

Arkadiusz KOŁOŚ*, Jakub TACZANOWSKI**, Łukasz FIEDENŹ***

ELEKTROMOBILNOŚĆ W TRANSPORCIE PUBLICZNYM W MAŁYCH MIASTACH W POLSCE

ELECTROMOBILITY IN PUBLIC TRANSPORT IN SMALL TOWNS IN POLAND

ABSTRAKT: Celem niniejszego artykułu jest charakterystyka i ocena procesu wdrażania elektrycznego transportu miejskiego w ośrodkach liczących między 10 000 a 25 000 mieszkańców. Na 98 polskich miast z tego przedziału wielkościowego autobusy elektryczne eksploatuje niecałe 20%, czyli 20 ośrodków, w których kursują łącznie 62 takie pojazdy. Małe miasta wykazywały się w latach 2020–2024 najszybszym wzrostem udziału autobusów elektrycznych we flocie, przesuwając się z grupy o najniższym udziale do grupy o najwyższym udziale tego typu pojazdów w strukturze taboru. „Elektromobilne” małe miasta znajdują się głównie w południowo-zachodniej i centralnej Polsce i co znaczące – w większości nie należą do obszarów metropolitalnych. Co ciekawsze, w przypadku siedmiu małych miast decyzja o wprowadzeniu elektrycznych autobusów została podjęta w związku z uruchomieniem komunikacji miejskiej po raz pierwszy. Wydaje się więc, że innowacja w postaci elektromobilności może mieć pozytywny wpływ na upowszechnienie transportu publicznego także w mniejszych ośrodkach. Zarazem jednak wyższe koszty eksploatacyjne związane z funkcjonowaniem bardzo małych innowacyjnych systemów transportowych mogą wiązać się z poważnym ryzykiem w przyszłości.

SŁOWA KLUCZOWE: elektromobilność, autobusy elektryczne, transport miejski, małe miasta, Polska

ABSTRACT: The aim of this paper is to characterise and assess the implementation and development of electric urban transport serving Polish towns with populations between 10,000 and 25,000. Of 98 Polish towns in this size range, fewer than 20%, i.e. 20 towns operate electric buses, with the total number of 62 vehicles. Between 2020 and 2024, small towns were characterised by the fastest growth in the share of electric buses in their fleets, moving from the group with the lowest to that with the highest share of such vehicles in their fleet structure. “Electromobile” small towns are located mostly in south-western and central Poland and, interestingly, they do not belong to any metropolitan areas. What is even more interesting, in the case of seven towns the decision to introduce electric buses was taken in connection with the opening of the first municipal transport lines. Hence, it would seem that the electromobile innovation can have a positive influence on promoting public transport in small towns. On the other hand, higher operating costs associated with the functioning of very small innovative transport systems may involve serious risks in the future.

KEY WORDS: electromobility, electric buses, urban transport, small towns, Poland

* Uniwersytet Jagielloński, ORCID 0000-0002-3606-7122.

** Uniwersytet Jagielloński, ORCID 0000-0001-9421-5982.

*** Uniwersytet Jagielloński, ORCID 0000-0002-8979-9968.

Wprowadzenie

W ciągu ostatniej dekady Polska znalazła się w gronie państw najsilniej stawiających na elektromobilność w miejskim transporcie publicznym. Obok sieci tramwajowych (a w stolicy także metra, w trzech miastach również systemów trolejbusowych oraz przy rosnącym znaczeniu kolei aglomeracyjnych), czyli elektromobilności I generacji, odgrywającej tradycyjnie najistotniejszą rolę przede wszystkim w dużych ośrodkach miejskich, coraz większego znaczenia nabierają reprezentujące elektromobilność II generacji autobusy elektryczne i hybrydowe. Proces ten, poza większością głównych ośrodków miejskich Polski, obserwujemy także w wielu miastach średnich. Niektóre spośród nich były zresztą pionierami w zakresie wprowadzania elektrycznych autobusów miejskich. Niejako w cieniu ośrodków regionalnych i subregionalnych rozwija się także elektromobilność w miastach najmniejszych.

Celem niniejszego artykułu jest charakterystyka i ocena procesu wdrażania elektromobilności w komunikacji miejskiej małych miast. Dla realizacji tego celu postawiono następujące pytania badawcze:

- Jaka jest rola elektromobilności i technologii niskoemisyjnych w komunikacji miejskiej małych miast?
- Jakie jest rozmieszczenie małych miast eksploatujących autobusy elektryczne i niskoemisyjne i jak zmienia się ono w czasie?
- Czy małe miasta wyróżniają się pod tym względem na tle innych ośrodków?
- Jakie były okoliczności wprowadzenia takiej innowacji?

Zagadnienie to jest bardzo interesującym problemem badawczym w świetle dążenia do kreowania coraz mniej obciążających środowisko naturalne, a równocześnie coraz bardziej efektywnych i atrakcyjnych dla użytkownika systemów transportu publicznego, co jawi się jako jedno z najistotniejszych działań w odpowiedzi na wyzwania klimatyczne.

Metodyka badawcza

Dla realizacji celu pracy zastosowano dwie metody badawcze. Pierwszą była inwentaryzacja zjawiska. Wykorzystano do tego celu wykonaną przez autorów bazę danych (dalej: Baza Danych 2024) o elektromobilności w transporcie publicznym w polskich miastach. Baza ta, przedstawiająca stan na koniec sierpnia 2024 r., wraz z danymi historycznymi z lat 2016–2022 obejmuje 389 miast i ponad 17 000 pojazdów, z czego około 42% to pojazdy nisko- lub zeroemisyjne. Na potrzeby artykułu sporządzono bazę danych o elektromobilności w małych miastach, w której:

- uwzględniono miasta organizujące publiczny transport zbiorowy (PTZ) o liczbie ludności pomiędzy 10 000 a 25 000 mieszkańców – nazywane w niniejszym artykule „małymi miastami”. Według danych z końca 2023 roku takich miejscowości było 213, spośród których komunikację miejską organizowało 98 miast;
- obszar Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii (GZM), obejmujący 41 gmin, traktowano jako jedną jednostkę, wobec czego małe miasta doń należące nie zostały uwzględnione;

- wyłączono PTZ organizowany przez gminy wiejskie lub powiaty, jeśli nie funkcjonował jako transport miejski. Pominięto także pojazdy wykorzystywane wyłącznie do innych celów, np. dowozów szkolnych;
- zebrane dane dotyczyły pojazdów II generacji elektromobilności, czyli autobusów bateryjnych i wodorowych. Uwzględniono też pojazdy hybrydowe i na paliwa alternatywne (np. LNG), zgodnie z polskimi regulacjami;
- baza zawiera daty wprowadzenia elektromobilności.

