

Tymoteusz Rasiński

Trolejbus jako ekologiczny środek transportu miejskiego

JEL: L94 DOI: 10.24136/atest.2018.384

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawiono istotne zagadnienia dotyczące komunikacji trolejbusowej, będącej alternatywnym, ekologicznym środkiem transportu. Omówione zostały trzy nadal funkcjonujące systemy trolejbusowe w Polsce, głównie pod kątem posiadanego taboru, jak również inwestycji, które zrealizowano w celu rozwoju tego rodzaju transportu. Poruszono także temat korzyści ekologicznych i ekonomicznych, wynikających z eksploatacji trolejbusów w stosunku do komunikacji autobusowej i tramwajowej.

Słowa kluczowe: transport publiczny, trolejbusy, elektromobilność.

Wstęp

Dynamiczny rozwój transportu w ostatnich latach stanowi jedno z następstw rozwoju gospodarczego, a jednocześnie staje się znaczącym źródłem problemów, zwłaszcza w dużych aglomeracjach miejskich. Negatywne skutki tego wpływają nie tylko na środowisko naturalne, ale również na społeczeństwo.

W zatłoczonych miastach środki transportu stanowią główne źródło zanieczyszczeń powietrza, ze względu na znaczną emisję toksycznych związków do atmosfery takich jak tlenki węgla, tlenki azotu, czy metale ciężkie, powstałych w wyniku spalania w silnikach spalinowych. Dlatego też bardzo istotnym działaniem jest promowanie ekologicznych środków transportu, zarówno zbiorowego, jak i indywidualnego.

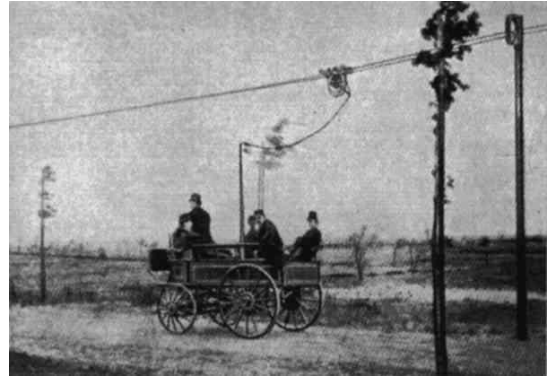
Dodatkowo dość duże znaczenie w ostatnich latach zyskał publiczny transport zbiorowy, przede wszystkim w obrębie obszarów silnie zurbanizowanych. Dlatego też bardzo ważnym elementem działań centralnych i regionalnych władz jest organizacja systemów komunikacji miejskiej w taki sposób, aby była ona w jak najniższym stopniu uciążliwa dla środowiska naturalnego, przy zachowaniu odpowiedniej dostępności oraz punktualności. Działania te wpływają na atrakcyjność publicznego transportu zbiorowego, który staje się coraz bardziej popularny, a co za tym idzie może konkurować z transportem indywidualnym. Dobrze zorganizowany transport zbiorowy pozwala nie tylko na szybkie oraz sprawne przemieszczenie dużych potoków pasażerskich, ale również uniknięcie opóźnień, spowodowanych między innymi wypadkami komunikacyjnymi co podkreśla się w [4, 5].

Obecnie coraz większą popularnością cieszą się elektryczne środki transportu zbiorowego takie jak: autobusy elektryczne i tramwaje. Na uwagę zasługuje również, zapomniana w ostatnich latach komunikacja trolejbusowa. Oprócz wielu zalet posiada ona również ograniczenia takie jak konieczność powiązania z siecią trakcyjną. Dlatego też coraz częściej staje się wykorzystywanie w trolejbusach innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych, pozwalających na jazdę bezsieciovą.

1 Komunikacja trolejbusowa na świecie

Historia trolejbusów sięga 1882 roku [13], w którym 29 kwietnia na przedmieściach Berlina rozpoczęto eksperymentalne badania pojazdu nazwanego Elektromote (rysunek 1). Pojazd ten zasilany był prądem stałym o napięciu 500 V, dostarczanym przez elastyczny kabel, zakończony ośmiokołowym wózkiem, poruszającym się po

napowietrznej sieci trakcyjnej. Elektromote posiadał wszystkie cechy jakimi charakteryzuje się trolejbus, dlatego jest on uznawany za pierwszy tego typu pojazd na świecie.



Rys. 1. Elektromote – pierwszy trolejbus na świecie [2]

Obecnie na świecie w kilkudziesięciu państwach funkcjonuje ponad 350 systemów komunikacji trolejbusowych, z czego około 150 w europejskich aglomeracjach [1]. Największą popularność systemy te zyskały w Europie Środkowej, a przede wszystkim w Rosji, na Ukrainie, a także w innych byłych republikach radzieckich.

Za największy system komunikacji trolejbusowej uważa się system w Moskwie, który istnieje od 25 listopada 1933 roku. W szczytowym momencie w 1971 roku osiągnął on całkowitą długość 1253 km. Niestety aktualnie w Moskwie system ten uchodzi za najwolniejszy środek transportu. Z tego powodu z roku na rok likwidowane są kolejne linie trolejbusowe i zastępowane przez inne środki transportu zbiorowego. Obecnie w Moskwie istnieje około 50 linii, które są obsługiwane przez przedsiębiorstwo komunikacyjne SUE Mosgortran, dysponujące w 2011 roku taborom w liczbie 1631 sztuk [10]. Jednym z powszechnie wykorzystywanych pojazdów jest trolejbus Trolza-5265 Megapolis przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Trolejbus Trolza-5265 Megapolis [9]

Za unikalny system uchodzi krymska sieć linii trolejbusowych, o długości 96 km, łącząca 3 miasta takie jak: Symferopol, Alusztę i Jaltę. Powstała ona w połowie XX wieku [7], ze względu na problemy komunikacyjne istniejącej wówczas sieci tramwajowej. Początkowo sieć obsługiwana była przez trolejbusy MTB-82D pochodzenia radzieckiego oraz czeskosłowackie Škoda 8Tr.

