

Michał PIKUŁA<sup>\*</sup>, Adam PIOTROWSKI<sup>\*</sup>, Franciszek SIDORSKI<sup>\*\*</sup>  
Michał SIERSZYŃSKI<sup>\*</sup>

## **AUTOBUSY NAPĘDZANE SILNIKIEM ELEKTRYCZNYM W ZEROEMISYJNYM TRANSPORCIE PUBLICZNYM**

Niniejszy artykuł dotyczy problematyki związanej z wykorzystaniem pojazdów elektrycznych w zeroemisyjnym transporcie publicznym. Przedstawiono w nim wybrane dokumenty oraz akty prawne dotyczące wprowadzenia autobusów z napędem alternatywnym w komunikacji miejskiej. Zaprezentowano korzyści środowiskowe bezpośrednio wynikające z ich eksploatacji oraz problematykę dotyczącą konieczności rozbudowy infrastruktury elektroenergetycznej wymaganej do ładowania akumulatorów pojazdów tego typu. Szczególną uwagę poświęcono analizie poszczególnych układów funkcjonalnych wchodzących w skład bateryjnego autobusu elektrycznego wykorzystywanego w transporcie publicznym. Podsumowanie niniejszego artykułu stanowi analiza wykorzystania zeroemisyjnego transportu publicznego w jednym z polskich miast.

**SŁOWA KLUCZOWE:** autobus elektryczny, transport publiczny, środowisko, silnik elektryczny, ładowarka.

### **1. WPROWADZENIE**

Autobusy są nieodłącznym elementem transportu publicznego większości miast. Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat możliwym do zaobserwowania staje się przywiązywanie coraz większej uwagi do ograniczenia antropogenicznej emisji zanieczyszczeń środowiskowych w szczególności na terenach o wysokiej gęstości zaludnienia. Jednym z możliwych rozwiązań prowadzących do zwiększania jakości powietrza w miastach jest promowanie, a następnie wykorzystanie zeroemisyjnego transportu publicznego. Szkodliwe związki chemiczne emitowane przez autobusy napędzane silnikiem Diesla takie jak tlenki siarki, azotu, węgla oraz cząstki stałe przyczyniają się do rozwoju wielu chorób, schorzeń oraz generacji smogu. Jednym z najbardziej popularnych rozwiązań, umożliwiającym bezpośrednie zwiększenie efektywności środowiskowej transportu publicznego, jest oparcie jego floty na zeroemisyjnych (w miejscu użyt-

---

<sup>\*</sup> Solaris Bus & Coach

<sup>\*\*</sup> Politechnika Poznańska

kowania) autobusach napędzanych silnikiem elektrycznym, do których zaliczyć można pojazdy bateryjne, wodorowe oraz trolejbusy.

W autobusach bateryjnych zgromadzona energia doprowadzana poprzez falownik do silnika elektrycznego konwertowana jest na energię mechaniczną służącą do napędu pojazdu. Ogniwu paliwowe, do którego doprowadzana jest energia chemiczna wodoru generuje energię na rzecz pracy silnika elektrycznego zainstalowanego w pojeździe wodorowym.

Ogniwo zbudowane jest z anody oraz katody, odseparowane elektrolitem w formie płynnej lub stałej. W ogniwach typu PEM, obecnie wykorzystywanych najczęściej, elektrolitem jest jonowymienna membrana polimerowa, która przepuszcza kationy, a uniemożliwia przepływ elektronów. Doprowadzony do anody wodór rozbijany jest na protony i elektrony. Substraty reakcji ulegają następnie połączeniu na katodzie, do której doprowadzany jest również tlen prowadzący do zobojętniania jonów wodorowych. Jedynym końcowym produktem reakcji jest para wodna. Energia elektryczna generowana jest w procesie przepływu elektronów z anody w kierunku katody z pominięciem jonowymiennej membrany polimerowej. Czynniki ograniczającymi wykorzystanie autobusów wodorowych jest bardzo wysoka cena układu ogniwa paliwowego oraz stosunkowo niska dostępność wodoru o odpowiedniej czystości – klasa 5.