Dane były zbierane z różnych źródeł, przede wszystkim ze stron internetowych organizatorów komunikacji miejskiej (samorządów) i operatorów (przewoźników), a ponadto m.in. raportów związanych z funduszami UE, stron branżowych (np. transport-publiczny.pl, transinfo.pl) czy komunikatów prasowych. Istotną rolę miała także analiza materiałów o charakterze hobbystycznym, które przy braku jakiegokolwiek oficjalnej ogólnopolskiej bazy danych na temat istniejących systemów transportu miejskiego i ich parku taborowego stanowiły często jedyne źródło danych. Dostęp do informacji o eksploatowanych pojazdach był utrudniony – niektóre organizacje (np. ZKM Gdynia, ZTM Warszawa) dostarczały szczegółowych danych, inne – niestety często właśnie w małych miastach – udostępniały przestarzałe lub mylące informacje. Liczba pojazdów zero-/niskoemisyjnych została precyzyjnie ustalona, ale określenie liczby autobusów spalinowych było trudniejsze. Wspierano się bazą www.phototrans.pl, choć w przypadku dużych konsorcjów prywatnych (np. Kłosok Żory) nie zawsze możliwe było przypisanie pojazdów do konkretnych umów. Ostateczna liczba pojazdów z silnikami diesla oszacowana została z marginesem błędów poniżej 2%.

Szczegółową analizę przeprowadzono w czterech grupach wielkościowych: 10–25 tys. mieszkańców, 25–100 tys., 100–500 tys. i powyżej 500 tys.

Drugą zastosowaną metodą badawczą były studia przypadków. Charakter uzupełniający miały ponadto badania terenowe przeprowadzone w jednym z analizowanych miast, tj. w Miechowie.

Decyzja o przyjęciu przedziału pomiędzy 10 a 25 tys. mieszkańców jako wielkości odpowiadającej małemu miastu ma oczywiście charakter arbitralny i niesie ze sobą pewne ograniczenia. Tym niemniej wydaje się, że przyjęte granice dość dobrze oddają wielkość typową dla ośrodków o charakterze ponadlokalnym (stolic powiatów), jednocześnie na tyle dużych, by funkcjonowanie komunikacji miejskiej było uzasadnione. Granica 10 000 mieszkańców jest zresztą w wielu krajach (m.in. Chorwacja, Grecja, Hiszpania, Szwajcaria, Wielka Brytania, Włochy) przyjmowana jako dolna wartość progowa przy definiowaniu danego ośrodka jako miasta (Jóźwik, Dymek 2022).

Przegląd literatury

Elektromobilność w miejskim transporcie publicznym nie jest zjawiskiem nowym. Faktycznie to właśnie pojazdy o napędzie elektrycznym były pierwszymi, które zaczęto na przełomie XIX i XX wieku wykorzystywać na masową skalę do realizacji przewo-

zów w obrębie obszarów zurbanizowanych. Pojazdami tymi były wówczas oczywiście elektryczne tramwaje, a w największym aglomeracjach świata także pierwsze systemy metra i kolei miejskiej. W latach 30. XX wieku dołączyły do nich również na większą skalę trolejbusy, po raz pierwszy – jeszcze na drodze na poły eksperymentalnej – wprowadzone już przed I wojną światową. Te historyczne rozważania są w tym miejscu o tyle istotne, że pozwalają na dokonanie podziału pojazdów o napędzie elektrycznym stosowanych w transporcie miejskim na dwie grupy: I generacji, czyli wykorzystujących sieć trakcyjną, i II generacji czyli bateryjnych i hybrydowych (Guzik et al. 2021).

Bardzo szybki rozwój elektromobilności II generacji w komunikacji miejskiej obserwowany w ostatniej dekadzie praktycznie na całym świecie związany jest w oczywisty sposób z dążeniem do obniżenia negatywnego wpływu transportu na środowisko, przede wszystkim w odniesieniu do emisji gazów cieplarnianych. Jest to wyzwanie szczególnie istotne wobec faktu, że to właśnie transport stanowi jedno z głównych źródeł tych emisji, co więcej, jego udział w niej ma trend rosnący (Bokwa 2008; Thaller et al. 2021). W porozumieniu paryskim wieńczącym Konferencję Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu z 2015 roku wszystkie kraje świata zobowiązały się do prowadzenia działań zmierzających do zatrzymania globalnego ocieplenia poniżej 2, a najlepiej 1,5 stopnia Celsjusza. Jeszcze bardziej ambitne cele postawiła sobie Unia Europejska, która zakłada obniżenie emisji gazów cieplarnianych netto o co najmniej 55% do 2030 roku i osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 roku (Porozumienie paryskie... 2024). Postulat zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych łączy się z tendencjami do dekarbonizacji gospodarki i zmniejszenia zależności od paliw kopalnych, co oprócz względów czysto środowiskowych, ma również wymiar strategiczny (Grenier & Page 2012; 2050 Long Term Strategy 2020; Heffner i in. 2023). W realizacji tych postulatów szczególnie istotne miejsce powinien zajmować transport publiczny, opierający się na wykorzystaniu energii elektrycznej (Wimbardi et al. 2021; Guzik et al. 2021). Jest to założenie zgodnie z ideą zrównoważonej mobilności (Banister 2008).

