

Komunikacja miejska w Polsce w latach 2009-2021

Julita Bednarska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: juljta147@gmail.com

Weronika Strzemińska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: weronikastrzeminska1@gmail.com

Gabriela Tarasiuk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: gabrysia.tarasiuk6@gmail.com

Beata Madras-Kobus

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: b.kobus@pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2023-0021

Streszczenie

Komunikacja miejska to zintegrowany system, który świadczy usługi transportowe na terenach miejskich oraz podmiejskich. Najczęściej z tych usług korzystają: młodzież w wieku szkolnym, studenci oraz osoby bez uprawnień do prowadzenia pojazdu. Celem artykułu jest analiza dynamiki liczby pasażerów, liczby czynnych przystanków oraz długości buspasów w województwach Polski. Szczegółową analizą zostało objęte województwo podlaskie. Uzyskane w wyniku analizy wyniki wskazały, że liczba przewozów pasażerskich w latach 2009-2019 w Polsce utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Natomiast w roku 2020 pandemia koronawirusa gwałtownie obniżyła liczbę osób korzystających z tej formy komunikacji. W 2021 roku zaobserwowano powrót pasażerów do korzystania z transportu zbiorowego, zaś w województwie podlaskim zaobserwowano jeden z większych wzrostów liczby przewozów pasażerów w Polsce, nastąpił wtedy wzrost o 49% w porównaniu do roku 2020. Ważnym elementem analizowanego zjawiska jest infrastruktura drogowa. Jej rozbudowa

przyczyniła się do zwiększenia długości buspasów i zwiększenia liczby czynnych przystanków. W 2021 roku długości buspasów w niektórych województwach charakteryzowały się szczególnie wysokimi przyrostami tj. 654%, 500% w porównaniu do roku 2015. Województwo podlaskie w tych latach charakteryzowało się jednym z niższych przyrostów, na poziomie ok. 66%. Największe wzrosty liczby czynnych przystanków w roku 2021 zarejestrowano w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim. Wynosiły one około 12% w porównaniu do roku 2018. Natomiast najmniejszy wzrost w tych latach wystąpił w województwach zachodniopomorskim i lubuskim. Wyniósł ok. 3%. W niniejszym opracowaniu dokonano podziału województw Polski na grupy o podobnym poziomie rozwoju komunikacji miejskiej w roku 2021 wykorzystując w tym celu aglomeracyjną metodę Warda z odległością euklidesową oraz metodę k-średnich. Pozwoliło to na zbudowanie skupisk województw o podobnym stopniu rozwoju komunikacji miejskiej.

Słowa kluczowe

komunikacja miejska, transport, analiza dynamiki, metody grupowania

Wstęp

Komunikacją miejską, zwaną także transportem miejskim, określaną jest regularny, publiczny transport zbiorowy, świadczony na zlecenie samorządowego organizatora transportu [Wyszomirski, 2008, s. 12]. Taki transport jest uważany za niezbędny element prawidłowego funkcjonowania infrastruktury miejskiej. Pełni on istotną rolę w społeczeństwie mimo, iż stale wzrasta liczba rejestrowanych pojazdów samochodowych. Transport miejski można podzielić na następujące podgrupy: autobusy, trolejbusy, tramwaje, metro oraz kolej miejska [Zalewska, 2008, s. 1800]. Najpopularniejszym spośród powyżej wymienionych jest transport autobusowy, ponieważ pojazdy te są zarówno powszechne, jak i ogólnodostępne. Niemniej na ten wysoki popyt wpływa, oprócz powszechności i dostępności, wiele czynników, w tym m.in. bilety ulgowe (przysługujące uczniom, studentom, emerytom, rencistom), rozbudowana sieć połączeń, chęć zaoszczędzenia czasu oraz ekologiczny charakter tego środka transportu. Popularność przewozów pasażerskich wynika również z faktu, iż przeważająca liczba ludności często przemieszcza się z jednego miejsca do drugiego wykorzystując do tego celu najtańszy sposób komunikacji, czyli transport zbiorowy. W szczególności są to uczniowie i studenci, którzy codziennie zmagają się z dojazdem z miejsca zamieszkania do szkół i uczelni. Innym, ważnym aspektem zwiększającym popularność komunikacji miejskiej są także buspasy, po-

nieważ to właśnie dzięki nim autobusy mogą sprawniej przewozić pasażerów. Występowanie buspasów usprawnia ruch autobusowy podczas godzin szczytu, kiedy na drogach występują liczne zatory drogowe. Oprócz nich, bezpośredni wpływ na sprawną komunikację ma odpowiednio rozbudowana infrastruktura, a zwłaszcza rozmieszczenie przystanków w kluczowych lokalizacjach (czyli blisko szkół, uczelni, centrum miasta czy ośrodków sportowych).

Celem artykułu jest analiza dynamiki zmian, jakie miały miejsce w ostatnich latach w odniesieniu do takich zmiennych jak liczba pasażerów, liczba czynnych przystanków czy długości buspasów w województwach Polski. Poza powyższym, celem jest też wskazanie województw o podobnym stopniu rozwoju komunikacji miejskiej. Podczas prowadzonych badań szczegółową analizą zostało objęte województwo podlaskie.

Analizy zostały przeprowadzone przy użyciu programów Excel oraz Statistica.

1. Przegląd literatury

Transport miejski jest usługą świadczoną na zlecenie samorządowego organizatora transportu w celu przemieszczania ludności na terenach miejskich oraz podmiejskich. Do najpowszechniejszych powodów dla których jest ona świadczona należy konieczność dojazdu do pracy, szkół oraz uczelni wyższych, co jest następstwem przestrzennego oddzielenia tych obiektów od miejsc zamieszkania [Lijewski, 1986, s.230]. Gwałtowny wzrost populacji w miastach na całym świecie skutkuje poszerzeniem granic miast, rozbudową nowych dzielnic i osiedli, co wymaga ciągłych inwestycji w rozbudowę komunikacji miejskiej, niezbędnej aby zaspokoić potrzeby mieszkańców [Podoski, 1985, s.15]. Wiąże się to z modernizacją istniejących oraz powstawaniem nowych obiektów na potrzeby komunikacji miejskiej. Dlatego ciekawe i potrzebne wydaje się zdefiniowanie potrzeb komunikacyjnych na terenach miejskich. Warto w tym miejscu nadmienić, że wewnętrzne potrzeby transportowe na obszarach zurbanizowanych wykazują złożoną strukturę, jednak charakteryzują się pewnymi uniwersalnymi cechami, umożliwiającymi ich podział i klasyfikację. Podział ten opiera się przede wszystkim na celu podróży, który określa między innymi odległość, częstotliwość i wybór odpowiedniego środka transportu. W literaturze rozróżnia się również ogólne kategorie celów podróży, takie jak: cele zawodowe, bytowe, rekreacyjne czy pozostałe [Wyszomirski, 2008, s. 59].

