 2017].

Trzecim europejskim ośrodkiem, który rozpoczął budowę metra, był Berlin. Sieć U-Bahn powstała w 1902 r. jako połączenie naziemno-podziemne. Pierwsza linia miała 10,1 km długości, w tym tylko 2 km pod ziemią [Graff 2010]. Metro miało rozwiązać problemy komunikacyjne, z którymi mierzyło się miasto w tamtym czasie.

Rozwój metra w XX w. można podzielić na kilka etapów. Lata 1900–1930 to okres pionierski, w którym dominowała rozbudowa podstawowych linii i elektryfikacja. Lata 30. XX w. przyniosły ekspansję systemów metra w krajach Europy Wschodniej, a także rozwój metod budowy tuneli. Po II wojnie światowej (1945–1970) nastąpiła faza odbudowy i intensywnej modernizacji. W tym okresie metro zaczęto postrzegać jako istotny element planowania przestrzennego oraz polityki transportowej. Równocześnie pojawiły się pierwsze próby integracji sieci metra z koleją podmiejską, co pozwoliło zwiększyć zasięg obsługi pasażerów [SYSTRA i Usbek & Rica 2020]. Kolejna faza, przypadająca na drugą połowę XX w., charakteryzowała się rozbudową istniejących



Rysunek 1. Rozwój europejskich linii metra w latach 1863–2024

Figure 1. Development of European subway lines from 1863 to 2024

Źródło: opracowanie własne na podstawie [UITP 2025]

Source: own elaboration based on [UITP 2025]

systemów oraz wprowadzaniem nowych technologii sterowania ruchem miejskim. W wielu krajach Europy Zachodniej wprowadzono zintegrowane systemy biletowe oraz zunifikowane rozkłady jazdy. W tym czasie metro pojawiło się również w państwach Europy Środkowo-Wschodniej, m.in. w Mińsku, Pradze, Kijowie i Warszawie.

Na przełomie XX i XXI w. wprowadzono zmiany w funkcjonowaniu systemów metra. Wraz z rozwojem technologii informatycznych rozpoczęto proces automatyzacji i cyfryzacji transportu podziemnego. Pojawiły się w pełni automatyczne linie metra, pozbawione maszynistów, jak paryska linia 14 (uruchomiona w 1998 r.) czy kopenhaskie metro otwarte w 2002 roku. Wprowadzenie systemów sterowania pociągami opartych na komunikacji (CBTC) umożliwiło precyzyjne zarządzanie ruchem pociągów, zwiększając przepustowość i bezpieczeństwo [SYSTRA i Usbek & Rica 2020].

Współczesne trendy w rozwoju metra koncentrują się wokół trzech kluczowych aspektów: automatyzacji, integracji oraz zrównoważonego rozwoju. Automatyzacja obejmuje wprowadzenie inteligentnych systemów sterowania ruchem, nadzoru technicznego oraz analizy danych w czasie rzeczywistym. Integracja natomiast polega na łączeniu metra z innymi środkami transportu w celu tworzenia spójnych systemów mobilności miejskiej [Railway Technology 2020]. Jednym z kryteriów planowania sieci transportu publicznego jest jego wpływ na środowisko. Metro postrzegane jest jako ekologiczny środek transportu, umożliwiający redukcję emisji gazów cieplarnianych i zmniejszenie natężenia ruchu samochodowego w centrach miast. Jednocześnie współczesne systemy kładą nacisk na dostępność, tj. stacje projektuje się z myślą o osobach o ograniczonej mobilności, a infrastruktura jest dostosowywana do wymogów bezpieczeństwa i komfortu podróży [SYSTRA i Usbek & Rica 2020].

Stan metra w Polsce i UE w 2023 roku

Metro Warszawskie, funkcjonujące od 1995 r. i ciągle rozbudowywane [Romanowski 1987], składa się obecnie z dwóch linii: M1 (północ–południe) oraz M2 (wschód–zachód) o łącznej długości 41,5 km i z 39 stacjami. Szacuje się, że w 2023 r. z usług warszawskiego metra skorzystało prawie 200 mln osób [GUS 2024]. Miasto przyjęło plan rozwoju jego sieci: do 2050 r. planowane jest zwiększenie liczby linii do pięciu (M1–M5) oraz wydłużenie sieci do ok. 113 km. Linia M3 jest obecnie w fazie głosowania i wstępnych projektów. Przewiduje się, że jej pierwszy odcinek będzie miał długość ok. 8 km i siedem stacji [Urząd m.st. Warszawy 2024]. Jej celem jest odciążenie M1 i połączenie m.in. Białoleki z Wilanowem. Prognozuje się dla niej w roku 2030 potoki pasażerskie rzędu 10–14 tys. osób w szczycie porannym oraz częstotliwość kursowania pociągów co ok. 2,5 min na odcinku wspólnym [Jędrzejuk 2018].