Problematyka elektromobilności w miejskim transporcie publicznym jest ostatnio często poruszany tematem badań, jakkolwiek dotyczą one przede wszystkim wyzwań technologicznych i ekonomicznych, w tym szczególnie związanych z zasięgiem baterii autobusów elektrycznych (Doulgeris et al. 2024), ich cyklem życia (Ellingsen et al. 2022, Gandoman et al. 2021), skutkami środowiskowymi (Jens et al. 2017) i ekonomicznymi ich produkcji i eksploatacji (Lee et al. 2023), a także wpływem elektromobilności na produkcję i dystrybucję energii (Torre-Rivera et al. 2023). Z licznych pozycji literatury dotyczących Polski można tu przywołać prace Kołosa i in. (2023), Połoma (2021), Połoma i Wiśniewskiego (2021), Kos i in. (2021), Pietrzaka i Pietrzak (2021), Guzika i in. (2021), Taczanowskiego i in. (2018). Prace te dotyczyły albo całej Polski, albo wybranych miast, szczególnie dużych. Nie pojawiło się jednak do tej pory opracowanie podejmujące problematykę elektromobilności w transporcie publicznym małych miast. Niniejszy artykuł ma na celu wypełnienie tej luki.

Rozwój elektromobilności w miejskim transporcie publicznym w małych miastach

Pod koniec 2024 roku w komunikacji miejskiej w 92 polskich miastach (spośród wszystkich 1013 ośrodków mających prawa miejskie) używano łącznie 1263 autobusów elektrycznych (w tym wodorowych). W gronie wszystkich ośrodków posiadających komunikację miejską 38% używało tej innowacji, przy czym widoczne było zróżnicowanie pod względem wielkości miast. Tylko niewielka część (62) była używana w małych miastach (tabela 1). Autobusami elektrycznymi dysponowało zaledwie 20% małych ośrodków. Również wskaźnik liczby autobusów elektrycznych na 100 tys. mieszkańców w małych miastach był wyraźnie mniejszy (mniej więcej dwukrotnie) niż w pozostałych grupach wielkościowych. Jeszcze gorzej małe miasta wypadały, kiedy uwzględniono całość taboru elektrycznego (czyli z trolejbusami, tramwajami, pociągami kolej miejskiej i metrem) – wtedy wskaźnik był 7-krotnie mniejszy niż w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców i ponad 15-krotnie mniejszy niż w miastach największych. Tylko minimalnie lepszy był wskaźnik uwzględniający również autobusy niskoemisyjne (hybrydowe i zasilane gazem CNG/LNG, tabela 1). Należy jednak zwrócić uwagę, że małe miasta charakteryzowały się również niewielkimi (relatywnie najmniejszymi) rozmiarami swoich sieci komunikacji miejskich – a więc i niewielką liczbą taboru autobusowego w ogóle. To z kolei spowodowało relatywnie wysoki wskaźnik udziału pojazdów elektrycznych we flocie (9,92%). Był on wyższy niż wskaźnik dla całej Polski i ustępował jedynie miastom średnim (25–100 tys. mieszkańców) i to zaledwie o 0,34pp (tabela 1).

Tabela 1

Stan elektromobilności w komunikacji miejskiej w małych miastach na tle ogółu miast w 2024 roku

Cecha	Wielkość miast (w tysiącach)				
	10–25	25–100	100–500	> 500	Razem
Liczba miast posiadających komunikację miejską	98	116	23	6	243
Liczba miast posiadających autobusy elektryczne	20	51	15	6	92
Udział miast posiadających autobusy elektryczne [%]	20	44	65	100	38
Liczba autobusów elektrycznych (bateryjnych lub wodorowych)	62	364	347	490	1263
Liczba pojazdów elektrycznych (z trolejbusami i pojazdami szynowymi)	62	386	1224	3791	5463
Liczba pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych	89	786	1678	4626	7179
Cała flota	625	3547	4575	8509	17256
Liczba autobusów elektrycznych / 100 tys. mieszkańców	3,66	6,91	7,68	7,36	6,96
Liczba pojazdów elektrycznych / 100 tys. mieszkańców	3,66	7,33	27,08	56,90	30,11
Liczba pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych / 100 tys. mieszkańców	5,26	14,92	37,13	69,44	39,57

Tabela 1 cd.

Cecha	Wielkość miast (w tysiącach)				
	10–25	25–100	100–500	> 500	Razem
Udział autobusów elektrycznych we flocie [%]	9,92	10,26	7,58	5,76	7,32
Udział pojazdów elektrycznych we flocie [%]	9,92	10,88	26,75	44,55	31,66
Udział pojazdów elektrycznych i niskoemisyjnych we flocie [%]	14,24	22,16	36,68	54,37	41,60

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.

Przedstawiony wyżej stan elektromobilności w polskich małych miastach jest rezultatem trwającego już od niemal dekady procesu rozwoju. Jeśli porównać wszystkie ośrodki (tabela 2), widać, że rozwój ten był szczególnie dynamiczny w dwóch typach miast: ośrodkach największych (a zarazem najbardziej innowacyjnych i najlepiej gospodarczo rozwiniętych) oraz w miastach średnich, w których brakowało innej alternatywy (tramwajów lub trolejbusów). Małe miasta przyłączyły się z pewnym opóźnieniem – była to zapewne, w jakiejś części, strategia naśladownictwa. Warto jednak odnotować fakt, że autobusy elektryczne szybciej pojawiły się w ośrodkach liczących między 10 a 25 tys. mieszkańców niż w tych o liczbie ludności od 100 do 500 tysięcy. Co więcej, najmniejsze ośrodki bardzo szybko odnotowały dość szybki wzrost liczby autobusów elektrycznych (tabela 2), pod względem dynamiki wyprzedzając miasta duże (ryc. 1).

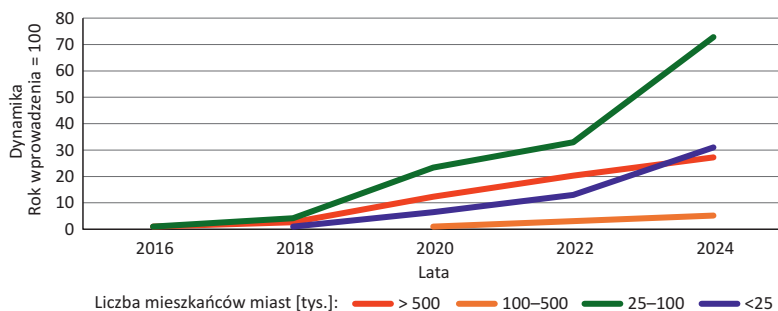
Tabela 2

Liczba autobusów elektrycznych

Rok	Wielkość miast (w tysiącach)				
	10–25	25–100	100–500	> 500	razem
2016	0	5	0	18	23
2017	2	21	0	48	71
2020	13	117	67	222	419
2022	26	165	205	365	761
2024	62	364	347	490	1263