Trolejbus zasilany jest bezpośrednio z sieci trakcyjnej, do której jest podłączony w czasie eksploatacji. Konieczność wybudowania wspomnianej sieci zasilającej na trasie trolejbusu jest czynnikiem, który zasadniczo zmniejsza powszechność tego rozwiązania. Warto podkreślić, że w trolejbusach istnieje możliwość dodatkowego wykorzystania baterii trakcyjnych lub ogniwa paliwowego stosowanych dojazd manewrowych oraz pokonywania odcinków linii nie wyposażonych w trakcję, co jest coraz powszechniejszym wyborem wśród operatorów transportu publicznego.

W niniejszym artykule szczególna uwaga została poświęcona pojazdom baterijnym w transporcie publicznym. Wykorzystanie tego typu autobusów nie powoduje żadnych emisji szkodliwych zanieczyszczeń w miejscu ich funkcjonowania, a ponadto ich eksploatację cechuje ochrona środowiska akustycznego, gdyż pojazdy napędzane silnikiem elektrycznym wyróżnia znacznie niższa emisja hałasu w odniesieniu do autobusów z silnikiem wysokoprężnym.

## **2. DOKUMENTY ORAZ REGULACJE WPŁYWAJĄCE NA ROZWÓJ BEZEMISYJNEGO TRANSPORTU PUBLICZNEGO**

### **2.1. Wybrane dokumenty oraz regulacje Unii Europejskiej**

Do głównych regulacji mających wpływ na rozwój bezemisyjnego transportu publicznego można przede wszystkim zaliczyć:

- 1) Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 24.01.2013 r. „Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych”. W komunikacie szczególna uwaga zwrócona jest na aspekty środowiskowe wykorzystania paliw alternatywnych takich jak energia elektryczna służąca do napędu pojazdów. Ponadto podkreśla się fakt konieczności rozbudowy infrastruktury elektroenergetycznej służącej do ładowania pojazdów elektrycznych [5].
- 2) Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22.10.2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Dyrektywa ta zasadniczo reguluje w artykule 4 oraz 5 promowanie pojazdów elektrycznych i wodorowych oraz wspieranie rozwoju infrastruktury ich ładowania w obszarach gęstego zaludnienia [4].
- 3) Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 20.07.2016 r. „Europejska Strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej”. W komunikacie szczególna uwaga zwrócona jest na możliwości elektryfikacji autobusów, dążeniu do uniezależnienia od ropy naftowej oraz zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla w sektorze transportu publicznego [6].

## 2.2. Wybrane dokumenty oraz regulacje Polski

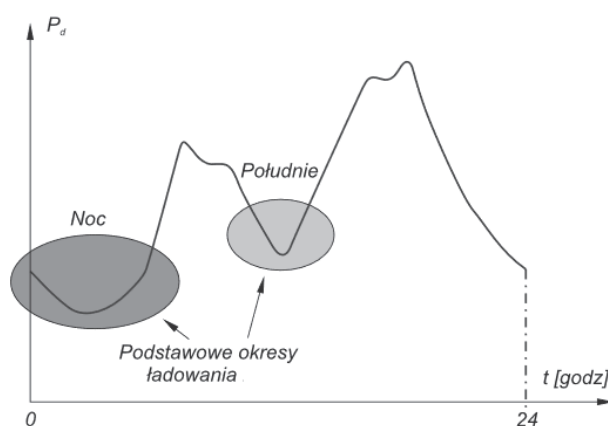
- 1) Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości” wydany przez Ministerstwo Energii został przyjęty przez rząd w dniu 16.03.2017 r. Dokument wskazuje, że przykładem zaistnienia na rynku pojazdów napędzanych silnikiem elektrycznym są producenci polskich autobusów bateryjnych, trolejbusowych oraz wodorowych, którzy z powodzeniem dostarczają swoje produkty na rynkach na całym świecie. Dokument potwierdza również wspieranie dalszego wzrostu popularności autobusów zeroemisyjnych oraz ich punktów ładowania. Przedstawiony jest również spodziewany efekt wymiany autobusów Diesla na autobusy elektryczne w okresie 2021-2025. [3]
- 2) Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z dnia 11.01.2018 r., przyjęta przez Sejm i Senat, w dniu 22.01.2018 r. przekazana do podpisu Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej. W ustawie wskazane jest, że „jednostki samorządu terytorialnego, z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50000, a które świadczą lub zlecają usługę komunikacji miejskiej, udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki samorządu wynosi co najmniej 30%” [8]. W ustawie określone są wymagane procentowe udziały w poszczególnych latach: co najmniej 5% od 01.01.2021 r., co najmniej 10%