W 2024 r. decyzję o budowie systemu metra ogłosiły władze Krakowa – jej rozpoczęcie przewiduje się na 2029 r. W latach 70. XX w. planowano metro także w Poznaniu, jego elementem miał być węzeł pod rondem Kaponiera; ostatecznie powstał jedynie tunel Poznańskiego Szybkiego Tramwaju, a obecnie miasto nie przewiduje budowy metra, koncentrując się na Kolei Metropolitalnej. We Wrocławiu idea budowy metra pojawiła się na początku XXI w., jednak w referendum z 2015 r. większość głosujących opowiedziała się przeciw, dlatego zrezygnowano z tego projektu na rzecz rozwoju sieci tramwajowej i kolei miejskiej. W Łodzi w latach 80. rozważano budowę dwóch linii metra, jednak wycofano się z tego planu ze względu na zmniejszenie się roli przemysłu w mieście i spa-

dek liczby mieszkańców. Zamiast tego w 2019 r. rozpoczęto budowę tunelu kolejowego łączącego dworce Łódź Fabryczna i Łódź Kaliska [Rudnicki 2019].

Zgodnie z raportem Global Metro Figures 2024 [UITP 2025], na świecie w 2023 r. działało 831 linii metra w 202 miastach. Z kolei w krajach UE w 2023 r. funkcjonowało 41 systemów metra. W latach 2021–2023 odnotowano 13 nowych obszarów miejskich, które wprowadziły systemy metra lub szybkiej kolei podziemnej, a długość sieci metra w UE wzrosła w stosunku do 2010 r. o ok. 13%. Średnia długość jednej linii metra w Europie wynosiła w 2023 r. ok. 16,8 km, a średnia odległość między stacjami to 984 metrów. System Metro de Madrid w 2024 r. obejmował ok. 296,6 km ciężkiej kolei podziemnej oraz dodatkowe 27,8 km lekkiego metra. Z kolei paryskie metro obsłużyło w 2024 r. ok. 1,476 mld pasażerów. Europejskie systemy kolei podziemnej koncentrują się stale na intensywnej modernizacji swoich linii, czego przykładem może być właśnie Paris Métro, w którym zredukowano emisję CO₂ o 29% w porównaniu do wartości z 2019 r.

Copenhagen Metro zaprojektowano od początku jako zautomatyzowany oraz przyjazny użytkownikowi system transportu publicznego. Od 2002 r. operator wprowadza pełną automatyzację pociągów, konsekwentnie wdraża standardy dostępności metra dla osób z niepełnosprawnościami oraz rozwiązania IT służące do monitoringu i planowania przewozów. W efekcie ruch pasażerski metra kopenhaskiego systematycznie rośnie – w 2024 r. obsłużyło ono 126 mln pasażerów [Metroselskabet 2025]. Środkowoeuropejskie systemy metra, takie jak Praga i Berlin, stanowią przykłady doskonalenia istniejących sieci: w Pradze modernizacja taboru i systemów sterowania przyczyniła się do wzrostu liczby przewozów po 2022 r. [Dopravní podnik hl. m. Prahy 2024], natomiast władze Berlina inwestują w nowy tabor i wdrażanie programów poprawy niezawodności sieci [Johnson 2024]. Najnowszy system metra w Europie został uruchomiony pod koniec 2024 r. w Salonikach (Grecja) i składał się z jednej linii o długości 9,6 km.

Inwestycje te wymagają znacznych nakładów finansowych, dlatego często realizowane są w modelach partnerstwa publiczno-prywatnego lub z wykorzystaniem funduszy Unii Europejskiej (np. w ramach polityki spójności i programu Connecting Europe Facility). Widoczny jest także wzrost automatyzacji metra, np. wykorzystania systemów GoA3 i GoA4 (automatyzacji metra). Tego rodzaju rozwiązania wdrożono m.in. w Paryżu, Kopenhadze i Barcelonie [UITP 2025]. Rozwój metra wpisuje się także w założenia Europejskiego Zielonego Ładu i Strategii Zrównoważonej Mobilności UE, które promują transport publiczny jako kluczowy element dekarbonizacji miast. Inwestycje w infrastrukturę metra wspierają również realizację celów zrównoważonego rozwoju ONZ, a w szczególności celu 11 dotyczącego tworzenia zrównoważonych miast i społeczności. Dzięki temu metro postrzegane jest nie tylko jako efektywny środek transportu, ale również jako narzędzie wspierające transformację energetyczną i realizację polityki klimatycznej w miastach europejskich [Gordon & Patino 2025].

Cele i metody badań

Celem głównym przeprowadzonego badania była identyfikacja oraz ocena pozycji polskiego systemu metra na tle systemów europejskich. Do jego realizacji zastosowano podejście porównawcze oparte na analizie wskaźnikowej obejmującej zestaw

wskaźników charakteryzujących funkcjonowanie i wielkość systemów metra w UE. Badanie zostało przeprowadzone w październiku i listopadzie 2025 r. i dotyczyło stanu metra w 2023 r.