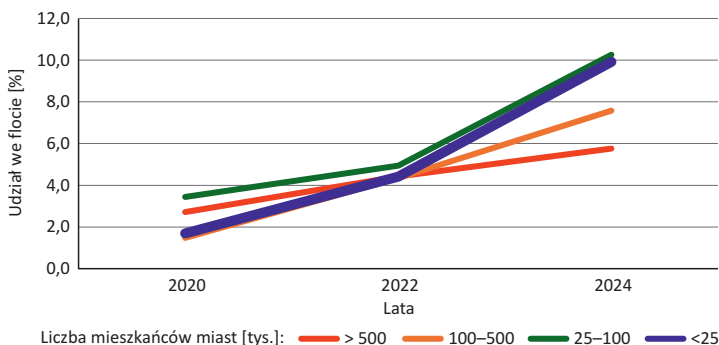
Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.

Należy podkreślić, że małe miasta wykazywały się w latach 2020–2024 najszybszym wzrostem udziału autobusów elektrycznych we flocie (ryc. 2), w czasie tych zaledwie czterech lat przesuwając się z grupy o najniższym do tej o najwyższym udziale tego typu pojazdów w strukturze taboru. Natomiast o wiele słabsza była i nadal jest ich pozycja pod względem odsetka pojazdów niskoemisyjnych łącznie, co wiąże się ze znacząco mniejszą niż w miastach średnich i dużych skalą inwestycji w pojazdy hybrydowe i gazowe oraz z brakiem elektromobilności I generacji (ryc. 3).



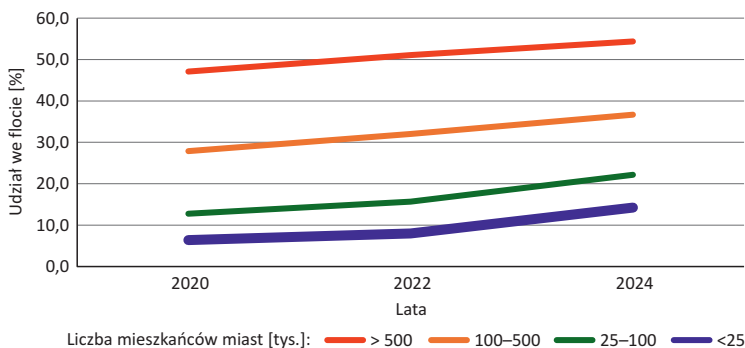
Ryc. 1. Dynamika liczby autobusów elektrycznych w polskich miastach według liczby mieszkańców w latach 2016–2024.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.



Ryc. 2. Udział autobusów elektrycznych we flocie w polskich miastach według liczby mieszkańców w latach 2020–2024

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.



Ryc. 3. Udział pojazdów niskoemisyjnych we flocie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.

Przestrzenne rozmieszczenie małych miast eksploatujących autobusy elektryczne i jego zmiany w czasie

Przestrzenne rozmieszczenie małych miast eksploatujących autobusy elektryczne i jego zmiany w czasie pozwalają dostrzec interesujące zależności (ryc. 4–5).

W 2020 r. systemy komunikacji miejskiej funkcjonowały w 85 małych miastach (ryc. 4), a największe były te w Łomiankach (32 autobusy) i Środzie Wielkopolskiej (31). Małe miasta z największą liczbą autobusów położone były zasadniczo w strefach funkcjonalnych Warszawy i Poznania, w obszarze między Krakowem a Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolią, a także w województwie łódzkim.

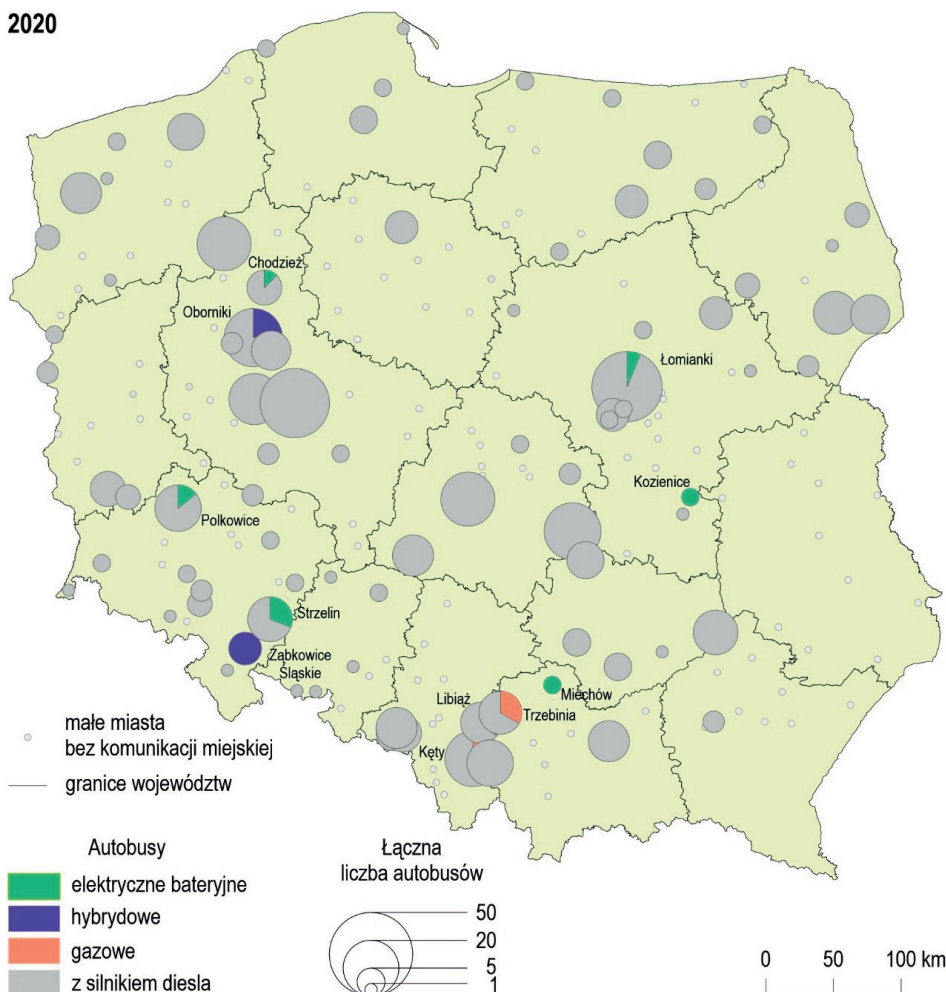
W 2020 r. tylko 11 małych miast wykorzystywało autobusy o napędzie innym niż spalinowy (diesla), w tym sześć – elektryczne, dwa – hybrydowe, a trzy – gazowe. O ile autobusy elektryczne w czterech miastach: Chodzieży, Łomiankach, Polkowicach i Strzelinie, były tylko pewną częścią floty (od jednego do czterech pojazdów), to w Miechowie i Koźlenicach posiadane dwa pojazdy elektryczne stanowiły cały park taborowy. Autobusy hybrydowe eksploatowane w Obornikach stanowiły jedynie część taboru miejskiego przewoźnika (pięć pojazdów), natomiast w Żąbkowicach Śląskich 100% floty (siedem pojazdów). Pojazdy o napędzie gazowym obsługujące Kęty, Libiąż i Trzebinę miały natomiast w każdym z tych miast jedynie niezbyt znaczący udział w całej strukturze taboru.