Aby jakkolwiek środek transportu mógł zostać zaliczony do kategorii transportu zbiorowego (publicznego), konieczne jest spełnienie trzech podstawowych warunków [Podoski, 1985, s.101]:

- 1) Środek transportu publicznego musi być dostępny dla każdego, kto przestrzega obowiązujących przepisów i spełnia wymogi finansowe, takie jak opłata za przejazd lub posiadanie odpowiednich uprawnień do podróży bezpłatnej.
- 2) Przejazdy komunikacji miejskiej powinny być zaplanowane i realizowane według sztywnych rozkładów jazdy, niezależnie od poziomu zapełnienia, z uwzględnieniem minimalnych odstępów czasowych między pojazdami, wynoszących nie więcej niż kilkanaście minut poza godzinami szczytu i nie więcej niż 10 minut w godzinach szczytu. W przypadku przekroczenia tych odstępów, należy ujawnić i przestrzegać rozkładu jazdy umożliwiającego podróżnym przybycie na przystanki o określonych godzinach.
- 3) Pojazdy komunikacji miejskiej muszą poruszać się po wyznaczonych trasach i zatrzymywać się na wyznaczonych przystankach.

Środki transportu, które nie spełniają opisanych warunków, powinny być traktowane jako indywidualne środki transportu [Podoski, 1985, s.101].

Aby móc spełniać oczekiwania coraz większej liczby mieszkańców w odniesieniu do transportu miejskiego konieczne jest usprawnienie jego działania i rozbudowa odpowiedniej infrastruktury, co jest inwestycją strategiczną. Wspomniana infrastruktura transportu to inaczej infrastruktura różnych gałęzi transportu o specyfice wynikającej z dostosowania jej do obsługi potrzeb przewozowych, występujących wewnątrz obszarów zurbanizowanych [Rydzkowski i Wojewódzka-Król, 2006, s. 214]. W jeszcze innym zakresie infrastruktura transportu miejskiego może być rozumiana jako stworzone przez człowieka trwałe, zlokalizowane, liniowe i punktowe obiekty użytku miejskiego, pełniące funkcje przemieszczania się osób i ładunków [Gługiewicz, 1994, s. 28]. Spośród tych elementów można wyróżnić trasy, przystanki, stacje końcowe (pętle), węzły przesiadkowe (integracyjne) i zajezdnie [Wyszomirski, 2008, s. 34].

Należy podkreślić, że stan infrastruktury ma zasadnicze znaczenie dla tempa i rozmiarów rozwoju miasta. Ponadto jest procesem przemian zachodzących w przestrzeni ulicznej mających bezpośredni wpływ na usprawnienia komunikacji wewnątrzmięskiej [Bugowski, 2018, s.362]. Odpowiednio rozwinięty i funkcjonujący system transportu publicznego może wpłynąć na zwiększenie atrakcyjności miasta dla mieszkańców i turystów, poprawić dostępność do różnych usług i miejsc pracy, a także zredukować negatywne skutki transportu indywidualnego, takie jak zanieczyszczenie powietrza i korki drogowe. Natomiast niedostatecznie rozwinięta lub zaniedbana infrastruktura transportu miejskiego może prowadzić do zwiększenia problemów komunikacyjnych, wzrostu kosztów przemieszczania się oraz ograniczeń w rozwoju miasta.

Najstarszym elementem infrastruktury jest sieć ulic, która może charakteryzować się mniej uporządkowaną lub przypadkową strukturą w przypadku starszych miast, czy też bardziej przemyślaną i planowaną w miastach rozwijających się później. Warto w tym miejscu dodać, że inwestycja w sieć komunikacyjną oznacza dla danego regionu lepszy dostęp do innych obszarów. Dzięki temu region sam jest również łatwiej dostępny, a jego przestrzeń wewnętrzna staje się niejako komunikacyjnie lepiej skoordynowana i zespolona [Domańska, 2006, s. 47-48].

Kolejnym elementem infrastruktury są czynne przystanki autobusowe i szynowe. Ich liczba w poszczególnych województwach jest uwarunkowana ilością mieszkańców, ich potrzebami, rozwojem społeczno-gospodarczym oraz zurbanizowaniem danego obszaru. Rozlokowanie przystanków w ulicach miejskich jest wyznaczane poprzez: występowanie sygnalizacji świetlnej, sposób sterowania ruchem ulicznym, wygodny dostęp dla pasażerów wsiadających i wysiadających oraz pieszych znajdujących się w pobliżu, którzy w danej chwili nie korzystają z transportu miejskiego. Dodatkowo wpływ ma uwarunkowanie ruchu pojazdów i pieszych na skrzyżowaniach w wybranym obszarze czy parametry skrzyżowań dla autobusów na skrzyżowaniach. Z kolei przebieg komunikacji szynowej nie jest obligatoryjnie związany z trasami ulicznymi, w przeciwieństwie do trasy autobusów, które są prowadzone z innym ruchem samochodowym w tej samej ulicy, przeważnie po wspólnej jezdni.

Droga jako podstawowy element transportu jest używana od początku istnienia ludzkości i należy, obok układów osadniczych, do najtrwalszych elementów zagospodarowania przestrzennego [Karbowski, 2009, s.10]. Droga wykorzystywana jest w codziennych przejazdach samochodów osobowych czy środków transportu lub komunikacji miejskiej. Dla autobusów w miejscach o wysokiej intensywności ruchu stosuje się wydzielanie specjalnych ulic, jezdni bądź pasów przeznaczonych dla nich, z dopuszczeniem ruchu pojazdów wykonujących odpłatny przewóz pasażerów oraz pojazdów zasilanych elektrycznie z dopuszczoną przez zarządcę drogi liczbą osób [Wyszomirski, 2008, s. 34]. W wielu miejscach tworzone są tzw. buspasy, umożliwiające środkom komunikacji miejskiej szybsze poruszanie się, szczególnie w godzinach szczytu [Zielińska, 2018, s. 981].

Warto zaznaczyć, że efektywność wydzielania dedykowanych pasów dla komunikacji miejskiej powinna być oparta na analizie kosztów i korzyści, które wynikają z tej decyzji. Należy w tym procesie uwzględnić fakt, że korzyści dla pasażerów korzystających z transportu zbiorowego muszą przeważać straty poniesione przez pasażerów korzystających z transportu indywidualnego. Dlatego też, w celu ułatwienia komunikacji miejskiej i zwiększenia jej efektywności, często konieczna jest

przebudowa dróg oraz zmiana organizacji ruchu, w tym wprowadzenie pierwszeństwa przejazdu dla autobusów i trolejbusów na skrzyżowaniach.