Badanie miało charakter ilościowo-opisowy i obejmowało analizę danych wtórnych oraz opracowanie rankingu systemów metra pod względem wielkości. Wykorzystano analizę porównawczą obejmującą następujące zmienne: liczbę linii metra, liczbę stacji, długość sieci mierzoną w kilometrach, liczbę pasażerów, liczbę mieszkańców miast obsługiwanych przez systemy metra, relację długości sieci do liczby mieszkańców, relację liczby pasażerów do długości sieci oraz relację liczby stacji do długości sieci. Dla każdego z wymienionych wskaźników opracowano ranking umożliwiający określenie pozycji poszczególnych systemów metra w Unii Europejskiej, w tym Warszawy jako jedyne polskiego ośrodka posiadającego metro. Wykorzystano dane pochodzące z baz Eurostatu dotyczących transportu miejskiego, raportów i opracowań International Association of Public Transport (UITP) oraz dane udostępnione przez operatorów metra w poszczególnych państwach UE i plany zagospodarowania przestrzennego. Uzupełniając wykorzystano dane publikowane przez jednostki samorządu terytorialnego. Dane pozyskane z wymienionych źródeł miały charakter wtórny, a ich zestawienie umożliwiło stworzenie spójnej bazy wykorzystanej do oceny systemów metra.

W procesie formowania bazy danych początkowo zebrano wszystkie dostępne informacje dotyczące 62 sieci metra funkcjonujących w Europie. Następnie z uwagi na przyjęcie kryterium przynależności do kraju członkowskiego UE z dalszej analizy wykluczono 21 systemów metra, m.in. z Rosji czy Wielkiej Brytanii. W drugim etapie oczyszczono próbę badawczą z przypadków, dla których nie udało się pozyskać kompletnych danych w zakresie podstawowych wskaźników, takich jak długość sieci, liczba stacji czy liczba pasażerów – wyeliminowano dwa systemy: w Palmie (Hiszpania) oraz Katanii (Włochy). Ostateczna próba badawcza obejmowała 37 systemów metra funkcjonujących w państwach członkowskich UE. Opracowane zestawienia tabelaryczne i graficzne umożliwiły identyfikację pozycji systemu warszawskiego na tle innych europejskich stolic i metropolii.

Do głównych ograniczeń badania należały niepełna dostępność i porównywalność danych pomiędzy poszczególnymi państwami UE. Występowały różnice w budowie systemów metra obejmujące w niektórych przypadkach systemy kolei miejskich lub lekkich kolei podziemnych, co mogło wpływać na interpretację wyników.

Wyniki badań

Pozycja polskiego systemu metra na tle innych krajów UE

Dynamika rozwoju sieci metra w krajach Unii Europejskiej wskazuje na znaczące zróżnicowanie zarówno pod względem liczby funkcjonujących systemów metra, jak i tempa ich rozbudowy. W strukturze europejskiego transportu miejskiego metro pozostaje najbardziej rozwinięte w państwach Europy Zachodniej, w szczególności we Francji i Hiszpanii, gdzie zlokalizowane są dwa największe systemy w UE, tj. Paryż (16 linii) i Madryt (13 linii; rysunek 2). Wysoki poziom rozwoju sieci odnotowano również w Niemczech (Berlin, Monachium, Hamburg, Frankfurt), we Włoszech (Mediolan, Rzym,

Neapol) oraz w krajach Europy Północnej (Sztokholm, Helsinki, Kopenhaga). Szacuje się, że w krajach UE od początku XX w. powstało ok. 40 systemów metra, co odpowiada średnio 1,11 nowej linii rocznie. Największe tempo przyrostu liczby linii obserwowano w trzech okresach: 1900–1913 (ekspansja metra w Paryżu i Berlinie), 1960–1980 (rozbudowa sieci metra w krajach Europy Zachodniej) oraz po 1995 r., kiedy nowe systemy uruchomiły m.in. Praga, Sofia, Porto i Warszawa.