od 01.01.2023 r., co najmniej 20% od 01.01.2025r. oraz co najmniej 30% od 01.01.2028 r. Powyższy zapis wskazuje jak duży rozwój oraz uwaga przywiązywana jest do transportu publicznego, którego funkcjonowanie nie wiąże się z emisją zanieczyszczeń środowiskowych.

### 3. KORZYŚCI WYNIKAJĄCE Z WYKORZYSTANIA ZEROEMISYJNYCH AUTOBUSÓW W TRANSPORCIE PUBLICZNYM

Wykorzystanie autobusów napędzanych spalinowym silnikiem wysokoprężnym nieodzwrotnie łączy się z emisją szkodliwych zanieczyszczeń środowiskowych. Zjawisku temu sprzyja niska średnia prędkość pojazdu, częste postoje, hamowania, które z dużą częstotliwością można obserwować podczas ruchu na terenach wysoce zurbanizowanych [2]. W związku z powyższym znaczącą korzyścią wynikającą z wykorzystania autobusów elektrycznych jest bardzo wysoka efektywność środowiskowa. W miejscu eksploatacji pojazdu tego typu nie są wytwarzane żadne zanieczyszczenia. Ponadto emisja hałasu jest bardzo niska w porównaniu z autobusami Diesla. Bardzo dużą korzyścią jest również dywersyfikacja źródeł energii w pojazdach transportu publicznego i uniezależnienie ich eksploatacji od dostępności i ceny ropy naftowej. Dużą zaletą jest również rekuperacja energii w trakcie hamowania, odzysk energii w typowym ruchu miejskim dochodzi do 30%.

Z punktu widzenia funkcjonowania krajowego systemu elektroenergetycznego zaplanowana możliwość ładowania autobusów bateryjnych sprzyja stabilizacji obciążenia sieci. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowy dobowy rozkład obciążeń systemu elektroenergetycznego.

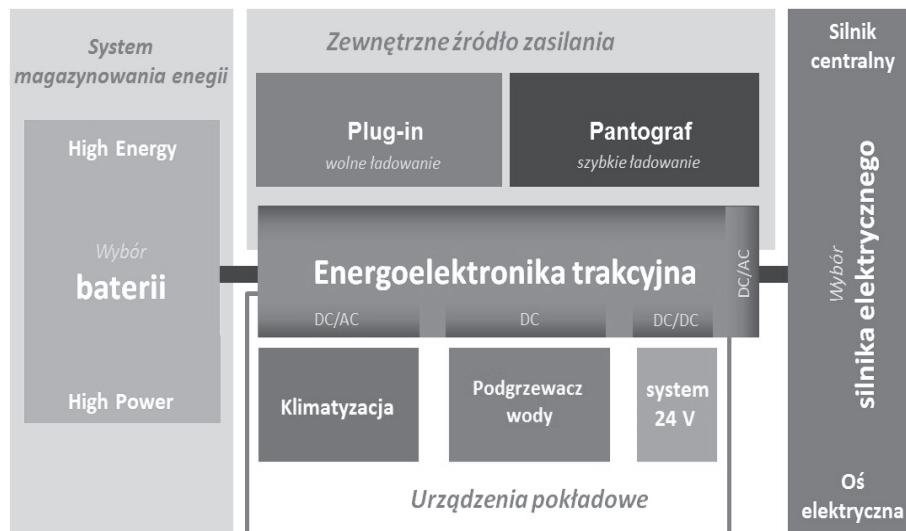


Rys. 1. Krzywa dobowego obciążenia systemu elektroenergetycznego [1]