Sytuacja, jaką można zaobserwować w 2024 r. (ryc. 5), to po pierwsze ogólne powiększenie parku taborowego eksploatowanego w małych miastach (z 541 pojazdów do 625), po drugie wyraźny wzrost liczby pojazdów elektrycznych (z 13 do 62), a przede wszystkim znaczące zwiększenie znaczenia pojazdów zeroemisyjnych w systemach komunikacji miejskiej – ich udział wzrósł z 2% w 2020 r. do 10% w 2024 r. Świadczy to o postępującej transformacji komunikacji miejskiej w kierunku zeroemisyjnym. Liczba małych miast eksploatujących autobusy niskoemisyjne wzrosła ponad dwukrotnie – z 11 do 23, w tym ośrodków wykorzystujących pojazdy elektryczne przeszło trzykrotnie – z 6 do 20 (ryc. 4–5). Zmiany te wynikają z trzech typów działań:

- następuje wzrost udziału autobusów elektrycznych we flocie w miastach już wcześniej je eksploatujących – Polkowice, Chodzież,
- tworzone są zupełnie nowe systemy transportu miejskiego:
 - oparte częściowo na pojazdach elektrycznych – Pułtusk, Krapkowice, Opoczno, Mrągowo, Żąbkowice Śląskie, Bielsk Podlaski, Szczytno,
 - oparte w całości na pojazdach elektrycznych – Nowa Ruda, Ciechocinek, Rypin, Golub-Dobrzyń, Lidzbark Warmiński (podobnie jak powstałe wcześniej sieci w Miechowie i Koźlenicach).

W rezultacie tych zmian, obok w zasadzie jedynego istniejącego w 2020 r. skupienia małych miast z taborem niskoemisyjnym (konkretnie autobusami gazowymi) w zachodniej Małopolsce, pojawiły się cztery nowe obszary koncentracji takich ośrodków: w woj. dolnośląskim (w tym szczególnie w jego pld-wsch. części), w woj. warmińsko-mazurskim, wschodniej części kujawsko-pomorskiego oraz wokół Warszawy. Kon-

2020



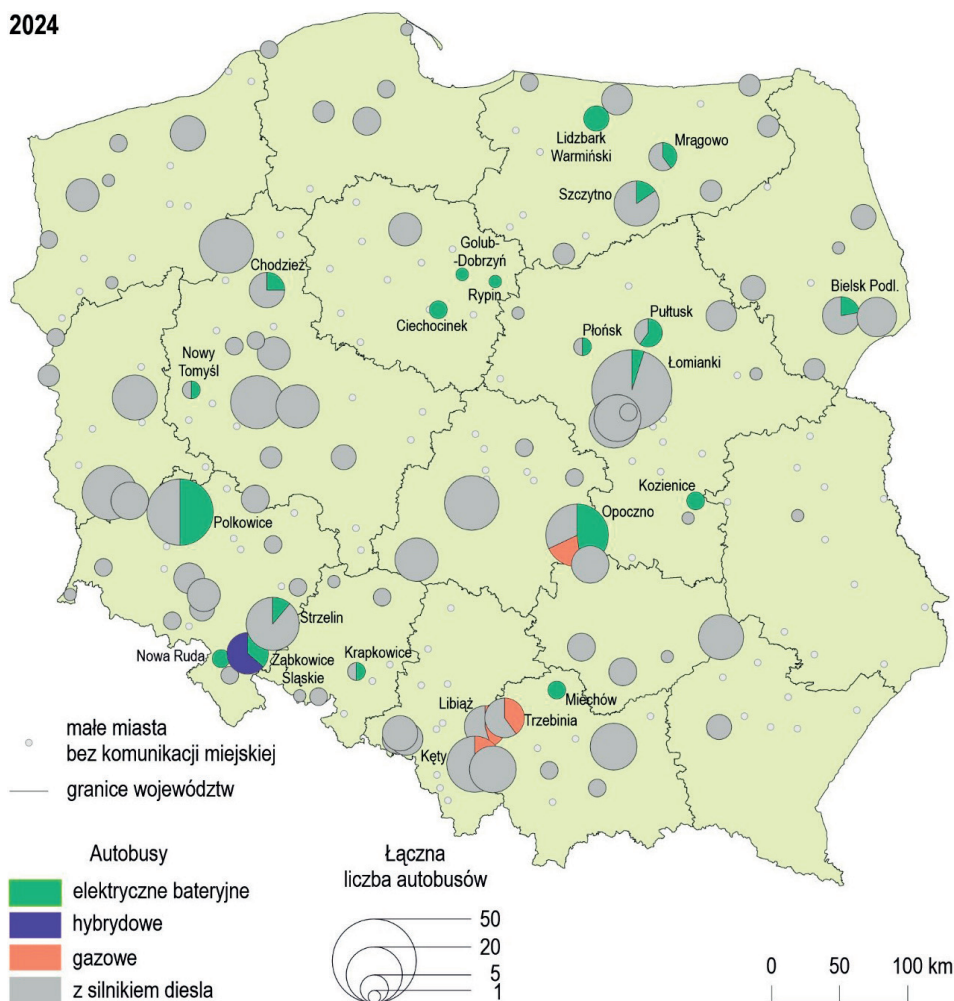
Ryc. 4. Struktura i wielkość floty autobusowej w małych miastach Polski w 2020 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.