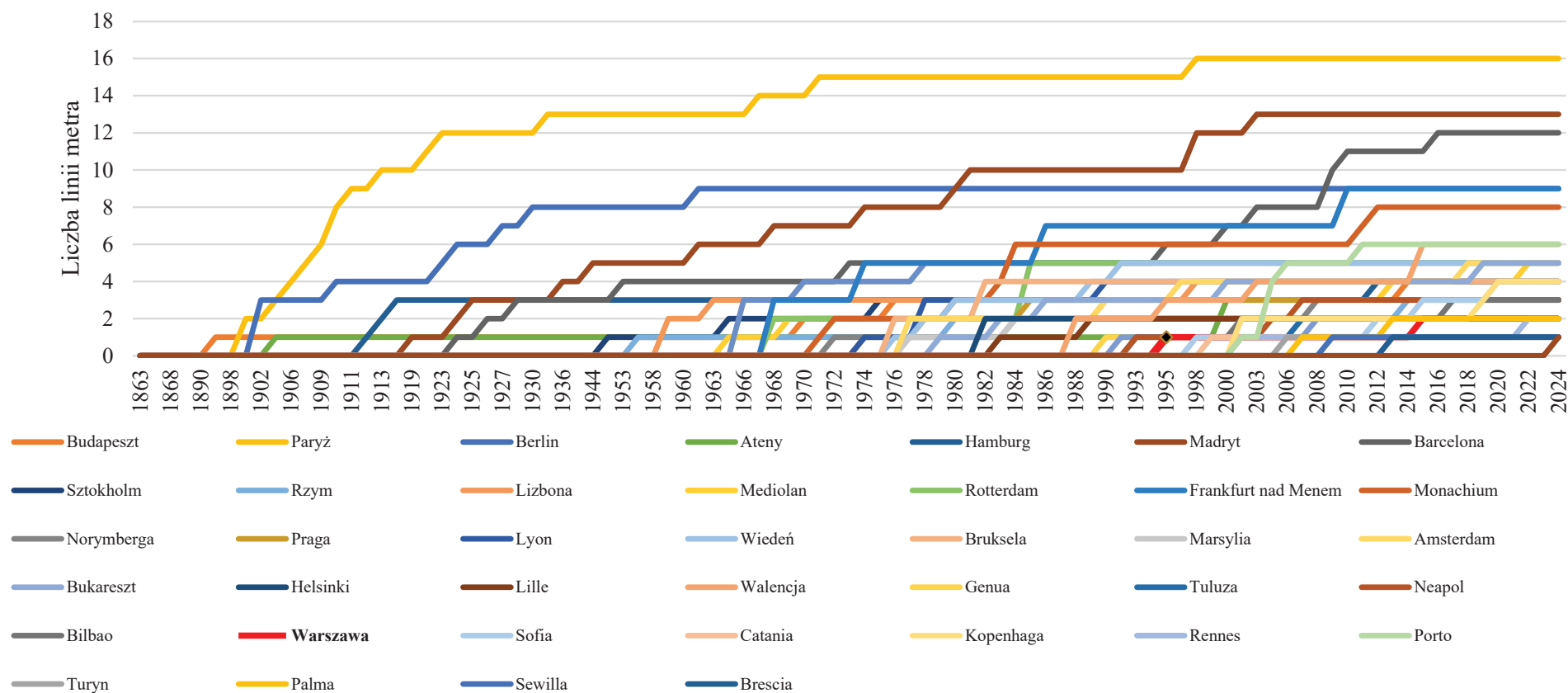
Na tym tle metro warszawskie stanowi przykład systemu relatywnie późno uruchomionego i rozwijanego w umiarkowanym tempie. Pierwsza linia została oddana do użytku w 1995 r., a druga w 2015 r. Oznacza to, że rozbudowa systemu metra w Warszawie była jedną z najdłuższej trwających w UE. Pomimo tego stolica Polski pod względem długości sieci oraz liczby stacji osiągnęła w 2023 r. wynik porównywalny z miastami o zbliżonej liczbie ludności, takimi jak Lizbona czy Helsinki. Stosunek liczby pasażerów do długości sieci (4,82 mln pasażerów rocznie na 1 km) lokuje Warszawę powyżej średniej unijnej.

Do krajów Unii Europejskiej, które jeszcze nie mają metra, należą Irlandia, Cypr, Litwa, Łotwa, Słowacja i Malta. W większości z nich funkcjonują jednak inne formy transportu szynowego, m.in. szybka kolej miejska i systemy tramwajowe. W ujęciu przestrzennym zauważalna jest dominacja systemów metra w dużych aglomeracjach zachodnioeuropejskich oraz wzrastająca liczba inwestycji w krajach Europy Środkowo-Wschodniej po 2000 roku.

Kolejny etap badania związany był z porównaniem podstawowych zmiennych opisujących funkcjonowanie i wielkość systemów metra w UE (tabela 1). Wyniki analizy porównawczej wskazują, że warszawski system metra plasuje się w grupie sieci średnich pod względem wielkości – w 2023 r. obejmowało dwie linie i 39 stacji, miało łączną długość 41,5 km i obsługiwało rocznie ok. 200 mln pasażerów.

Pod względem długości infrastruktury metro w Warszawie znajdowało się poniżej średniej unijnej, ustępując znacznie największym systemom, takim jak Madryt (296,6 km), Paryż (245,6 km), Berlin (155,6 km) czy Mediolan (103,9 km). Jednocześnie długość warszawskiej sieci była zbliżona do systemów miast o porównywalnej liczbie mieszkańców, takich jak Lizbona (44,5 km) czy Bruksela (39,9 km). Należy jednak podkreślić, że metro w Warszawie powstało późno (pierwszą linię otwarto w 1995 r.), co w naturalny sposób ograniczyło skalę jego rozwoju w porównaniu z ośrodkami, których sieci rozwijano od początku XX w. Pod względem liczby stacji warszawski system (39 stacji) zajmował pozycję zbliżoną do Brukseli (60 stacji) i Budapesztu (52 stacje), a jego gęstość sieci wynosiła 0,94 stacji na 1 km linii. Wskaźnik ten świadczy o umiarkowanym stopniu dostępności przestrzennej infrastruktury. Dla porównania, najwyższą gęstość sieci metra odnotowano w Turynie (1,52) i Brukseli (1,50).

Jak wspomniano wcześniej, roczna liczba pasażerów warszawskiego metra wyniosła ok. 200 mln, co w przeliczeniu na 1 km sieci dało wskaźnik 4,82 mln pasażerów na 1 km. Był to wynik wyższy niż w przypadku takich miast, jak Lizbona (3,64 mln), Marsylia (3,13 mln) czy Amsterdam (2,59 mln), a zbliżony do wartości odnotowanych w Wiedniu (4,20 mln) i Monachium (4,32 mln). Dane te potwierdzają intensywne wykorzystanie stołecznej infrastruktury w stosunku do jej skali, co można interpretować jako dowód na wysokie zapotrzebowanie transportowe w aglomeracji warszawskiej. Jednocześnie warto wspomnieć, że warszawski system metra jako jedyny odnotował spadek liczby pasażerów w latach 2023–2024 (–2,7 mln pasażerów) [ZTM 2024].