W przypadku ładowania pojazdów elektrycznych w godzinach nocnych oraz przedpołudniowych pobierany jest nadmiar mocy z systemu elektroenergetycznego wykorzystywany na rzecz ładowania w zajezdniach autobusowych. Powyższe umożliwia stabilizację systemu poprzez zmniejszenie nierównomierności jego obciążenia. Bardzo korzystnym rozwiązaniem jest również zintegrowanie inteligentnego procesu ładowania autobusu elektrycznego z cenami taryf energii elektrycznej co w sposób znaczący wpływa na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych pojazdu. Już teraz wielu operatorów systemu energetycznego zachęca do korzystania z tzw. „taryf ECO”, które mają mieć zasadniczy wpływ na ochronę środowiska oraz walkę ze smogiem. Taryfy te zatwierdzone przez Urząd Regulacji Energetyki mają obowiązywać w godzinach 22:00 do 6:00. Cechować je będzie przede wszystkim znacznie obniżona cena energii elektrycznej.

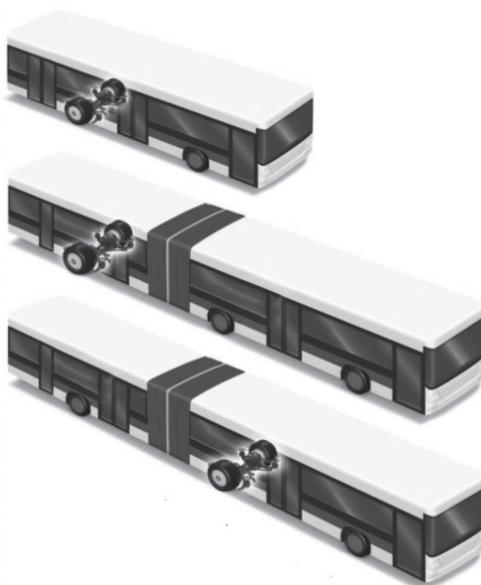
#### 4. PODSTAWOWE UKŁADY FUNKCJONALNE BATERyjNEGO AUTOBUSU ELEKTRYCZNEGO ORAZ JEGO INFRASTRUKTURY ŁADOWANIA

Zasadniczy podział podstawowych układów funkcjonalnych w zeroemisyjnych autobusach elektrycznych przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Podstawowe układy funkcjonalne bateryjnego autobusu elektrycznego [12]

Silnik elektryczny jest najważniejszym elementem funkcjonalnym autobusu elektrycznego. Zazwyczaj stosowane są centralne silniki synchroniczne z magnesem stałym. Istnieją również rozwiązania z trakcyjnymi silnikami asynchronicznymi oraz z silnikami elektrycznymi zainstalowanymi bezpośrednio w osi pojazdu zintegrowanymi w piastach kół, bądź zintegrowanymi z osią elektryczną. Jednym z przykładów oferowanych na rynku rozwiązań jest bezprzekładniowa, elektrycznie napędzana oś firmy Ziehl-Abegg, która wraz z chłodzonymi przy pomocy wody silnikami elektrycznymi bezpośrednio napędza piasty koła. Efektywność energetyczna tego rozwiązania wynika z braku mechanizmu różnicowego oraz przekładni. Przykład zamontowania elektrycznie napędzanej osi przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Silniki elektryczne zainstalowane bezpośrednio w osi pojazdu [11]

Kolejnym fundamentalnym elementem baterijnego autobusu elektrycznego są jego akumulatory energii. Typ wykorzystanej w pojeździe baterii zasadniczo determinuje jego dzienny dystans wymagany do przejechania na pojedynczym ładowaniu oraz rodzaj i ilości punktów ładowania na trasie. Rynek baterii dla pojazdów elektrycznych oparty jest obecnie na technologiach litowo-jonowych. Akumulatory tego typu powszechnie stosowane są nie tylko w transporcie, ale również służą do zasilania większości urządzeń elektronicznych. W pojazdach bateryjnych najczęściej wykorzystywane są baterie LTO (Lithium-titanite  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ ), LFP (Lithium-iron-phosphate  $\text{LiFePO}_4$ ), NMC (Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide  $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ ). Baterie "high power", które charak-