centracja ta każe postawić pytanie o mechanizm naśladownictwa pomiędzy małymi miastami oraz o siłę oddziaływania innowacyjnego przykładu stolicy, będącej jednym z najsilniej inwestujących w autobusy elektryczne polskich miast. Warto podkreślić, że w latach 2020–2024 do grona małych miast „niskoemisyjnych” przybyły właściwie jedynie ośrodki eksploatujące pojazdy elektryczne, ponieważ liczba małych miast z autobusami gazowymi co prawda wzrosła o jedno, ale pojawiły się w nim także autobusy elektryczne, natomiast z ośrodków wykorzystujących pojazdy hybrydowe odpadł jeden.

Zaobserwowane negatywne zmiany mogą wiązać się z oddziaływaniem często nieprzystających do wymagań małych miast przepisów prawa. Otóż widoczny jest niekorzystny wpływ Funduszu Rozwoju Przewozów Autobusowych na systemy komunikacji

2024



Ryc. 5. Struktura i wielkość floty autobusowej w małych miastach Polski w 2024 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024.

miejskiej w małych ośrodkach. Ilustrują to przypadki miast, które w okresie 2020–2024 odnotowały bardzo duże spadki liczby pojazdów (i w konsekwencji pracy przewozowej) takie jak Środa Wielkopolska, Oborniki, a w mniejszym stopniu także Bielsk Podlaski, Goleniów, Rydułtowy czy Murowana Goślina.

Mimo wszystko widoczny wyraźnie wzrost liczby pojazdów niskoemisyjnych w małych miastach w latach 2020–2024 wskazuje na postępującą transformację ekologiczną transportu publicznego w Polsce, szczególnie w północno-wschodniej i południowo-zachodniej części kraju. Mimo ciągłej dominacji pojazdów z silnikami diesla coraz częściej także małe miasta wprowadzają nowoczesne technologie.

Szczególnie warte uwagi są w tym kontekście te innowacyjne ośrodki, które zdecydowały się na wprowadzenie po raz pierwszy systemu komunikacji miejskiej, i to od razu opartego w całości na pojazdach elektrycznych (tabela 3).

Tabela 3

Małe miasta, w których uruchomiono komunikację miejską opartą wyłącznie na autobusach elektrycznych

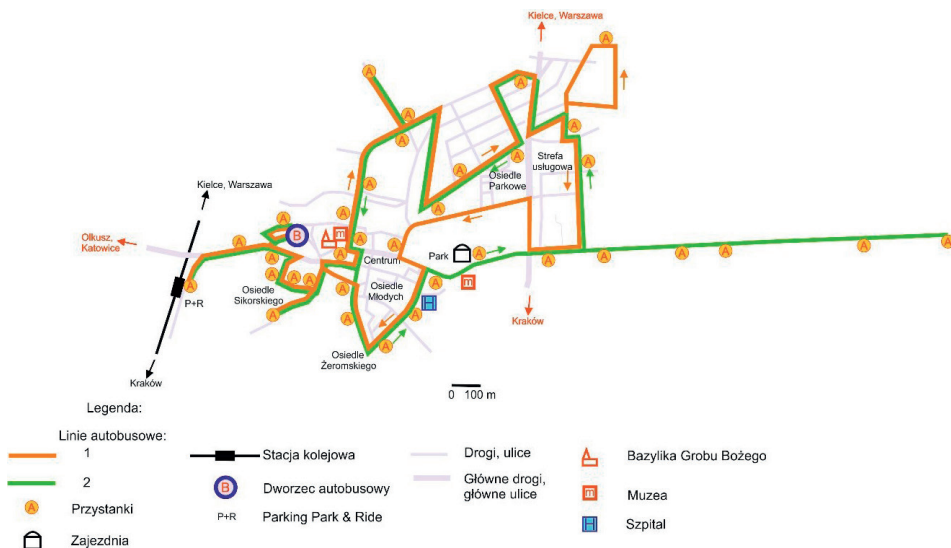
Miasto	Województwo	Liczba mieszkańców 31.12.2023	Liczba autobusów elektrycznych	Rok uruchomienia komunikacji miejskiej
Miechów	małopolskie	10 918	2	2020
Kozienice	mazowieckie	15 530	2	2020
Lidzbark Warmiński	warmińsko-mazurskie	14 459	4	2021
Golub-Dobrzyń	kujawsko-pomorskie	11 261	1	2022
Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	10 153	2	2023
Rypin	kujawsko-pomorskie	15 379	1	2023
Nowa Ruda	dolnośląskie	20 421	2	2024

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Baza Danych 2024 oraz dane GUS (dot. liczby ludności)

Jak pokazuje tabela 3, od powstania pierwszych nowych systemów komunikacji miejskiej opartej wyłącznie na autobusach elektrycznych co roku uruchamiana jest przynajmniej jedna nowa sieć. Co ciekawe, na siedem małych miast posiadających tego typu transport aż trzy znajdują się w woj. kujawsko-pomorskim, co zdaje się sugerować mechanizm naśladownictwa sąsiednich ośrodków.

Transport publiczny w małym mieście całkowicie oparty na autobusach elektrycznych – przypadek Miechowa

Miechów, położony w północnej części woj. małopolskiego, liczący niecałe 11 tys. mieszkańców ośrodek przemysłowo-usługowy i stolica powiatu, był pierwszym małym miastem w Polsce, które zdecydowało się na wprowadzenie komunikacji miejskiej opartej wyłącznie na autobusach elektrycznych. Została ona uruchomiona 25 października 2020 roku. Do jej obsługi miasto zakupiło dwa pojazdy typu Solaris 8,9 LE w łącznej cenie 4,5 mln zł, z czego 2,6 mln zł pochodziło z funduszy UE (Szymajda, 2020). Łączna wartość projektu, wraz z zakupem ładowarki, wyniosła 5,4 mln zł (Gąciarz 2023). Po ostatnich zmianach przebiegu tras obydwu linii, dokonanych w celu poszerzenia obszaru obsługi, sieć autobusowa obsługuje większość obszaru zurbanizowanego miasta oraz wieś Bukowską Wolę sąsiadującą od wschodu z Miechowem (ryc. 6). Warte podkreślenia jest włączenie w przebieg trasy obydwu dworców: kolejowego i autobusowego oraz dostosowanie rozkładu jazdy do czasów przyjazdu i odjazdu pociągów z/do Krakowa.