Rysunek 2. Liczba linii metra w UE w latach 1863–2024

Figure 2. Number of subway lines in the EU from 1863 to 2024

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań

Source: own study based on research results

Podsumowując, Warszawa reprezentuje kategorię dynamicznie rozwijających się stolic z nowym i intensywnie wykorzystywanym systemem metra. W przeciwieństwie do dojrzałych systemów, takich jak Paryż, Berlin czy Madryt, warszawskie metro znajduje się w fazie ekspansji infrastrukturalnej i organizacyjnej. Duża liczba pasażerów przy ograniczonej długości sieci może wskazywać na potrzebę zwiększenia przepustowości i dalszej rozbudowy linii w kierunku peryferyjnych dzielnic miasta.

Ranking systemów metra w UE

W celu określenia pozycji poszczególnych systemów metra w krajach Unii Europejskiej opracowano ranking obejmujący wyłącznie te miasta, dla których dostępne były kompletne dane za 2023 rok. Konstrukcja rankingu opierała się na zestawieniu ośmiu kluczowych zmiennych opisujących skalę i wydajność operacyjną funkcjonowania metra: liczby linii, liczby stacji, długości sieci, liczby pasażerów, liczby mieszkańców miasta oraz trzech wskaźników, tj. liczby pasażerów przypadających na kilometr sieci, liczby stacji na kilometr sieci oraz liczby mieszkańców na kilometr sieci. Dla każdego z badanych systemów ustalono pozycję rankingową w odniesieniu do poszczególnych kryteriów (w kolejności malejącej), a następnie obliczono wynik sumaryczny, który umożliwił stworzenie syntetycznego rankingu europejskich sieci metra. Tak skonstruowana metodyka umożliwiła uwzględnienie zarówno wymiaru infrastrukturalnego, jak i efektywnościowego analizowanych sieci transportu podziemnego (tabela 2).

Wykazano, że warszawski system metra zajmuje 24. miejsce w zestawieniu obejmującym 37 analizowanych miast. W ujęciu szczegółowym Warszawa uplasowała się na 28. miejscu pod względem liczby linii (dwie linie), 26. miejscu pod względem liczby stacji (39 stacji) oraz 25. miejscu pod względem długości sieci (41,5 km). Pomimo relatywnie niskiej pozycji, jeśli chodzi o liczbę linii oraz stacji, stolica Polski zajęła 13. miejsce w odniesieniu do liczby pasażerów, co wskazuje na intensywne wykorzystywanie istniejącej infrastruktury transportowej.

Interpretując wyniki, można stwierdzić, że warszawskie metro pomimo niezbyt rozbudowanej sieci charakteryzuje się ponadprzeciętnym wykorzystaniem w porównaniu z innymi europejskimi systemami. Wysoki poziom ruchu pasażerskiego przy relatywnie niewielkiej długości sieci świadczy o potrzebie dalszej rozbudowy infrastruktury metra.

Dyskusja

Podstawowym zagadnieniem podjętym w artykule było ustalenie pozycji jedyne polskiego systemu metra na tle pozostałych sieci transportu podziemnego w Unii Europejskiej w 2023 r. Autorzy podjęli próbę porównania wielkości systemów metra w Europie ze szczególnym uwzględnieniem systemu warszawskiego. Jako system rozbudowywany stosunkowo późno (od 1995 r.), Warszawa znajduje się w odmiennym stadium rozwoju niż dojrzałe sieci Paryża czy Madrytu.

Wyniki badań odnoszą się bezpośrednio do dwóch głównych założeń unijnej polityki transportowej przedstawionej w tzw. białej księdze transportu z 2011 r. [Komisja Europejska 2011], czyli do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG) oraz promowania zrównoważonego transportu miejskiego. Strategia UE zakłada obniżenie emisji GHG

w sektorze transportu o co najmniej 60% do 2050 r., co wymaga wyeliminowania z miast pojazdów o napędzie konwencjonalnym [Igliński 2017]. Fakt, że metro warszawskie pomimo relatywnie krótkiej sieci obsługuje dużą liczbę pasażerów, świadczy o jego strategicznym znaczeniu jako narzędzia redukcji kongestii i zanieczyszczeń w stolicy. Dyr [2011] podkreśla, że sektor transportu musi zużywać mniej energii w bardziej ekologiczny sposób. Wysoka intensywność wykorzystania warszawskiej infrastruktury metra, które jest ekologicznym środkiem transportu, potwierdza postawioną przez Dyra tezę, że inwestycje w wydajne środki transportu publicznego takie jak metro są niezbędnym warunkiem dekarbonizacji aglomeracji. Inwestycje w infrastrukturę metra wspierają również realizację celów zrównoważonego rozwoju ONZ.

