



Małgorzata Kozłowska

Rola zelektryfikowanej komunikacji zbiorowej w tworzeniu aglomeracji przyszłości

JEL: R41. DOI: 10.24136/atest.2019.217.

Data zgłoszenia: 01.03.2020. Data akceptacji: 01.04.2020.

W artykule przedstawiono rozwój zrównoważonego transportu, który stanowi obecnie jeden z priorytetów polityki transportowej Polski oraz Unii Europejskiej. Jednym z głównych czynników kształtujących współczesny system transportowy stanowi elektryfikacja sektora transportowego. Daje szansę na przekształcenie się miast w miasta zero, w których emisje, hałas, tłok i wypadki pozostaną na poziomie zerowym. W publikacji zaprezentowano udział taboru autobusowego o napędzie alternatywnym w polskiej komunikacji miejskiej, a następnie innych krajach Unii Europejskiej. Opisane także zostały autobusy Volvo 7900 electric jako przykład pojazdów w aglomeracjach przyszłości.

Słowa kluczowe: elektromobilność, komunikacja miejska, producent autobusów, Volvo.

Wprowadzenie

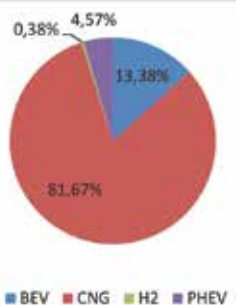
„Urbanizacja jest rzeczywistością krajów rozwiniętych, wielką nadzieją krajów ubogich – równocześnie – jest największym globalnym wyzwaniem naszego wieku” [21]. Z jednej strony metropolie dają szansę tworzenia wielkich wartości zarówno materialnych, jak i niematerialnych, stwarzają możliwości wygodnego życia, z drugiej jednak strony stanowią jedno z największych zagrożeń społecznych, ekonomicznych i ekologicznych naszego wieku. Negatywne skutki urbanizacji są m.in. związane z miejskimi systemami transportowymi. Zaspokajanie potrzeb przemieszczania się odbywa się głównie przy wykorzystaniu samochodów

osobowych i autobusów o napędzie konwencjonalnym [22]. Prowadzi to do emisji szkodliwych substancji, w tym gazów cieplarnianych, wzrostu kongestii oraz wysokiego ryzyka wypadków komunikacyjnych [23], co w konsekwencji niweczy potencjalne korzyści, jakie przynosi miejska cywilizacja i globalizacja.

Szansą odwrócenia negatywnych trendów w zakresie zanieczyszczenia środowiska oraz zużywania zasobów naturalnych, a także zwiększenia świadomości ekologicznej w skali globalnej, jest elektromobilność. Rozwój elektromobilności jest istotnym elementem urzeczywistniania celów europejskiej polityki transportowej na pierwszą połowę XXI w. [20]. Państwa członkowskie mają za zadanie stworzenie systemu transportu zorganizowanego z poszanowaniem zasady zrównoważonego rozwoju, zaspokajającego gospodarcze, społeczne i ekologiczne potrzeby społeczeństwa oraz sprzyjającego budowaniu zintegrowanej i konkurencyjnej Europy [24]. Rozwój mobilności pociąga za sobą potrzebę rozbudowy infrastruktury elektroenergetycznej. Wynika to przede wszystkim z faktu, że coraz większa część aktywności związanej z przemieszczaniem się odbywa się na terenach zurbanizowanych. Nasila się także presja społeczna, aby z gospodarki eliminować technologie obciążające środowisko naturalne oraz przyczyniające się do utrzymywania lub wzrostu emisji gazów cieplarnianych. Także preferencje społeczne kierują się ku wyborowi środka transportu z napędem ekologicznym [7].

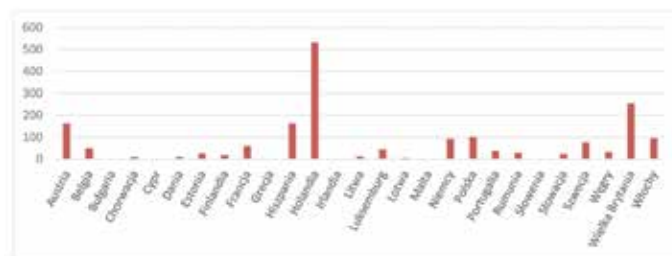
1. Komunikacja publiczna w krajach UE

Rozwój transportu niskoemisyjnego i zeroemisyjnego stanowi jeden z priorytetów europejskiej polityki środowiskowej [20]. Działania na szczeblu europejskim mają zapewnić wzrost sektora