Ryc. 6. Trasy komunikacji miejskiej w Miechowie w 2024 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Komunikacja Miejska w Miechowie, <https://www.miechow.eu/>.

W ciągu pierwszych trzech lat kursowania (październik 2020 –październik 2023) miechowska komunikacja miejska przewiozła łącznie 390 tys. pasażerów, co daje roczny wynik na poziomie 130 tys. osób. Władze Miechowa wyrażają zadowolenie ze wzrastającej liczby sprzedanych biletów i planują dalszy rozwój systemu (Gąciarz 2023).

Podsumowanie i wnioski

Polskie małe miasta zdecydowały się na wdrożenie elektrycznych autobusów bateryjnych zaledwie parę lat po pionierskich pod tym względem ośrodkach dużych i średnich. Udział pojazdów elektrycznych we flocie wynosi w tych miastach około 10%, co jest wartością relatywnie wysoką w porównaniu z większymi ośrodkami. Wynika to oczywiście w znacznym stopniu z niewielkiej łącznej liczby posiadanego taboru. Można więc stwierdzić, że rola elektromobilności i technologii niskoemisyjnych w komunikacji miejskiej małych miast, choć ciągle zdecydowanie jest drugorzędna w stosunku do rozwiązań opartych na silnikach spalinowych, to jednak szybko zyskuje na znaczeniu.

Co bardzo interesujące, autobusy elektryczne pojawiły się w ośrodkach liczących między 10 a 25 tys. mieszkańców wcześniej niż w miastach o liczbie ludności od 100 do 500 tysięcy. Proces przyswajania tej innowacji przez małe miasta był szybki – między 2020 a 2024 rokiem liczba małych miast eksploatujących autobusy niskoemisyjne wzrosła ponad dwukrotnie – z 11 do 23, w tym ośrodków wykorzystujących pojazdy elektryczne przeszło trzykrotnie – z 6 do 20. Należy podkreślić, że w ostatnich czterech

latach małe miasta wykazywały się najszybszym spośród wszystkich ośrodków wzrostem udziału autobusów elektrycznych we flocie, przesuwając się z grupy o najniższym do tej o najwyższym udziale tego typu pojazdów w strukturze taboru.

Niewątpliwie warte uwagi są przypadki siedmiu miast, które w ciągu ostatnich czterech lat zdecydowały się na wprowadzenie komunikacji miejskiej opartej wyłącznie na autobusach elektrycznych. Świadczy to o otwarciu najmniejszych ośrodków na innowacyjne rozwiązania technologiczne w komunikacji zbiorowej, promujące rozwiązania obniżające negatywny wpływ transportu na środowisko.

Przestrzenne rozmieszczenie małych miast eksploatujących tabor niskoemisyjny było dość charakterystyczne z widocznymi pięcioma obszarami koncentracji: w zachodniej Małopolsce (tu autobusy gazowe), w woj. dolnośląskim (pojazdy elektryczne i hybrydowe), w woj. warmińsko-mazurskim, wschodniej części kujawsko-pomorskiego oraz wokół Warszawy (we wszystkich tych przypadkach autobusy elektryczne).

Rozmieszczenie to zmieniło się bardzo znacząco między 2020 a 2024 rokiem, ponieważ większość małych miast zdecydowała się na zakup autobusów elektrycznych w ciągu ostatnich trzech lat tego okresu. Wcześniejsza dyfuzja tej innowacji dotyczyła raczej największych i niektórych średnich miast (Guzik et al. 2021). Można też zauważyć, że przestrzenna dyfuzja innowacji w zakresie elektromobilności niekoniecznie przebiega zgodnie z modelem dyfuzji hierarchicznej. Natomiast nie wydaje się, żeby rozmieszczenie „elektromobilnych” małych miast było silnie powiązane z lokalizacją najbardziej pod tym względem zaawansowanych większych ośrodków, może z wyjątkiem pewnej koncentracji badanego zjawiska w ośrodkach satelickich Warszawy.

Małe miasta odróżniają się od średnich czy dużych przede wszystkim większym zróżnicowaniem w skali i tempie wprowadzanych innowacji. Mniejszość wśród małych miast, która implementuje innowację, robi to jednak na większą skalę i z większym zaangażowaniem niż miasta większe. Równocześnie należy jednak zwrócić uwagę na potencjalne ryzyka, które wiążą się między innymi z wyższymi kosztami eksploatacyjnymi funkcjonowania bardzo małych innowacyjnych systemów transportowych. Ponadto w warunkach działania w bardzo niewielkiej skali, przy wykorzystywaniu pojedynczych autobusów wyzwania takie jak sprawność pojazdów, czas ładowania baterii czy ich żywotność są o wiele bardziej krytyczne niż w dużych i przez to bardziej elastycznych systemach.

Warto podkreślić, że wprowadzenie badanej innowacji w niektórych przypadkach powiązane było z rozwojem systemów transportu publicznego o zasięgu ponadlokalnym. Dobrze ilustruje to casus Miechowa, gdzie uruchomienie pierwszej linii elektrycznej komunikacji miejskiej miało za zadanie stworzenie efektywnego połączenia centrum tego miasta ze stacją kolei regionalnej obsługującej aglomerację krakowską. Interesujące, że pierwsze linie tramwajowe budowane pod koniec XIX wieku również służyły obsłudze połączenia centrum miast i stacji kolejowych (Kołoś 2006). Mogłoby to sugerować, że innowacje w transporcie często powstają na styku różnych systemów. Zatem elektromobilność w małych miastach może pełnić rolę katalizatora integracji ponadlokalnych systemów transportowych.