24. miejsce Warszawy wśród 37 systemów analizowanych pod względem wielkości i wydajności infrastruktury jest spójna z ustaleniami Fraszczyka i in. [2014], którzy wskazywali, że systemy metra w Europie Środkowo-Wschodniej rozwijają się wyraźnie wolniej niż w krajach Europy Zachodniej, zwłaszcza w zakresie długości sieci i liczby stacji. Potwierdzają to również wnioski Glinki [2010] oraz Graffa [2010], którzy wskazywali na ograniczenia wynikające z istniejącej zabudowy, wysokich kosztów inwestycyjnych oraz konkurencji z innymi formami transportu szynowego. Jednocześnie intensywność wykorzystania warszawskiego metra wyrażona liczbą pasażerów przypadającą na kilometr linii koreluje z obserwacjami Castagny i in. [2024], którzy podkreślali, że mniejsze systemy metra wyróżniają się często wyższą efektywnością operacyjną, jeśli sieć jest dostatecznie zintegrowana z miejskim układem komunikacyjnym, co wskazywałoby na dobre powiązanie warszawskiego metra z innymi środkami transportu. Wskaźnik ten znajduje potwierdzenie w raportach UITP [2025], według których młode systemy metra w rozwijających się gospodarczo stolicach cechuje znaczna koncentracja ruchu pasażerskiego, szczególnie w godzinach szczytu.

Jak podkreśla Cervero [1998], silnie skoncentrowany ruch pasażerski jest typowy dla metropolii, w których rozwój sieci transportowej następuje w sposób etapowy, a rozbudowa metra stanowi reakcję na szybko rosnące potrzeby komunikacyjne mieszkańców. Wyniki analizy warszawskiego metra potwierdzają tę tezę – duże obciążenie w stosunku do długości sieci sugeruje, że popyt na usługi transportowe przewyższa obecne możliwości infrastruktury. Z kolei Karbowski i Zajackowski [2013] podkreślają, że najważniejszą zaletą metra jest jego przepustowość – przy standardowych parametrach eksploatacyjnych system jest w stanie obsłużyć nawet ok. pół miliona pasażerów dziennie w jednym kierunku. Musi być on jednak stale wspierany przez technologiczny rozwój neutralny i alokację zasobów ludzkich, ponieważ, zgodnie z badaniami Gaala i in. [2015] dotyczącymi metra w Budapeszcie, brak ciągłej modernizacji czynników produkcji (takich jak tabor, prędkość czy wskaźnik obciążenia) może uniemożliwić utrzymanie wysokiej konkurencyjności w dłuższej perspektywie. Tło to pozwala lepiej zrozumieć skalę przewozów w warszawskim metrze, której wartości były w 2023 r. bliskie poziomowi dziennej przepustowości określanej w wymienionej wcześniej literaturze.

Przykład Kopenhagi pokazuje, że nawet systemy o umiarkowanej długości mogą osiągać wysoką efektywność i znaczące wolumeny pasażerskie, jeśli wykorzystują zaawansowane rozwiązania operacyjne. Metroselskabet raportuje wzrost liczby pasażerów w 2024 r. do 126 mln przy sieci znacznie krótszej niż np. Paryż czy Madryt – co

potwierdza, że technologia oddziałuje na przepustowość systemu metra. Dla Warszawy płynie z tego istotny wniosek: zwiększenie częstotliwości i automatyzacja mogą częściowo kompensować ograniczoną długość sieci.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania pozwalają sformułować następujące wnioski:

Najstarsze europejskie sieci, takie jak metro w Paryżu czy Berlinie, charakteryzują się największą liczbą linii i stacji. Nowe systemy metra, m.in. w Kopenhadze czy Porto, również osiągają wysoką wydajność operacyjną. Stopień rozwoju systemów metra nie zależy wyłącznie od ich wieku, lecz także od innych uwarunkowań, obejmujących m.in. liczbę mieszkańców miasta, dostępne środki finansowe czy długoterminową strategię miast związaną z rozwojem transportu publicznego.

Warszawa stanowi przykład nowego, rozwijającego się systemu metra o ponadprzeciętnym poziomie wykorzystania. Pomimo jego stosunkowo krótkiego funkcjonowania wskaźnik liczby pasażerów na kilometr sieci plasuje je powyżej średniej unijnej. Wskazuje to na trwały popyt na transport szynowy w warunkach dużego miasta, jakim jest Warszawa.

Systemy metra Europy Zachodniej pozostają najbardziej rozwinięte pod względem infrastruktury. Paryż, Madryt i Berlin zajmują czołowe pozycje w niemal wszystkich badanych kategoriach, co odzwierciedla ich konsekwencję planistyczną oraz wieloletni rozwój sieci prowadzony od początku XX w.

Sieci w Europie Środkowo-Wschodniej cechują się umiarkowaną skalą, lecz stosunkowo wysoką efektywnością operacyjną. Przykłady Warszawy, Sofii czy Pragi pokazują, że mniejsze systemy mogą skutecznie i intensywnie obsługiwać ruch pasażerski pod warunkiem ich dobrej integracji z układem komunikacyjnym miasta.