Na zakończenie opisu infrastruktury transportowej należy opisać jej użyteczność. Pasażer transportu zbiorowego oczekuje usługi dostosowanej do jego potrzeb, co stanowi jakość odczuwaną (która nie zawsze jest możliwa do spełnienia) [Kłos-Adamkiewicz i Załoga, 2017, s. 37]. Jednym z głównych czynników wpływających na odczuwaną jakość transportu miejskiego jest bezpieczeństwo, na którym zależy większość pasażerów. Istnieje wiele metod zapewniania bezpieczeństwa w środkach komunikacji miejskiej. Do takich metod możemy zaliczyć monitoringi, audyty i inspekcje bezpieczeństwa, badania wypadków lub zintegrowane systemy bezpieczeństwa [Krystek, 2010, s. 117-118]. Koniecznością jest, aby świadomość dotycząca znaczenia bezpieczeństwa osobistego stale wzrastała, zarówno wśród pasażerów jak i organów odpowiedzialnych za ich przewozy.

Na koniec wartym podkreślenia jest ekologiczny wymiar transportu publicznego, który może mieć kluczowe znaczenie przy wyborze opisywanego środka komunikacji w porównaniu do pojazdów prywatnych. Wraz z rozwojem dróg oraz wzrostem liczby zarejestrowanych pojazdów w Polsce, zanieczyszczenie powietrza staje się coraz większym problemem w silnie zurbanizowanych miastach. Smog transportowy spowodowany jest emisją spalin z pojazdów mechanicznych, ścieraniem się nawierzchni dróg, opon i klocków hamulcowych oraz unoszeniem się pyłów pod wpływem ruchu drogowego [Malasek, 2019, s.97]. W ostatnich latach medialność tego tematu przyczyniła się do podwyższenia świadomości społecznej na temat zagrożeń z nim związanych. Ekologiczne rozwiązania zrównoważonego transportu publicznego zakładają redukcję emisji spalin pojazdów komunikacji miejskiej. Jednym z rozwiązań dążących do poprawy jakości jest rozwój technologii. Coraz częściej prezydenci i burmistrzowie polskich miast postrzegają zakup nowoczesnych autobusów elektrycznych i gazowych jako szansę na rozwój ośrodków miejskich [<https://biznestuba.pl/biznes-na-zywo/bio-biznes/ekologiczny-transport-miejski-czy-to-mozliwe/>, 07.05.2023]. Wśród programów promujących ekologiczną komunikację miejską znajduje się inicjatywa "Zielony Transport Publiczny", realizowana przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) [<https://sozosfera.pl/ochrona-powietrza/zielonytransport-publiczny-czyli-zielona-rewolucja-w-komunikacji-publicnej/>, 07.05.2023]. Inicjatywa ta koncentruje się na zwiększaniu efektywności energetycznej pojazdów, wykorzystaniu alternatywnych źródeł energii, takich jak energia elektryczna czy paliwa niskoemisyjne oraz poprawie dostępności i jakości usług transportu publicznego.

2. Metodyka badań

Do analizy zjawiska transportu miejskiego w niniejszym artykule wykorzystano metody statystyczne służące do badania zmian zjawisk w czasie oraz do budowania grup podobnych obiektów. Metody statystyczne, to metody badania prawidłowości występujących w zjawiskach masowych [Kot i in., 2011, s. 9]. Mają one zastosowanie we wszystkich dziedzinach, które są powiązane z analizą danych [Kot i in., 2011, s. 10]. Wśród metod wykorzystywanych w statystyce można wyróżnić m.in. miary dynamiki oraz metody grupowania, które zastosowano w niniejszym artykule. Miary dynamiki pozwalają określić tempo rozwoju badanych zjawisk oraz odnotować wzrost, spadek lub brak zmian w określonym czasie. Natomiast metody grupowania pozwalają na wskazanie skupisk obiektów, które są podobne pod względem określonego zjawiska.

W ramach opracowania, do zbadania tendencji zmian zostały użyte przyrosty absolutne, które są różnicą wielkości badanego zjawiska między dwoma, różnymi okresami [Józwiak, Podgórski, 2006, s. 457]:

$$\Delta y_{1/0} = y_1 - y_0,$$

gdzie:

y_1 – poziom zjawiska w okresie badanym,

y_0 – poziom zjawiska w okresie przyjętym za podstawę,

oraz przyrosty względne stanowiące procent przyrostów absolutnych [Józwiak, Podgórski, 2006, s. 457; Kot, Jakubowski i Sokołowski, 2011]:

$$d_{1/0} = \frac{y_1 - y_0}{y_0}$$

Ponadto obliczono średnioroczne tempo zmian, które jest średnią geometryczną z indeksów łańcuchowych pomniejszoną o jeden [Starzyńska, 2005]:

$$\bar{d} = \bar{i} - 1$$

gdzie:

$\bar{i} = \sqrt[n-1]{i_{2/1} i_{3/2} \dots i_{n/n-1}}$ – średnia geometryczna z indeksów łańcuchowych.

W analizie zastosowano również metody taksonomiczne, które pozwalają m.in. na wyodrębnianie w zbiorze obiektów wielocechowych grup zwanych skupieniami (grupami). Obiekty (tu województwa) należące do tego samego skupienia są podobne ze względu na określony zbiór cech. Obiekty należące do dwóch różnych skupień są obiektami niepodobnymi. Podstawą badania tak rozumianego podobieństwa

jest macierz odległości tych obiektów [Pociecha i in., 1988, s. 83]. Dokonując klasyfikacji województw oparto się m.in. na metodzie klasyfikacji Warda, należącej do metod aglomeracyjnych kombinatorycznych. Dendrogram zbudowano dla całej struktury, a następnie dokonano podziału na trzy skupienia. Warto w tym miejscu podkreślić, że wyodrębnione skupienia nie dają podstawy do jednoznacznej oceny, która klasa składa się z województw lepszych, a która z gorszych. Metoda ta pozwala jedynie na dokonanie podziału badanych obiektów.

Inną metodą, niehierarchiczną, pozwalającą na klasyfikację województw w grupy o podobnym stopniu rozwoju jest metoda *k*-średnich. Dzieli ona wszystkie badane obiekty na *k* wcześniej ustalonych klas. W niniejszej analizie województwa Polski podzielono na 3 grupy podobne do siebie pod względem rozwoju komunikacji miejskiej. Następnie obliczono średnie wewnątrzgrupowe, co pozwoliło na porównanie województw między grupami i wskazanie grupy o najlepiej i najgorzej rozwiniętej infrastrukturze w roku 2021.