teryzuje duża gęstość mocy, takie jak np. LTO, wykorzystywane są w autobusach, w przypadku których istnieje możliwość szybkiego, dodatkowego, kilku - kilkunastominutowego ładowania na trasie, np. pętli autobusu. Zastosowanie rozwiązania tego typu wiąże się z koniecznością wybudowania dodatkowej infrastruktury ładowania na trasie pojazdu takiej jak pętle indukcyjne czy pantografy elektryczne dużych mocy (obecnie do kilkuset kW). Baterie "high energy" takie jak np. LFP, bądź NMC, charakteryzują się dużą gęstością energii i są powszechnie stosowane w autobusach, co do których nie ma możliwości dodatkowego ładowania i rozbudowy infrastruktury na trasie. Ładowanie tego typu pojazdów odbywa się zazwyczaj w zajezdniach i trwa kilka godzin. Warto zauważyć, że największa łączna pojemność baterii w obecnie oferowanych autobusach mieści się w granicach kilkuset kWh. Należy podkreślić, że pojemność ta zasadniczo ograniczana jest przez masę baterii oraz objętość, którą zajmuje one w autobusie. Technologia baterii rozwijana jest tak, aby uzyskiwać lepsze gęstości energii, co bezpośrednio prowadzi do zwiększenia zasięgów oferowanych przez producentów autobusów elektrycznych zgodnie z oczekiwaniami rynku. Należy jednak podkreślić, że operacyjność bezemisyjnego pojazdu w transporcie publicznym zależy nie tylko od pojemności baterii, ale również wspomnianej wcześniej możliwości budowy infrastruktury ładowania na trasie. Istotny wpływ na zasięg ma również miejsce eksploatacji pojazdu, panujące warunki atmosferyczne i wynikające z nich wykorzystanie układów ogrzewania, wentylacji oraz klimatyzacji HVAC (ang. heating, ventilation, and air conditioning). W autobusach całkowicie bezemisyjnych zastosowanie ogrzewania elektrycznego wiąże się z wysokim wykorzystaniem energii elektrycznej na rzecz utrzymania odpowiedniej temperatury w pojeździe przy ujemnej temperaturze otoczenia. Jedną z metod ograniczenia zużycia energii we wspomnianych warunkach pogodowych jest preaktywacja, polegające na dodatkowym ogrzewaniu pojazdu w trakcie procesu ładowania.

Wyróżniamy trzy sposoby doprowadzania energii do baterii pojazdów elektrycznych w komunikacji miejskiej. Można do nich zaliczyć ładowanie z wykorzystaniem wtyczki plug-in, pantografu oraz indukcyjne. Technologie te zasadniczo różnią moc ładowania, konieczność ingerencji w infrastrukturę na trasie pojazdu oraz cena.

Najprostszym oraz stosunkowo tanim rozwiązaniem jest ładowanie wtyczką plug-in o natężeniu prądu od kilkudziesięciu do kilkuset A przy napięciu ładowania najczęściej w zakresie 500 do 750 V. Technologia ta jest wykorzystywana przede wszystkim do ładowania baterii autobusów w zajezdniach w godzinach nocnych i została ustandaryzowana w Dyrektywie Unii Europejskiej 2014/94/EU. Ograniczenie mocy ładowania wynika bezpośrednio z możliwości przesyłu energii przez złącze CCS, które przyłączane jest do autobusu. Warto również podkreślić, że istnieje możliwość bezpośredniej współpracy ładowarek typu plug-in z odnawialnymi źródłami energii elektrycznej.

Kolejną metodą ładowania jest wykorzystanie pantografu elektrycznego będącego elementem układu zasilającego lub samego autobusu. Użycie pantografu cechuje o wiele wyższa moc ładowania w odniesieniu do wtyczek plug-in jednakże rozwiązanie to wymaga dostępności infrastruktury elektroenergetycznej na trasie pojazdu oraz budowę układów energetycznych dużych mocy. Ponadto rozkład jazdy autobusu musi przewidywać kilku - kilkunastominutowe postoje na trasie lub pętli końcowej. Ładowanie z wykorzystaniem pantografu elektrycznego zaprezentowano na rysunku 4.