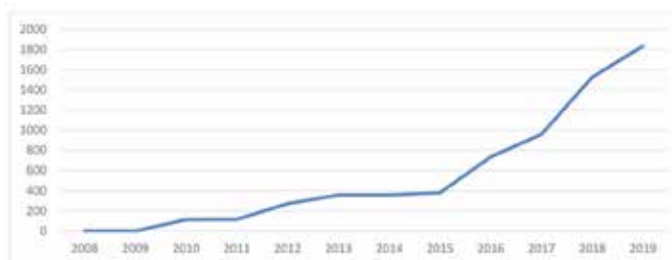
Rys. 1. Podział autobusów ze względu na rodzaj alternatywnego układu napędowego w 2019 r.

Źródło: oprac. własne na podst. [7].



Rys. 2. Liczba autobusów typu BEV w krajach UE w 2019 r.

Źródło: oprac. własne na podst. [7].



Rys. 3. Liczba autobusów typu BEV w krajach UE w latach 2008–2019

Źródło: oprac. własne na podst. danych [7].

transportu i wspierać mobilność przy jednoczesnym obniżeniu emisji toksycznych substancji o 60%. Istotnym instrumentem osiągnięcia tego celu jest zastosowanie paliw i napędów alternatywnych. Zakłada się, że do 2050 r. pojazdy o napędzie konwencjonalnym zostaną wyeliminowane z miast [3].

Według stanu na 2019 r. we wszystkich krajach Unii Europejskiej jest łącznie 13 707 autobusów o napędzie alternatywnym. Największą ich liczbę odnotowano we Włoszech (4 308 szt.), we Francji (3 387 szt.), w Holandii (1 226 szt.), w Niemczech (1 163 szt.) oraz w Czechach (1 074 szt.).

Największy udział tych pojazdów, stanowiący aż 82%, posiada układ napędowy zasilany sprężonym gazem ziemnym (CNG), 13% stanowią autobusy, które do napędu wykorzystują tylko i wyłącznie energię elektryczną zmagazynowaną w bateriach (BEV), dodatkowe 5% to elektryczne autobusy hybrydowe typu *plug-in* (PHEV). 52 autobusy napędzane są wodorem (por. rys. 1).

Wśród alternatywnych źródeł energii możliwej do wykorzystania w pojazdach komunikacji miejskiej istotne znaczenie ma energia elektryczna. Wprowadzenie autobusów elektrycznych do miast, oprócz oczywistej poprawy jakości życia mieszkańców, jest ogromną szansą dla rozwoju ekonomicznego o długofalowym potencjale wzrostu. Największa liczba autobusów napędzana wyłącznie energią elektryczną użytkowana jest w Holandii – 531 szt. (rys. 2). Jednocześnie na rys. 3 zaobserwować możemy pozytywny trend w zakresie eksploatacji pojazdów miejskich typu BEV.

Zastąpienie autobusów napędzanych olejem napędowym, szczególnie o niskiej normie emisji spalin (Euro II i Euro III), autobusami elektrycznymi przyczyni się do poprawy jakości powietrza, a także do ograniczenia hałasu. Jest to szczególnie istotne na obszarach intensywnej zabudowy oraz tzw. obszarach wrażliwych – okolicach szkół i przedszkoli, szpitali, urzędów, a także w historycznej części miasta. Obniżenie poziomu hałasu i zanieczyszczeń powietrza to główny powód, dla którego samorządy szukają usprawnień w systemach komunikacyjnych. Do rozwijania ekologicznego transportu przyczynia się także Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o *elektromobilności i paliwach alternatywnych*, która nakłada na organizatorów i operatorów publicznego transportu obowiązek zapewnienia udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów (wynoszącego odpowiednio: 5% – od dnia 1 stycznia 2021 r., 10% – od dnia 1 stycznia 2023 r., 20% – od dnia 1 stycznia 2025 r.) przez jednostki samorządu terytorialnego (z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 tys.).