W badaniach, których wyniki prezentowane są w niniejszym opracowaniu wykorzystano dane z Głównego Urzędu Statystycznego dotyczące komunikacji miejskiej w województwach Polski w latach 2009-2021.

3. Wyniki badań

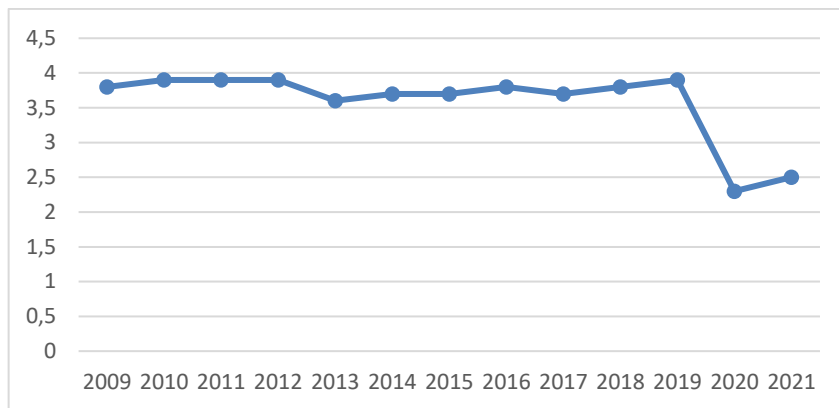
Do analizy zmian w komunikacji miejskiej w niniejszym artykule wykorzystano dane dotyczące liczby przewozów pasażerskich w latach 2009-2021, długości buspasów w latach 2013-2021 oraz liczby czynnych przystanków w latach 2018-2021. Różnice w długości szeregów czasowych wynikają głównie z dostępności danych, a także potrzeb artykułu.

W pierwszym kroku poddano analizie dane dotyczące liczby przewozów pasażerów. Zostały one przedstawione na rysunku 1.

Analizując rysunek 1 można zauważyć, że największą liczbę przewozów pasażerskich zaobserwowano w 2010 roku i wynosiła ona 3,91 mld, zaś najmniejszą w 2020 r. i było to 2,27 mld osób. Średnia liczba przewiezionych osób w badanym okresie czasu wynosiła 3,57 mld osób, przy czym liczba pasażerów przeciętnie różniła się od tej wielkości o 0,53 mld osób.

Analizując zmiany jakie zaszły w badanym czasie w liczbie przewiezionych osób warto zauważyć, że w okresie pierwszych 10 lat liczba pasażerów utrzymywała się na zbliżonym poziomie – średnia wynosi 3,78 mld osób a liczba przewozów pasażerów przeciętnie różni się od średniej arytmetycznej o 0,09 mld osób. Czynnikiem wpływającym na spadek liczby przewozu pasażerów w latach 2020-2021 była

pandemia koronawirusa, która skutkowała nałożeniem restrykcji na przejazdy transportu miejskiego.



Rys. 1. Liczba przewozów pasażerskich w Polsce w latach 2009-2021 (mld osób)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

Szczegółowe wyniki analizy dynamiki zmian jakie dokonały się w poszczególnych województwach w latach 2009-2021 przedstawiono w tabeli 1. Prezentując wyniki zestawiono zmiany jakie dokonały się w latach 2009-2019 ze zmianami jakie zaszły w okresie pandemii, czyli w latach 2020-2021 (tabela 1).

Tab. 1. Zmiany liczby przewozów pasażerskich w województwach Polski

	średnioroczne tempo zmian w latach 2009-2019 (%)	$\Delta_{2020/2019}$ (mln osób)	$d_{2020/2019}$ (%)	$\Delta_{2021/2020}$ (mln osób)	$d_{2021/2020}$ (%)	średnioroczne tempo zmian w latach 2009-2021 (%)
dolnośląskie	1,3	-98	-38	1	0	-2,8
kujawsko-pomorskie	-0,2	-60	-35	5	5	-3,2
lubelskie	3,9	-60	-41	4	5	-0,8
lubuskie	-0,8	-11	-26	1	3	-2,8
łódzkie	2,9	-100	-39	2	1	-1,7
małopolskie	2,1	-211	-46	4	2	-3,3
mazowieckie	-0,4	-459	-45	69	12	-4,2
opolskie	-1,2	-11	-40	-1	-7	-5,7
podkarpackie	1,6	-41	-56	4	11	-4,6
podlaskie	-0,6	-55	-57	20	49	-4,2

	średnioroczne tempo zmian w latach 2009-2019 (%)	$\Delta_{2020/2019}$ (mln osób)	$d_{2020/2019}$ (%)	$\Delta_{2021/2020}$ (mln osób)	$d_{2021/2020}$ (%)	średnioroczne tempo zmian w latach 2009-2021 (%)
pomorskie	0,3	-107	-36	15	8	-2,8
śląskie	-3,7	-172	-46	124	61	-4,2
świętokrzyskie	0,1	-13	-29	-1	-2	-2,9
warmińsko-mazurskie	-0,2	-21	-32	-18	-40	-7,4
wielkopolskie	1,4	-109	-35	13	6	-2,0
zachodniopomorskie	1,5	-65	-31	-12	-9	-2,5

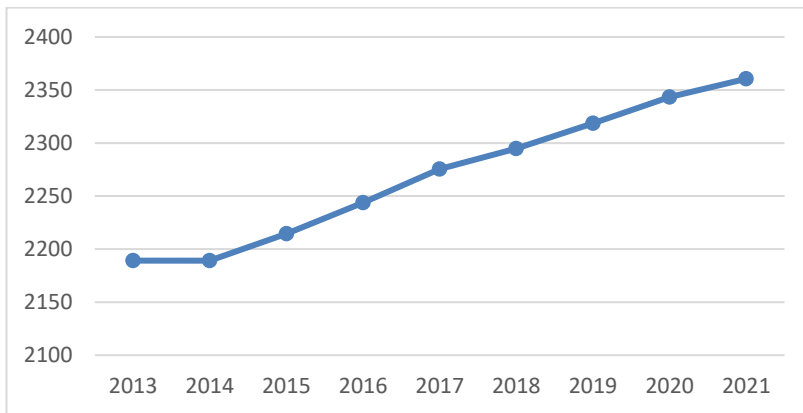
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

W latach 2009-2019 zmiany liczby przewozów pasażerskich w województwach Polski były niewielkie. Największe średnioroczne tempo zmian odnotowało województwo lubelskie (3,9% wzrostu z roku na rok) oraz śląskie (3,7% spadku z roku na rok). Najmniejsze zmiany można zauważyć w województwie śląskim (0,1%). W 2020 roku w porównaniu do 2019 r. we wszystkich województwach znacząco zmniejszyła się liczba przewiezionych pasażerów. Było to spowodowane ograniczeniami wywołanymi przez pandemię oraz obawy wielu osób przed kontaktami z innymi. W roku 2021 w porównaniu do 2020 r. w większości województw liczba przewozów pasażerskich zaczęła rosnąć lub przynajmniej zmniejszyła się jej spadek. Jedynie w województwie warmińsko-mazurskim nastąpił dalszy spadek o 40%.