Rys. 4. Ładowanie z wykorzystaniem pantografu elektrycznego [9]

Powyższy rysunek ukazuje ładowarkę pantografową w centrum Krakowa, zainstalowaną bezpośrednio na słupie i zasilaną z sieci tramwajowej. Podjeżdżający do przystanku autobus wysuwa głowicę pantografu, która po zetknięciu z szyną prądową stacji rozpoczyna proces ładowania, niezwłocznie po nawiązaniu komunikacji i po prawidłowej autoryzacji. Istnieją również rozwiązania, w którym ze stacji wysuwa się głowica pantografu, która styka się z szynami odbiorczymi zainstalowanymi na autobusie.

Trzecim i jednocześnie najdroższym i najrzadziej spotykanym rozwiązaniem jest wykorzystanie zainstalowanej w jezdni pętli indukcyjnej. Podjeżdżający do przystanku autobus na podstawie danych zwracanych przez czujniki pozycjonowany jest do miejsca, w którym wysuwa tzw. "pick-up" będący padem ładującym, który bezprzewodowo odbiera energię na styku z płytą indukcyjną. Proces nie wymaga połączenia galwanicznego, odbywa się całkowicie autonomicznie na trasie i umożliwia najszybsze naładowanie baterii pojazdu. Jego wykorzystanie jest jednak ograniczone przez nieefektywność ekonomiczną. Ponadto wyma-



ga całkowitej przebudowy nawierzchni drogi w obrębie przystanku ze stacją ładowania.

## 5. FLOTA BEZEMISYJNYCH AUTOBUSÓW ELEKTRYCZNYCH NA PRZYKŁADZIE MIASTA JAWORZNO

Jednym z wielu miast w Polsce, w którym można obserwować zwiększone zainteresowanie autobusami elektrycznymi jest Jaworzno. Flota tamtejszego Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej oparta jest w 40% na bezemisyjnych pojazdach napędzanych silnikiem elektrycznym. We współpracy z firmą Solaris Bus & Coach w ubiegłym roku do miasta dostarczone zostały kolejne bateryjne autobusy elektryczne, w tym 9 sztuk Urbino 18 electric, 9 Urbino 12 electric oraz 4 autobusy Urbino 8,9 electric. Model Urbino 12 electric w konkursie „Bus of The Year” został wybrany najlepszym autobusem miejskim roku 2017 [10, 12]. Pojazd ten w barwach Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej w Jaworznie zaprezentowano na rysunku 5.



Rys. 5. Solaris Urbino 12 PKM Jaworzno [7]

Autobusy 18-metrowe wyposażone są w centralny silnik trakcyjny o mocy 240 kW oraz baterie o łącznej pojemności 240 kWh, natomiast Urbino 8,9 LE w silnik o mocy 160 kW i baterię o pojemności 160 kWh. Wszystkie dostarczone do PKM autobusy wyposażone są w pantograf umożliwiający ładowanie na trasie pojazdu oraz złącze plug-in wykorzystywane do doprowadzania energii do autobusu w godzinach nocnych. Powyższe oznacza bardzo wysoką operacyjność bezemisyjnych pojazdów w komunikacji miejskiej w Jaworznie. Tamtejsze PKM planuje zakup kolejnych 20 autobusów elektrycznych do 2020 roku [10][12]. Powyższemu sprzyja wybudowana infrastruktura ładowania zarówno

w mieście jak i w zajezdni PKM „Centrum E-mobilności”, która zasadniczo obniża nakłady inwestycyjne na kolejne bateryjne autobusy elektryczne.