Literatura

- Banister, David. 2008. The Sustainable Mobility Paradigm. *Transport Policy*, 15: 73–80.
- Bokwa, Anita. 2008. Environmental Impacts of Long-Term Air Pollution Changes in Kraków, Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 17(5): 673–686.
- Doulgeris, Stylianos, Alexandros Zafeiriadis, N. Athanasopoulos, N. Tzivelou, Marlen E. Michali, Stavroula Papagianni, i Zissis C. Samaras. 2024. Evaluation of Energy Consumption and Electric Range of Battery Electric Buses for Application to Public Transportation. *Transportation Engineering*, 15: 100223.
- Ellingsen, Linda, Rebecca Ager-Wick Thorne, Julia Wind, Erik Figenbaum, Mia Romare, i Anders Nordelöf. 2022. Life Cycle Assessment of Battery Electric Buses. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 112: 103498.
- Gandoman, Foad H., Emad M. Ahmed, Ziad M. Ali, Maitane Berecibar, Ahmed F. Zobaa, i Shady H.E. Abdel Aleem. 2021. Reliability Evaluation of Lithium-Ion Batteries for E-Mobility Applications from Practical and Technical Perspectives: A Case Study. *Sustainability*, 13: 11688.
- Gąciarz, Aleksander. 2023. Miechów. Trzy lata komunikacji miejskiej. Dziękujemy i... prosimy o jeszcze. *Dziennik Polski*, 29 października, <https://dziennikpolski24.pl/>.
- Grenier, Agathe, i Shannon Page. 2012. The Impact of Electrified Transport on Local Grid Infrastructure: A Comparison between Electric Cars and Light Rail. *Energy Policy*, 49: 355–364.
- Guzik, Robert, Arkadiusz Kołoś, Jakub Taczanowski, Łukasz Fiedeń, Krzysztof Gwosdz, Katarzyna Hetmańczyk, i Jakub Łodziński. 2021. The Second Generation Electromobility in Polish Urban Public Transport: The Factors and Mechanisms of Spatial Development. *Energies*, 14(22): 7751.
- Heffner, Krystian, Krzysztof Gasidło, Andrzej Klasik, Rafał Błazy, Alirz Mamedov, Florian Kuźnik, Artur Ochojski, Krzysztof Wrana, Małgorzata Pięta-Kanurska, Jan Kubec, Anna Starzewska-Sikora, Leszek Trząski, Justyna Gorgoń, Jerzy Runge, Jakub Taczanowski, Adam Parol, Arkadiusz Kołoś, Adam Bartoszek, Sławomir Sitek, Andrzej Zborowski, i Jadwiga Gałka. 2023. Miasta kreujące się. Od kreatywnego myślenia do sprawnego wdrażania. *Studia KPZK PAN*, 22(214). Warszawa.
- Jóźwik, Jolanta, i Dorota Dymek. 2022. Kryteria identyfikacji miast na świecie. *Prace Geograficzne*, 166: 9–26.
- Kołoś, Arkadiusz, Łukasz Fiedeń, Jakub Taczanowski, Adam R. Parol, Krzysztof Gwosdz, Robert Guzik, i Jakub Łodziński. 2023. Evolution of Second-Generation Electromobility in Public Transport in Polish Cities. *Prace Komisji Geografii Komunikacji PTG*, 26(1): 22–39.
- Kołoś, Arkadiusz. 2006. Rozwój przestrzenny a współczesne funkcjonowanie miejskiego transportu szynowego w Polsce. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ.
- Komunikacja Miejska w Miechowie, <https://www.miechowe.eu/> [dostęp: 10.12.2024].
- Kos, Barbara, Grzegorz Krawczyk, i Robert Tomanek. 2021. Determinants for the Effective Electromobility Development in Public Transport. W: *Electric Mobility in Public Transport—Driving Towards Cleaner Air*, red. Krzysztof Krawiec, Sylwester Markusik, i Grzegorz Sierpiński, 27–51. Cham: Springer.
- Lee, Jinwoo, Seungmin Oh, i Sanghoon Son. 2023. Optimal Battery Electric Bus Planning and Its Economic and Environmental Impacts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 122: 103821.
- Peters, Jens F., Manuel Baumann, Benedikt Zimmermann, Jessica Braun, i Marcel Weil. 2017. The Environmental Impact of Li-Ion Batteries and the Role of Key Parameters – A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67: 491–506.
- Pietrzak, Oliwia, i Krystian Pietrzak. 2021. The Economic Effects of Electromobility in Sustainable Urban Public Transport. *Energies*, 14(4): 878.
- Połom, Marcin. 2021. E-Revolution in Post-Communist Country? A Critical Review of Electric Public Transport Development in Poland. *Energy Research & Social Science*, 80: 102227.
- Połom, Marcin, i Szymon Wiśniewski. 2021. Implementing Electromobility in Public Transport in Poland in 1990–2020. A Review of Experiences and Evaluation of the Current Development Directions. *Sustainability*, 13(7): 4009.
- Porozumienie paryskie: droga UE ku neutralności klimatycznej, <https://www.consilium.europa.eu/pl/infographics/paris-agreement-eu/> [dostęp: 11.12.2024].
- Szymajda, Michał. 2020. Komunikacja miejska w Miechowie ruszy 25 października. Flota będzie elektryczna. *Transport Publiczny*, 15 października, <https://www.transport-publiczny.pl/>.

- Taczanowski, Jakub, Arkadiusz Kołoś, Krzysztof Gwosdz, Bolesław Domański, i Robert Guzik. 2018. The Development of Low-Emission Public Urban Transport in Poland. *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, 41: 79–92.
- Thaller, Annina, Alfred Posch, Anna Dugan, i Karl Steiniger. 2021. How to Design Policy Packages for Sustainable Transport: Balancing Disruptiveness and Implementability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 91: 102714.
- Torre-Rivera, Alma, Delia Mc Namara Valdes, Angel de Jesus, Rodrigo Da Silva Florencio. 2023. The Resilience of the Renewable Energy Electromobility Supply Chain: Review and Trends. *Sustainability*, 15: 10838.
- Wimbadi, Ramanditya, Riyanti Djalante, i Akihisa Mori. 2021. Urban Experiments with Public Transport for Low Carbon Mobility Transitions in Cities: A Systematic Literature Review (1990–2020). *Sustainable Cities and Society*, 72: 103023.
- 2050 Long Term Strategy. 2020. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en [dostęp: 10.12.2024].