Liczba przewozów pasażerskich w województwie podlaskim w latach 2019-2009 malała średnio o 0,6% z roku na rok, natomiast w 2020 w porównaniu do roku 2019 odnotowano spadek o 57%. Regres, jak już wspomniano, spowodowany był wybuchem epidemii koronawirusa w roku 2020, który zmusił rząd do nałożenia restrykcji w zakresie poruszania się komunikacją miejską. Ponadto znaczna część pasażerów rezygnowała z podróży transportem zbiorowym z obawy przed zakażeniem. Natomiast w 2021 roku liczba przewozów pasażerskich wzrosła o 20 milionów, czyli o 49% w porównaniu do roku 2020, co w porównaniu z innymi województwami stanowiło znaczny wzrost. Wzrost ten był skutkiem zdjęcia ścisłych restrykcji przez państwo oraz adaptacją społeczeństwa do sytuacji epidemiologicznej.

Urbanizacja i rozwój obszarów miast wymaga rozbudowy infrastruktury drogowej, co pozwala na uzyskanie sprawnej komunikacji pomiędzy nowymi osiedlami, a centrum miasta. Ważnym elementem wpływającym na jakość usług komunikacji miejskiej są buspasy, pozwalające pojazdom komunikacji zbiorowej na omijanie „korków”, a tym samym na szybsze przemieszczanie się pasażerów. Na rysunku 2

zaprezentowano zmiany w długość buspasów w Polsce w latach 2013–2021. Analiza wykresu wskazuje na systematyczny ich wzrost, który jest w znacznej mierze wynikiem realizacji wielu projektów realizowanych przez duże miasta, mających na celu poprawę dostępności komunikacji miejskiej dla jak najszerszego grona pasażerów. Często to właśnie szybkość przewozu pasażerów buspasami stanowi istotny powód wybrania autobusu zamiast samochodu prywatnego przez mieszkańców miast.



Rys. 2. Długość buspasów w Polsce w latach 2013-2021 (km)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

Warto w tym miejscu podkreślić, że buspasy są stosunkowo nowym elementem w polskich miastach. Dopiero od 2015 roku dostępne są dane dotyczące ich długości we wszystkich województwach. Dlatego też analizę dynamiki w województwach przeprowadzono dla lat 2015-21 (tabela 2).

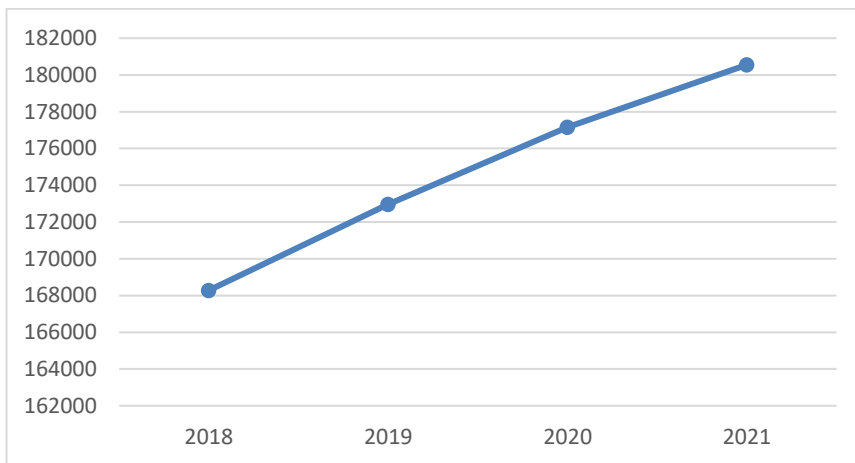
W analizowanym okresie największe średnioroczne tempo odnotowano w województwie śląskim (wzrost o 40% rok do roku). Ten dynamiczny wzrost spowodowany był prawdopodobnie rozwojem wielu zakładów przemysłowych na terenach miast wchodzących w skład tej aglomeracji, co skutkowało potrzebą rozbudowy komunikacji miejskiej i wdrożenia buspasów. Najmniejsze średnioroczne tempo odnotowano w województwie podkarpackim (średnioroczny wzrost wynoszący tylko o 0,1%). W województwie podlaskim w 2021 roku odnotowano wzrost wynoszący 8,4 km w porównaniu do roku 2015, a to stanowiło aż 66% poziomu z roku 2015. Głównym czynnikiem wpływającym na ten wzrost był najprawdopodobniej, realizowany na terenie Białegostoku, projekt dotyczący rozwoju infrastruktury transportu miejskiego. W województwie podlaskim w latach 2015-2021 długość buspasów wzrastała z roku na rok średnio o 9%.

Tab. 2. Zmiany długości buspasów w województwach Polski

	średnioroczne tempo zmian w latach 2015-2021 (%)	$\Delta_{2021/2015}$ (km)	$d_{2021/2015}$ (%)
dolnośląskie	4,8	7,1	32
kujawsko-pomorskie	19,0	11,6	184
lubelskie	27,9	10,8	338
lubuskie	26,0	0,6	300
łódzkie	8,2	11,5	61
małopolskie	4,0	6,6	26
mazowieckie	5,8	20,1	40
opolskie	34,8	1	500
podkarpackie	0,1	0,1	1
podlaskie	8,8	8,4	66
pomorskie	18,4	10,2	176
śląskie	40,0	15,7	654
świętokrzyskie	5,5	5,8	38
warmińsko-mazurskie	2,7	2,3	17
wielkopolskie	23,1	17,8	247
zachodniopomorskie	21	10,5	214

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

Innym czynnikiem wpływającym na dostępność komunikacji miejskiej są przystanki, a raczej ich liczba i lokalizacja. Liczba czynnych przystanków określa stopień dostępu do komunikacji dla mieszkańców, dlatego wielkość ta powinna stale się powiększać we wszystkich rejonach Polski. Wielu potencjalnych pasażerów zrezygnuje z autobusu jeśli będzie musiało iść dość daleko od przystanku do domu. I odwrotnie, przystanek znajdujący się „pod domem” może zachęcić do przesiadki z samochodu prywatnego do autobusu czy tramwaju. Ze względu na dostępność danych związanych z liczbą czynnych przystanków autobusowych tą zmienną analizowano tylko w latach 2018-2021.