2. Zeroemisyjny autobus Volvo 7900 Electric

W Polsce istnieją już firmy mające doświadczenie w produkcji autobusów elektrycznych. Pionierem w dziedzinie elektromobilności i zrównoważonego transportu publicznego jest niewątpliwie Volvo. Produkowany we Wrocławiu Volvo 7900 Electric idealnie sprawdzi się w zatłoczonych centrach miast i dzielnicach

mieszkańczych. Autobus zużywa do 80% mniej energii w porównaniu z napędem konwencjonalnym, porusza się cicho, na całej trasie napędzany jest wyłącznie energią elektryczną. Dzięki w pełni elektrycznemu pojazdowi jest szansa zbliżenia transportu publicznego do ludzi, wprowadzić go nawet można wewnątrz budynków. Na przykład wizyta w centrum handlowym przyszlności może być atrakcyjniejsza dzięki środkom transportu wjeżdżającym do środka budynku. Może to dotyczyć również szpitali. Jednocześnie pojazdy te zapewniają komfort pasażerom i kierowcy. Volvo 7900 Electric został zaprojektowany w taki sposób, aby zapewnić pasażerom cichą i przyjemną jazdę oraz możliwość swobodnego przemieszczania się wewnątrz pojazdu. Kabina kierowcy z kolei zapewnia doskonałą widoczność i zapewnia wygodną pozycję siedzącą. Niski poziom hałasu redukuje ryzyko zmęczenia i rozproszenia uwagi. System klimatyzacji o wysokiej



efektywności zapewnia odpowiednią temperaturę zarówno pasażerom, jak i kierowcy. Pojazdy mogą też zostać uzupełnione o aktywny układ kierowniczy Volvo, który znacznie ułatwia pracę kierowcy i redukuje obciążenie mięśni ramion, rąk i pleców.

Dziesięć lat temu Volvo zaprojektował pierwszy zelektryfikowany autobus, dzisiaj oferuje szeroką gamę nowoczesnych cichych i bezemisyjnych autobusów całkowicie elektrycznych. Obecnie w ofercie producenta znajdują się pojazdy elektryczne o długości 12 m oraz przegubowe o długości 18 m lub 18,7 m, mogące przewieźć nawet 150 pasażerów. Dzięki temu zarówno małe, jak i duże, miasta mają możliwość wprowadzenia do swoich flot transportu publicznego autobusów zasilanych elektrycznie, dopasowując model pojazdu do warunków danego miasta. Liczba akumulatorów w produkowanych autobusach może być zróżnicowana, tak aby zapewnić odpowiednią pojemność i możliwość magazynowania energii dla poszczególnych autobusów. Ładowanie może się odbywać poprzez stację szybkiego ładowania na trasie (OppCharge) oraz przez stacjonarną, gdy autobus jest zaparkowany w zajezdni (Combo2/CCS). Volvo 7900 Electric Articulated został zaprojektowany w taki sposób, by zapewnić wysoką efektywność i wygodne podróżowanie. Aby dodatkowo wzmocnić bezpieczeństwo niechronionych użytkowników ruchu drogowego – pieszych czy rowerzystów – Volvo 7900 Electric może zostać wyposażone w system zarządzania strefą bezpieczeństwa, która automatycznie zapobiega przekraczaniu określonych limitów prędkości, a także system automatycznego wykrywania pieszych i rowerzystów, dzięki któremu kierowca informowany jest o ryzyku kolizji z pieszym lub rowerzystą. Nowoczesny design i zastosowane materiały zachęcają mieszkańców miasta do korzystania z transportu publicznego. Wchodzenie i wychodzenie pasażerów z pojazdów odbywa się szybko i wygodnie dzięki szerokim drzwiom. Znajduje się tam również duża, otwarta przestrzeń z niską i płaską podłogą, co stanowi bardzo duże ułatwienie dla pasażerów z wózkami dziecięcymi oraz osób niepełnosprawnych poruszających się na wózkach inwalidzkich. W autobusach pasażerowie mają swobodny dostęp do najnowszych technologii. Pojazdy wyposażone są w Wi-Fi oraz gniazdka zasilające, jak również w elektroniczne tablice wyświetlające informacje i wiadomości.