Przeprowadzone badanie miało kilka ograniczeń. Wykorzystanie danych wtórnych zawężyło możliwości wnioskowania do dostępnych wskaźników ilościowych, z pominięciem istotnych aspektów jakościowych, takich jak organizacja systemu. Dodatkową trudnością jest korzystanie z danych pochodzących z różnych źródeł, co może powodować rozbieżności wynikające z odmiennych definicji i sposobów klasyfikacji systemów metra. Mimo tych ograniczeń uzyskane wyniki potwierdzają, że pozycja warszawskiego metra w UE zależy nie tylko od skali infrastruktury, ale również od stopnia integracji sieci oraz intensywności jej wykorzystania. Dalsza rozbudowa warszawskiego metra w kierunku systemu wieloliniowego może w przyszłości istotnie poprawić jego pozycję w europejskich rankingach.

Uzyskane rezultaty wskazują także na potrzebę kontynuacji badań w kilku kierunkach. W szczególności warto prowadzić długookresowe analizy pozwalające ocenić tempo rozwoju sieci i zmiany poziomu jej wykorzystania, a także rozszerzyć zakres przestrzenny badań o miasta spoza UE, takie jak Londyn, Oslo czy Zurych. Ważnym obszarem przyszłych badań powinna być również integracja metra z innymi formami mobilności, zwłaszcza w kontekście intermodalności, automatyzacji i cyfryzacji, co może pozwolić uzyskać pełniejszy obraz potencjału rozwojowego systemów metra oraz ich roli w kształtowaniu zrównoważonego transportu miejskiego.

Bibliografia

- Bukowiecki Ł., 2012: Metroprojektowanie warszawskie: historia planowania budowy bezkolizyjnej kolei miejskiej w Warszawie, *Kultura Współczesna: teoria, interpretacje, krytyka* 2, 49–60.
- Byrska K., 2017: Fenomen metra paryskiego w roku 1900, *Humanities and Social Sciences* XXII, 24(4), 53–63.
- Castagna L., Lobo A., Coppola P., Couto A., 2024: Benchmarking the efficiency of European metros from a production perspective, *Research in Transportation Business & Management* 53, 101102, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2024.101102>
- Cervero R., 1998. *The transit metropolis: A global inquiry* (4th ed.), Island Press, Washington, DC.
- Dopravní podnik hl. m. Prahy, akciová společnost, 2024: Annual Report 2023, https://www.dpp.cz/cs/data/Výroční%20zpráva/Annual%20report/DPP_ANNUAL_REPORT_2023.pdf [dostęp: 11.11.2025].
- Dyr T., 2011: Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI w., *Technika Transportu Szynowego* 5–6, 17–26.
- Eurocities, 2025: The state of public transport in European cities, <https://monitor.eurocities.eu/public-transport/> [dostęp: 29.10.2025].
- Fraszczak A., Magalhães da Silva J., Gwóźdź A., Vasileva G., 2014: Metro as an example of an urban rail system: Four case studies from Europe. *Transport Problems* 9, 83–92.
- Gaal G., Horváth E., Török Á., Csete M., 2015: Analysis of public transport performance in Budapest, Hungary. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences* 23(1), 15–21, <https://doi.org/10.3311/PPso.7724>
- Glinka T., 2010: Historia i dzień dzisiejszy trakcji elektrycznej, *Napędy i Sterowanie* 13(4), 22–26.
- Główny Urząd Statystyczny (GUS), 2024: Transport – wyniki działalności w 2023 r. Informacje statystyczne, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/> [dostęp: 29.10.2025].
- Gordon A., Patino M., 2025: Asia, Europe cities lead in public transit recovery, *Bloomberg*, <https://www.bloomberg.com/news/features/2025-06-05/asia-europe-cities-lead-in-public-transit-recovery> [dostęp: 11.11.2025].
- Graff M., 2009: Metro w Londynie (1), *Technika Transportu Szynowego* 6, 27–37.
- Graff M., 2010: Metro w Berlinie, *Technika Transportu Szynowego* 5–6, 29–46.
- Hervieu J., 1908: *Le chemin de fer métropolitain municipal de Paris: Ligne circulaire no. 2 (rive gauche); ligne no. 3 du Boulevard de Courcelles à Ménilmontant; résultats de l'exploitation* (Vol. 2). Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris (Contributor). C. Béranger, University of Wisconsin–Madison.
- Holvad T., 2011: Metro systems in Europe: A comparison of the Copenhagen and Bucharest metros, *Urban Transport* 116, <https://doi.org/10.2495/UT110091>
- Igliński H., 2017: Instrumenty wsparcia e-mobilności: doświadczenia innych krajów i wnioski dla Polski, [w:] J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot, 220–243.
- International Association of Public Transport (UITP), 2024: NEXUS project kicks off with new survey on improved metro operations, <https://www.uitp.org/news/nexus-project-kicks-off-with-new-survey-on-improved-metro-operations/> [dostęp: 11.11.2025].