Rys. 3. Liczba czynnych przystanków autobusowych w Polsce w latach 2018-2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

Na rysunku 3 można zauważyć, że w badanym okresie liczba czynnych przystanków autobusowych systematycznie rośnie. Niewątpliwie wynika to z faktu rozbudowy wielu miast oraz docierania komunikacji zbiorowej do większego rejonu niż tylko teren miasta. Ponadto zarządzający ZKM wiedzą, że muszą konkurować z prywatnymi środkami komunikacji, które są często wybierane przez indywidualnych pasażerów i właśnie dostępność przystanków autobusowych stanowi ważny czynnik zwiększania konkurencyjności komunikacji zbiorowej.

W latach 2021-2018 liczba czynnych przystanków w województwach Polski systematycznie rosła (tabela 3). Największy przyrost odnotowano w województwie podlaskim i warmińsko-mazurskim (średni wzrost o 4% z roku na rok), a najmniejszy w województwach lubuskim, podkarpackim i zachodniopomorskim (średnioroczny wzrost o 1%). W żadnym województwie nie odnotowano zmniejszenia się liczby czynnych przystanków, co bardzo dobrze świadczy o rozwoju dostępności komunikacji miejskiej w województwach Polski. W roku 2021 w porównaniu do 2018 r. największy przyrost zarejestrowano w województwie mazowieckim (przyszło 738 przystanków) oraz wielkopolskim (1303 przystanki), a najmniejszy w województwie zachodniopomorskim (174 przystanki) i lubuskim (109 przystanków). W 2021 roku liczba czynnych przystanków w województwie podlaskim wzrosła o 738 sztuk, co stanowiło 12% wzrostu w porównaniu z 2018 rokiem. Natomiast porównując rok 2021 z rokiem poprzednim wzrost wyniósł 170 sztuk, co stanowiło wzrost o 3%.

Tab. 3. Zmiany liczby czynnych przystanków w województwach Polski

	średnioroczne tempo zmian w latach 2018-2021 (%)	$\Delta_{2021/2018}$ (szt)	$d_{2021/2018}$ (%)	$\Delta_{2021/2020}$ (szt)	$d_{2021/2020}$ (%)
dolnośląskie	3	1007	9	371	3
kujawsko-pomorskie	3	874	8	247	2
lubelskie	2	764	6	229	2
lubuskie	1	109	3	-27	-1
łódzkie	2	785	7	7	0
małopolskie	3	1289	9	338	2
mazowieckie	2	1436	7	643	3
opolskie	3	407	10	107	2
podkarpackie	1	409	4	1	0
podlaskie	4	738	12	170	3
pomorskie	2	516	6	96	1
śląskie	2	812	6	215	2
świętokrzyskie	3	960	8	223	2
warmińsko-mazurskie	4	686	12	365	6
wielkopolskie	3	1303	9	341	2
zachodniopomorskie	1	174	3	69	1

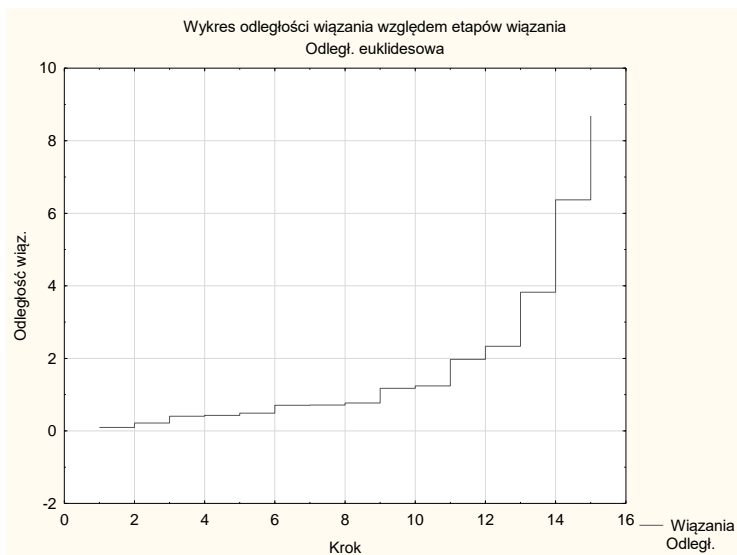
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

W dalszej analizie dokonano podziału województw Polski na klasy o podobnym stopniu rozwoju komunikacji miejskiej. Analizę wykonano dla omówionych wyżej zmiennych w roku 2021, tj.

- liczba przewozów pasażerskich (os),
- długość buspasów (km),
- liczba czynnych przystanków autobusowych (szt).

Aby doprowadzić zmienne do porównywalności zostały one wystandaryzowane.

W celu pokazania podobieństwa między województwami Polski w roku 2021 na podstawie zebranych danych, najpierw wykorzystano aglomeracyjną metodę Warda z odległością euklidesową.



Rys. 4. Wykres odległości

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego, przy użyciu programu Statistica.

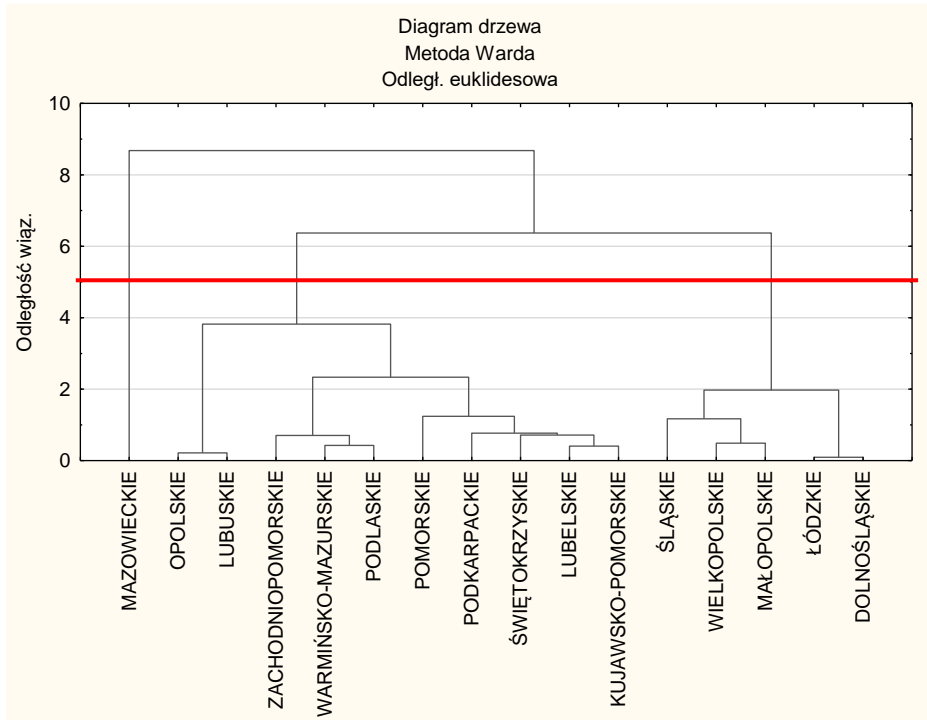
Po przeanalizowaniu wykresu odległości wiązania względem etapów wiązania (rysunek 4) zdecydowano, że odległość wiązania, jaką można przyjąć do odcinania gałęzi dendrogramu, wynosi ok. 5.