## 6. PODSUMOWANIE

Coraz większe inwestycje w zeroemisyjny, autobusowy transport publiczny stają się faktem. Świadczą o tym nie tylko wydane w ostatnim czasie dokumenty w Polsce oraz Unii Europejskiej ale również ciągle powiększająca się ilość zamówień na pojazdy tego typu zarówno w Europie jak i na całym świecie. W niniejszym artykule zaprezentowano podstawowe układy funkcjonalne autobusów napędzanych silnikiem elektrycznym oraz możliwości ich ładowania. Wraz z dalszym rozwojem technologii baterii oraz wzrostem ilości punktów ładowania powszechność występowania pojazdów tego typu będzie znacząco rosła. Powyższe przyczyni się do obniżenia emisji szkodliwych zanieczyszczeń środowiskowych poprawiając jednocześnie komfort podróży komunikacją miejską jak i życie w mieście.

## LITERATURA

- [1] Adamowicz M., Guziński J., Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych, *Maszyny i Napędy* 1/2014, s. 74-83.
- [2] Filipowicz J., Filipowicz P., Emisja zanieczyszczeń spalinowych przez autobusy komunikacji miejskiej, *Autobusy* 9/2017, s. 52-55.
- [3] <http://bip.me.gov.pl/files/upload/26453/Plan%20Rozwoju%20Elektromobilno%C4%9Bci%20w%20Polsce,%20przyj%C4%99ty%20przez%20Rad%C4%99%20Ministr%C3%B3w%20w%20dniu%2016%20marca%202017%20roku..pdf> dostęp dnia 25.01.2018 r.
- [4] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0094> dostęp dnia 25.01.2018 r.
- [5] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52013PC0017> dostęp dnia 25.01.2018 r.
- [6] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0501> dostęp dnia 25.01.2018 r.
- [7] <http://myslowice.naszemiasto.pl/artykul/zdjecia/dni-otwarte-pkm-jaworzno-zanami-zdjecia,4317316,artgal,28448134,t,id,tm,zid.html> - dostęp dnia 29.01.2018r.
- [8] [http://orka.sejm.gov.pl/opinie8.nsf/nazwa/2147\\_u/\\$file/2147\\_u.pdf](http://orka.sejm.gov.pl/opinie8.nsf/nazwa/2147_u/$file/2147_u.pdf) dostęp dnia 27.01.2018 r.
- [9] [http://www.infobus.pl/upload\\_module/B\\_baza\\_zdjec/2017-02/infobus\\_2017-02-16\\_92028/Ekoenergetyka-dostarczy-szybkie-ladowarki-dla-Krakowa-0.jpg](http://www.infobus.pl/upload_module/B_baza_zdjec/2017-02/infobus_2017-02-16_92028/Ekoenergetyka-dostarczy-szybkie-ladowarki-dla-Krakowa-0.jpg) - dostęp dnia 29.01.2018r.

- [10] <http://swiatoze.pl/flota-elektrycznych-solarisow-jaworznie/> - dostęp dnia 30.01.2018r.
- [11] ZiehlAbegg moduł napędu osiowego, ([http://www.ziehl-abegg.com/fileadmin/Downloadcenter/pl/pl/Downloads/Automotive/Catalogues\\_Flyer\\_Brochures/Brochure\\_ZAwheel\\_00704676\\_PL\\_pl.pdf](http://www.ziehl-abegg.com/fileadmin/Downloadcenter/pl/pl/Downloads/Automotive/Catalogues_Flyer_Brochures/Brochure_ZAwheel_00704676_PL_pl.pdf)) - dostęp dnia 29.01.2018r.
- [12] Źródło własne - Solaris Bus & Coach.

### **ELECTRIC MOTOR BUSES IN ZEROEMISSION PUBLIC TRANSPORT**

The aim of this article is to present issues related to use electric vehicles in zeroemission public transport. The first section shows documents and legal acts concerning the introduction of alternative drive buses in public transport. The article presents environmental benefits directly resulting from electric bus operation and issues related to the need to develop the power infrastructure required to charge batteries of this type of vehicles. The next section shows analysis of the functional systems in the battery electric buses. The summary of the article presents analysis of use of zeroemission public transport in one of the Polish cities.

*(Received: 04.02.2018, revised: 06.03.2018)*