- International Association of Public Transport (UITP), 2025: Global Metro Figures 2024, https://www.uitp.org/wp-content/uploads/sites/7/2025/08/20250822_Global-Metro-Figures_Statistics-Brief_WEB.pdf [dostęp: 11.11.2025].
- Jędrzejuk K., 2018: Analiza przebiegu III linii metra warszawskiego w świetle dotychczasowych koncepcji i przyszłych potrzeb, *Systemy Transportowe* 12, 23–31.
- Johnson P., 2024: Berlin's U-Bahn begins semi-automated CBTC conversion, *Rail Technology Magazine*, <https://www.railtechnologymagazine.com/articles/berlins-u-bahn-begins-semi-automated-cbtc-conversion> [dostęp: 11.11.2025].
- Karbowiak H., Zajączkowski A.J., 2013: 150-lecie metra światowego i 18-lecie metra w Warszawie, *Transport Miejski i Regionalny* 2, 15–20.
- Kołoś A., Taczanowski J., 2016: Fundusze europejskie jako czynnik rozwoju miejskiego transportu szynowego w Polsce, *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG* 19(1), 9–20.
- Komisja Europejska, 2011: Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:PL:PDF> [dostęp: 11.11.2025].
- Kurier Kolejowy, 2023: PAIH: Polska kolej na światowych torach – innowacje, eksport, przyszłość, <https://kurier-kolejowy.pl/aktualnosci/48537/paih--polska-kolej-na-swiatowych-torach--innowacje--eksport--przyszlosc.html> [dostęp: 11.11.2025].
- Metroselskabet, 2025: Annual Report 2024, <https://metroselskabet.euwest01.umbraco.io/media/wdpdft43/annual-report-2024-final.pdf> [dostęp: 11.11.2025].
- O'Donoghue S., 2024. From Oslo to Budapest: These are the best and worst metro systems in Europe, *Euronews*, <https://www.euronews.com/travel/2024/09/13/from-oslo-to-budapest-these-are-the-best-and-worst-metro-systems-in-europe> [dostęp: 11.11.2025].
- Onet, 2025: Szef PSL chce zbudować metro w 10 miastach w Polsce – przedstawił wyliczenia, <https://wiadomosci.onet.pl/kraj/szef-psl-chce-zbudowac-metro-w-10-miastach-w-polsce-przedstawil-wyliczenia/klb04pt> [dostęp: 17.11.2025].
- Polskie Radio, 2025: Kosiniak-Kamysz zapowiada budowę metra w 10 miastach, <https://polskie-radio24.pl/artykul/3607913,kosiniak-kamysz-zapowiada-budowe-metra-w-10-miastach> [dostęp: 17.11.2025].
- Railway Technology, 2020: The oldest metros in Europe, <https://www.railway-technology.com/features/oldest-metros-in-europe> [dostęp: 01.11.2025].
- Rudnicki A., 2019: Przyczynek do dyskusji nad problemami rozwoju szynowego transportu zbiorowego w dużych miastach – casus Krakowa, *Transport Miejski i Regionalny* 4, 18–26.
- Ruvio A., Lamedica R., 2023: Electric transportation, [in:] J. Garcia (ed.), *Encyclopedia of Electrical and Electronic Power Engineering*, Elsevier, Amsterdam, 337–349.
- Siwak D., 2025: PSL: W tych miastach ma być metro! Koszt: 32 mld zł, *Transport Publiczny*, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/w-tych-miastach-psl-proponuje-metro-koszt-32-mld-zl-88798.html> [dostęp: 17.11.2025].
- Sweco Group, 2024: Expanding the metro infrastructure in Europe, <https://www.swecogroup.com/topical/mobility-and-transport/expanding-the-metro-infrastructure-in-europe/> [dostęp: 11.11.2025].
- SYSTRA, Usbek & Rica, 2020: The future of the metro, <https://www.systra.com/wp-content/uploads/2020/07/the-future-of-the-metro-booklet.pdf> [dostęp: 11.11.2025].

- Tofiluk A., Domagalski M., Wiktorzak B., 2023: Analiza wybranych aspektów przestrzeni warszawskiego metra w kontekście dostosowania do potrzeb osób z niepełnosprawnością ruchu, *Builder* 2(307), 20–26, <https://doi.org/10.5604/01.3001.0016.2138>
- Urząd m.st. Warszawy, 2024: Pora na projekt trzeciej linii metra, <https://um.warszawa.pl/-/pora-na-projekt-trzeciej-linii-metra> [dostęp: 11.11.2025].
- Romanowski T., 1987: The first metro line in Warsaw, *Tunnelling and Underground Space Technology* 2(1), 55–58, [https://doi.org/10.1016/0886-7798\(87\)90142-8](https://doi.org/10.1016/0886-7798(87)90142-8)
- Wiśniewski L., 2021: Efektywny transport czy dystrybucja prestiżu? Czy polskie miasta potrzebują metra? Klub Jagielloński, <https://klubjagiellonski.pl/2021/09/15/efektywny-transport-czy-dystrybucja-prestizu-czy-polskie-miasta-potrzebuja-metra/> [dostęp: 11.11.2025].
- ZTM, 2024: Raport 2024, Zarząd Transportu Miejskiego w Warszawie, https://www.ztm.waw.pl/wp-content/uploads/2025/03/raport_ZTM_2024.pdf [dostęp: 11.11.2025].