Otrzymano poszczególne grupy województw (rysunek 5):

- Grupa 1: mazowieckie,
- Grupa 2: opolskie, lubuskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie, pomorskie, podkarpackie, świętokrzyskie, lubelskie, kujawsko-pomorskie,
- Grupa 3: śląskie, wielkopolskie, małopolskie, łódzkie, dolnośląskie

W grupie pierwszej znajduje się województwo mazowieckie, które jest niepodobne do pozostałych województw w Polsce. W tym województwie znajduje się stolica kraju, w której komunikacja miejska pełni znaczącą rolę w dotarciu do pracy, szkoły lub uczelni. W grupie drugiej i trzeciej znalazły się województwa o mniejszym zaludnieniu, w których komunikacja miejska jest na niższym poziomie rozwoju niż w województwie z klasy 1. Druga grupa zawiera województwa o niższym poziomie rozwoju przemysłu, często o wyżej rozwiniętym rolnictwie. Do grupy trze-

ciej zakwalifikowane zostały województwa o dość wysokim poziomie rozwoju gospodarczego, który prawdopodobnie wymusił w nich rozwój infrastruktury komunikacji miejskiej.

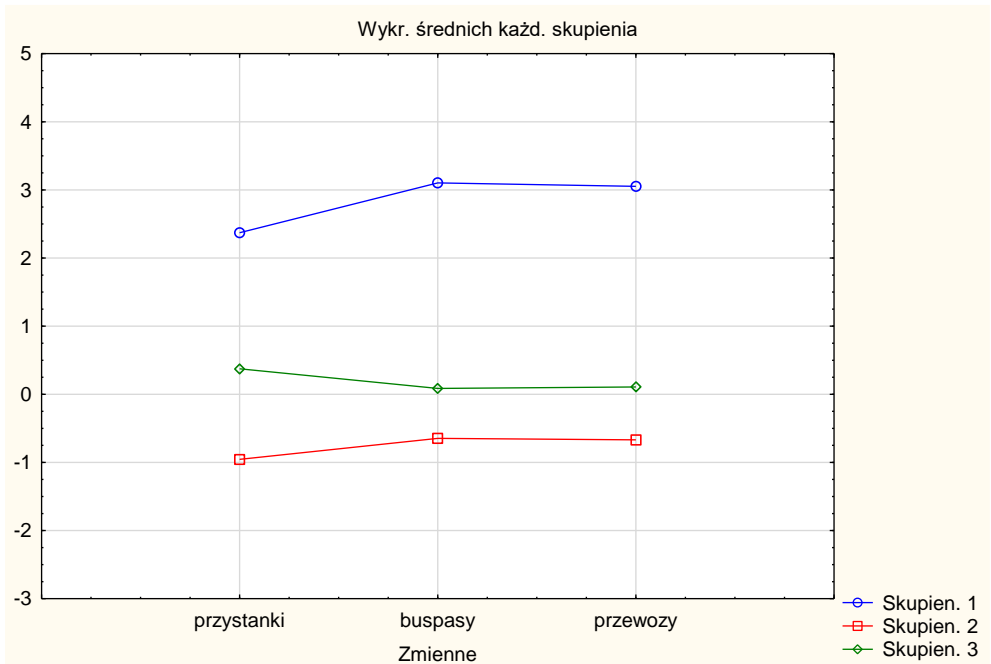


Rys. 5. Grupowanie województw w roku 2021 metodą Warda

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego, przy użyciu programu Statistica.

Następnie za pomocą metody k -średnich dokonano podziału województw na trzy klasy w oparciu o te same dane. Otrzymano następujące skupienia:

- Skupienie 1: mazowieckie,
- Skupienie 2: opolskie, lubuskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie, podkarpackie,
- Skupienie 3: śląskie, wielkopolskie, małopolskie, łódzkie, dolnośląskie kujawsko-pomorskie, lubelskie, pomorskie, świętokrzyskie.



Rys. 6. Średni poziom liczby przystanków, długości buspasów i liczby przewozów pasażerskich w skupieniach otrzymanych metodą k-średnich

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego, przy użyciu programu Statistica.

Dla każdego skupienia zostały obliczone średnie (rysunek 6), które pozwalają na stwierdzenie, że skupienie pierwsze (województwo mazowieckie) ma najwyższe średnie ze względu na każdą analizowaną zmienną. Skupienie drugie, czyli województwa opolskie, lubuskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie, podlaskie, podkarpackie mają średnie niższe niż województwo mazowieckie i zbliżone bardziej do województw w skupieniu trzecim. Skupienia zostały dobrane na podstawie poziomu rozbudowy infrastruktury drogowej, która ma bezpośrednie powiązanie z poziomem rozwoju społeczno-gospodarczego. Województwa należące do jednej grupy mogą wspierać się wzajemnie w planach dotyczących rozwoju komunikacji. Ponadto województwa należące do grup województw słabiej rozwiniętych pod względem komunikacji miejskiej mogą korzystać z doświadczeń i dobrych praktyk województw lepiej rozwiniętych.

Podsumowanie

Podsumowując można stwierdzić, że w badanych latach komunikacja miejska w województwach Polski rozwijała się głównie pod względem infrastruktury. Natomiast liczba przewozów pasażerskich w latach 2009-2019 pozostawała na stabilnym poziomie, a w 2020 roku zaczęła gwałtownie maleć w wyniku wprowadzenia obostrzeń związanych z pandemią koronawirusa. Obostrzenia te obejmowały m.in. ograniczenia w ruchu międzynarodowym, zamknięcie granic, zakaz przemieszczania się w niektórych regionach kraju oraz ograniczenia w przemieszczaniu się komunikacją publiczną. Stopniowe znoszenie obostrzeń przyczyniło się jednak do odwrócenia trendu spadkowego wielkości tego typu transportu. W 2021 roku liczba przewozów pasażerów zaczęła wzrastać. Największy wzrost odnotowano w województwie śląskim, gdzie liczba pasażerów zwiększyła się o 61% w porównaniu z rokiem poprzednim. Kolejne miejsce zajęło województwo podlaskie, gdzie wzrost wyniósł 49%.