Elektryczne autobusy Volvo są wyposażone w zaawansowane układy napędowe Volvo i zoptymalizowane skrzynie biegów, dzięki czemu zapewniają moc i właściwości jezdne pozwalające na bezpieczną jazdę w najtrudniejszych warunkach. Przegubowy model posiada podwójny silnik o mocy wyjściowej nie mniejszej niż 540 KM, aby zagwarantować taką samą niezawodność na podjazdach jak 12-metrowy autobus. Przy pełnym obciążeniu może wjeżdżać na wzniesienie o nachyleniu 6% z prędkością 50 km/h, a funkcja ruszania pod górę zapewnia bezpieczny start przy pełnym obciążeniu, nawet na wzniesieniach o nachyleniu wynoszącym 20%. Elastyczne możliwości konfigurowania akumulatorów pozwalają zoptymalizować ilość magazynowanej energii. 12-metrowy autobus ma akumulator o pojemności do 250 kWh, a model Articulated do 300 kWh. Możliwości ładowania można wybrać zależnie od potrzeb: szybkie ładowanie za pomocą pantografu lub ładowanie w zajezdni przy użyciu kabla. Ponadto autobusy wyposażone są w 2 oddzielne układy klimatyzacji dla pasażerów i kierowcy, co pozwala zapewnić optymalne warunki pracy. System ogrzewania jest całkowicie bezemisyjny w całym zakresie do -5°C. W niższych temperaturach właściwą temperaturę wewnątrz autobusu zapewnia ogrzewacz zasilany paliwem ekologicznym – uwodornionym olejem roślinnym (HVO) lub biodieslem; szczegółowe parametry techniczne przedstawione zostały w tab. 1.

Tab. 1. Parametry techniczne autobusów Volvo 7900

Model		12,0 m	18,0 m	18,7 m
Wymiary i masa	Długość (mm)	12	17,849	18,557
	Szerokość (mm)	2,55	2,55	2,55
	Wysokość (mm)	3,3	3,32	3,32
	Dopuszczalna masa całkowita pojazdu (kg)	19,5	29	29
Możliwości przewozowe	Liczba pasażerów	95	150	145
Układ napędowy	Silnik elektryczny, moc maks. (kW)	200	2 x 200	2 x 200
	Maks. moment obrotowy kół (Nm)	19	31	31,000
	Skrzynia biegów	2-biegowa zautomatyzowana manualna skrzynia biegów		
Ładowanie	Maks. moc ładowania OppCharge (kW)	300	400	450
	Maks. moc ładowania CCS (kW)	150	150	150
	Maks. moc ładowania 400 V AC (kW)	11	-	-
Magazynowanie energii	Pojemność akumulatora (kW)	150, 200 lub 250 bez OppCharge	200 lub 250	200, 250 lub 300
	Akumulator	Akumulator litowo-jonowy. Automatyczna regulacja temperatury		
Osie i układ kierowniczy	Przednia oś	Niskie zawieszenie, sztywna oś przednia Volvo		
	Tylna oś	ZF AV133		
	Układ kierowniczy	Hydrauliczny układ kierowniczy zasilany elektrycznie Aktywny Układ Kierowniczy Volvo jako opcja		
Układ hamulcowy	Hamulce tarczowe Volvo			
	Elektronicznie sterowany układ hamulcowy (EBS5)			
	System ABS			
	System kontroli trakcji (ASR)			
	Hamowanie mieszane			
	Wspomaganie przy ruszaniu pod górę			
	Układ Stabilizacji Toru Jazdy (ESP) opcjonalnie w wersji 12 m			
Klimatyzacja	Montowany na dachu moduł HVAC, chłodzenie/ogrzewanie przy Q80 (kW)	25/37	31/56	31/56
	Odmrażacz, chłodzenie/ogrzewanie przy Q80 (kW)	5.5/18	5.5/18	5.5/18
	Klimatyzacja kierowcy, elektryczny, montowany na dachu moduł klimatyzacji kierowcy połączony z odmrażaczem	Opcjonalnie	-	-
	Klimatyzacja kierowcy, odmrażacz połączony z modułem klimatyzacji pasażerów	Standard	Standard	Standard
	Dodatkowe ogrzewanie, łącznie (kW)	30	41	41
	Dodatkowe ogrzewanie, elektryczne/zasilane paliwem (kW)	14/16	18/23	18/23

Źródło: oprac. własne na podst. [12].

Zakończenie

Elektromobilność stwarza całkowicie nowe możliwości urbanistyczne. Bezemisyjny i cichy transport miejski może funkcjonować bliżej mieszkańców, dla realizacji tego celu konieczne jest wprowadzenie nowych wzorców transportowych, m.in. rozpowszechnienie niekonwencjonalnych układów napędowych w komunikacji publicznej. Zastosowanie technologii elektrycznych pozwoliłoby przede wszystkim na zależności od ropy naftowej, a także ograniczenie zanieczyszczenia powietrza oraz hałasu, co z kolei przekłada się na komfort życia w dużych miastach. Realizacja transportu zbiorowego z wykorzystaniem taboru elektrycznego pozwoli na obsługę linii we wrażliwych obszarach lub w strefach ze specjalnymi ograniczeniami. Pozwoli na urzeczywistnienie celów europejskiej polityki transportowej w zakresie kreowania konkurencyjnego, zasobooszczędnego i niskoemisyjnego systemu transportowego w mieście.