Cały czas, niezależnie od pandemii, inwestowano w infrastrukturę zwiększającą dostępność do komunikacji miejskiej (liczba przystanków) oraz konkurencyjność (długość buspasów). W roku 2021 odnotowano znaczący wzrost długości buspasów w Polsce w porównaniu z rokiem 2015. Największy wzrost odnotowano w województwie śląskim, gdzie długość buspasów zwiększyła się o 654%. W drugiej kolejności znalazło się województwo opolskie, gdzie długość buspasów zwiększyła się o 500%. Warto jednak zaznaczyć, że nie wszystkie regiony kraju charakteryzowały się tak dużymi wzrostami. W województwie podlaskim przyrost był jednym z niższych i wyniósł 66%.

O dostępności komunikacji miejskiej świadczy również liczba przystanków autobusowych. W roku 2021 odnotowano wzrost liczby czynnych przystanków autobusowych w Polsce w porównaniu do roku 2018. Największe wzrosty zanotowano w województwie podlaskim i warmińsko-mazurskim, gdzie liczba czynnych przystanków zwiększyła się o 12%. Z kolei województwo zachodniopomorskie i lubuskie odnotowały najniższy wzrost liczby czynnych przystanków w badanych latach, wynoszący jedynie 3%. Wzrost liczby czynnych przystanków autobusowych wpływa na poprawę jakości transportu miejskiego i może zachęcać mieszkańców Polski do przesiadania się z samochodów prywatnych do komunikacji miejskiej.

Podział na klasy województw o podobnych profilach pozwolił na wskazanie grupy województw o najsilniej rozwiniętej komunikacji miejskiej, czyli woj. mazowieckie, które okazało się niepodobne do innych. W drugiej grupie znalazły się województwa o niższym poziomie rozwoju przemysłowego, często o wyżej rozwinię-

tym rolnictwie. Do grupy trzeciej zakwalifikowane zostały województwa o dość wysokim poziomie rozwoju gospodarczego, który prawdopodobnie wymusił w nich rozwój infrastruktury komunikacji miejskiej. Województwa słabiej rozwinięte np. woj. podlaskie może inspirować się różnorodnymi pomysłami od grup najsilniej rozwiniętych. Ponadto województwa o podobnym stopniu rozwoju sąsiadujące ze sobą takie jak woj. podlaskie i warmińsko-mazurskie mogą realizować wspólne projekty dotyczące zwiększenia np. długości ścieżek rowerowych na ich obszarze. Warto również podkreślić, że inwestycje w rozwój infrastruktury komunikacyjnej są ważne nie tylko z punktu widzenia pasażerów, ale także ze względu na poprawę warunków pracy i bezpieczeństwa kierowców.

ORCID iD

Beata Kobus-Madras: <https://orcid.org/0000-0001-6380-2244>

Literatura

1. Bugowski R. (2018), *Miasto w ruchu: studium z dziejów przemieszczania na przykładzie społeczeństwa Torunia 1891-1939*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
2. Domańska A. (2006), *Wpływ infrastruktury transportu drogowego na rozwój regionalny*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
3. Gługiewicz Z. (1994), *Gospodarowanie w transporcie miejskim*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań.
4. GUS - Bank Danych Lokalnych (stat.gov.pl) [08.05.2023] .
5. Józwiak J., Podgórski J. (2006), *Statystyka od podstaw*, PWE, Warszawa 2006
6. Karbowski H. (2009), *Podstawy infrastruktury transportu*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi, Łódź.
7. Kłós-Adamkiewicz Z., Załoga E. (2017), *Miejski transport zbiorowy. Kształtowanie wartości usługi dla pasażera w świetle wyzwań nowej kultury mobilności*, Wydawnictwo BEL Studio, Warszawa.
8. Kot S. M., Jakubowski J., Sokołowski A. (2011) *Statystyka*, Difin, Warszawa 2011
9. Krystek R. (2010), *Zintegrowane systemy bezpieczeństwa transportu*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
10. Lijewski T. (1986), *Geografia transportu Polski*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

11. Malasek J. (2009), *Innowacyjny transport w ekomieście*, Dział Wydawnictw Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, Warszawa.
12. Pocięcha J., Podolec B., Sokołowski A., Zając K. (1988), *Metody taksonomiczne w badaniach społeczno-ekonomicznych*, PWN, Warszawa.
13. Podoski J. (1985) *Transport w miastach*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
14. Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K. (2006), *Transport*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
15. Starzyńska W. (2005), *Statystyka praktyczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
16. Wyszomirski O. (2008), *Transport miejski. Ekonomika i organizacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
17. Zalewska A. (2017), *Dobór środków transportu komunikacji zbiorowej do tras przejazdów oraz potrzeb pasażerów*, Katedra Pojazdów Samochodowych Politechnika Lubelska, Lublin.
18. Zielińska E. (2018) *Analiza zapotrzebowania na transport miejski w Polsce*, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów.
19. <https://biznestuba.pl/biznes-na-zywo/bio-biznes/ekologiczny-transport-miejski-czy-to-mozliwe/> [07.05.2023].
20. <https://sozosfera.pl/ochrona-powietrza/zielonytransport-publiczny-czyli-zielona-rewolucja-w-komunikacji-publicznej/> [07.05.2023].

Public Transportation in Poland in 2009-2021

Abstract

Public transportation is an integrated system that provides transport services in urban and suburban areas. The services are typically used by school-age youth, students, and individuals who do not have a driver's license. The aim of the article is to analyse the dynamics of changes in relation to the number of passengers, active stops, and the length of bus lanes in the voivodeships of Poland. In-depth analysis was conducted on the Podlaskie province. The number of passenger transportations in Poland remained at a similar level between 2009-2019. In 2020, the coronavirus pandemic significantly reduced this level. In 2021 a return of public transport usage was observed, while the Podlaskie province was characterized by one of the highest increases in the number of passenger transportations in Poland, representing a 49% increase compared to 2020. An important factor in the analyzed phenomenon is road infrastructure. Its expansion contributed to an increase in the length of

bus lanes and the number of active stops. In 2021, the length of bus lanes in some voivodeships was characterized by particularly high increases, namely 654% and 500% compared to 2015. The Podlaskie voivodeship had one of the lowest increases during these years, at around 66%. The largest increases in the number of active stops in 2021 were registered in the Podlaskie and Warmian-Masurian voivodeships, at 12% compared to 2018. The smallest increase during these years occurred in the West Pomeranian and Lubusz voivodeships, at 3%. Moreover, using the agglomerative Ward method with Euclidean distance and k-means method, the voivodeships of Poland were divided into groups with a similar level of development of public transport in 2021.

Key words

public transportation, transport, dynamics analysis, grouping methods