Bibliografia:

1. Bartniczak B., *Zrównoważony transport na poziomie regionalnym jako przedmiot pomiaru wskaźnikowego*, „*Studnia Ekonomiczne*” 2013, nr 143.
2. *BP Statistical Review of World Energy 2019 | 68th edition*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf> (dostęp: 28.02.2020 r.).
3. Dyr T., *Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI wieku*, „*Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*” 2011, nr 10.
4. Dyr T., Misiurski P., Kozłowska M., *Efektywność zastosowania autobusów z napędem alternatywnym w komunikacji miejskiej*, „*Problemy Transportu i Logistyki*” 2018, nr 1 (41).
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych: Dz. Urz. WE L 307 z dnia 28.10.2014.
6. *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, Komisja Europejska, Bruksela KOM (2010), 3 marca 2010.
7. European Alternative Fuels Observatory, <https://www.eafo.eu/> (dostęp: 21.12.2019).
8. Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (red.), *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*, CeDeWu, Warszawa 2019.
9. Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (red.), *Mobilność w aglomeracjach przyszłości*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2018.
10. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_pl (dostęp: 28.02.2020 r.).
11. <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html> (dostęp: 30.01.2020 r.).
12. <https://www.volvobuses.pl/> (dostęp: 27.12.2019).
13. Komunikat Komisji Europejskiej do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”*, Komisja Europejska, Bruksela, styczeń 2011, KOM (2011) 21.
14. Kosztowniak A., Sobol M. (red.), *Współczesna polityka gospodarcza*, CeDeWu, Warszawa 2016.
15. Kowalewski A. T., *Rozwój zrównoważony w procesach urbanizacji*, „*Nauka*” 2015, nr 1.
16. Kozłowska M., Abramowicz A., *Transport pasażerski w strategii na rzecz odpowiedzialnego rozwoju*, „*Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*” 2017, nr 7–8.
17. Kozłowska M., *Autobusy Volvo jako instrument elektromobilności w polskich miastach*, „*Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*” 2017, nr 11.
18. Mężyk A., Zamkowska S., *Problemy transportowe miast. Stan i kierunki rozwiązań*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.
19. Miłaszewicz D., Ostapowicz B., *Warunki zrównoważonego rozwoju transportu w świetle dokumentów UE*, „*Gospodarka, Zarządzanie, Środowisko*” 2011, nr 24.
20. *Projekt eBus. Autobusy elektryczne przyszłością polskiego transportu publicznego*, Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2016.
21. *Raport końcowy. Analiza stanu rozwoju oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce*, Warszawa 2019.
22. Rolbiecki R., *Bezpieczeństwo energetyczne unii Europejskiej a polityka energetyczna w transporcie*, „*Współczesna Gospodarka*” 2015, nr 6.
23. Romejko K., Nakano M., *Portfolio Analysis of Alternative Fuel Vehicles Considering Technological Advancement, Energy Security and Policy*, „*Journal of Cleaner Production*” 2017, No. 142, Issue 1, p. 39–49.
24. *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju Warszawa 2017 do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)*. Dokument przyjęty uchwałą Rady Ministrów w dniu 14 lutego 2017 r.
25. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (t.j. Dz. U. 2018, poz. 317).
26. *White Paper, European Transport Policy for 2010 – time to decide*, Komisja Europejska, Bruksela, wrzesień 2001, COM (2001) 370.

The role of electrified public transport in agglomerations of the future

In the article has been presented development of sustainable transport, which is priorite transport policy of Poland and European Union. The electrification is one of the main factor creating modern transport system. It allows transformation of cities into “zero cities”, without emission, noise pollution and high traffic. In the publication has been presented share of bus rolling stok with alternate fuel in polish public transport and other European Union countries. Buses Volvo 7900 electric has been described as the example of vehicles in future agglomerations.

Keywords: electromobility, public transport, bus manufacturer, volvo.

Autorka:

mgr **Małgorzata Kozłowska** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Ekonomii i Finansów