2 Komunikacja trolejbusowa w Polsce

W Polsce trolejbusy pojawiły się jeszcze przed I wojną światową. Pierwsza linia trolejbusowa licząca 4,4 km powstała w 1912 roku we Wrocławiu [3], czyli ówczesnym Breslau, leżącym na terenie Niemiec. Charakteryzowała się ona niekonwencjonalnym sposobem odbioru prądu, z przewodami umieszczonymi nad sobą, a nie obok siebie jak w przypadku tradycyjnych rozwiązań. System ten niestety został zamknięty w 1914 roku, z powodu trudności technicznych. Pionierską linią na terenie Polski była sieć trolejbusowa o długości 2,2 km powstała 1930 roku w Poznaniu. Obsługiwana była ona między innymi przez nietypowy trzyosiowy pojazd, skonstruowany w Poznaniu, na podwoziu angielskim i zasilany napięciem z sieci trakcyjnej o wartości 550 V (rysunek 3).



Rys. 3. Poznański trolejbus z początku lat 30-tych XX wieku [3]

Największy popyt na trolejbusy miał miejsce w trakcie II wojny światowej oraz podczas tzw. kryzysu paliwowego w 1974 roku [1]. Najbardziej rozwinięte systemy posiadały takie miasta jak: Warszawa, Gdynia, Lublin oraz Wałbrzych [3]. W drugiej połowie lat 60-tych XX wieku w Polsce jeździło, aż 338 trolejbusów, z czego większość stanowiły pojazdy wyprodukowane przez czeskiego producenta taboru Škoda.

Mimo, iż niegdyś uruchomiono, aż 13 systemów komunikacji trolejbusowej, do dziś funkcjonują jedynie 3, zlokalizowane w Lublinie, Tychach oraz Gdyni i Sopocie. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie sieci trolejbusowych uruchomionych w Polsce.

Tab. 1. Zestawienie sieci trolejbusowych w Polsce [3]

Lp.	Miasto	Data uruchomienia	Data likwidacji	Długość funkcjonowania [lata]	Liczba linii
1.	Dębica	1988	1993	5	1
2.	Gorzów Wielkopolski	1943	1945	2	-
3.	Gdynia	1943	funkcjonuje nadal	75	15
4.	Legnica	1943	1956	13	1
5.	Lublin	1953	funkcjonuje nadal	65	13
6.	Olsztyn	1939	1971	32	2
7.	Poznań	1930	1970	40	6
8.	Słupsk	1985	1999	14	3
9.	Tychy	1982	funkcjonuje nadal	36	6
10.	Wałbrzych	1944	1973	29	12
11.	Warszawa	1946	1973	27	5
12.	Warszawa-Piaseczno	1983	1995	12	2
13.	Wrocław	1912	1914	2	1

Obecnie komunikacja trolejbusowa ponownie zyskuje na popularności ze względu na wzrost zainteresowania ekologicznymi środkami transportu zbiorowego, które w przeciwieństwie do eksploatowanych pojazdów spalinowych nie emitują toksycznych substancji do atmosfery.

Te istniejące sieci komunikacji trolejbusowej w Polsce wymagają szerszego opisu.

2.1 Lublin

Sieć trolejbusowa w Lublinie to jedna z trzech sieci, która obecnie nadal funkcjonuje w Polsce. Do konieczności jej budowy przyczynił się zły stan taboru autobusowego oraz ich niska częstotliwość kursowania, przy wzrastającej liczbie pasażerów komunikacji miejskiej. Budowę nowego systemu transportu publicznego w Lublinie rozpoczęto w 1952 roku. Dopiero jednak 21 lipca 1953 roku uruchomiono pierwszą linię nr 15, która liczyła 7 km i łączyła Dworzec Główny PKP z dziś obecną ul. Radziszewskiego. Do jej obsługi przeznaczono 8 trolejbusów typu ITB, wyprodukowanych w byłym ZSRR. Jednak z powodu ich złego stanu technicznego, a co za tym idzie częstych napraw i konieczności konserwacji, zazwyczaj w ruchu znajdowały się jedynie 3 pojazdy.

Obecnie w Lublinie istnieje łącznie 13 linii trolejbusowych, w tym 2 linie okresowe (turystyczna oraz cementarna) oraz 1 linia turystyczna otwarta w 2008 roku, obsługiwana przez historyczny tabor [12]. Przewoźnikiem jest Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Lublin Sp. z o.o., które dysponuje 124 pojazdami zestawionymi w tabeli 2.

Tab. 2. Zestawienie taboru trolejbusowego w Lublinie [12]

Marka	Typ	Liczba
Ursus	T70116	38
Solaris	Trollino 12 S	30
Solaris	Trollino 12 MB	20
Ursus	CS18T	15
Solaris	Trollino 18	12
Solaris	Trollino 12 M	3
SAM	MPK Lublin II	3
MAZ	203 T8M	1
Solaris	Trollino 12AC	1
ZiU	9UP	1
Suma		124

Najliczniej, bo aż w liczbie 38 sztuk w Lublinie reprezentowane są trolejbusy URSUS T70116 (rysunek 4). Powstały one w wyniku współpracy z ukraińską firmą Bogdan. Pierwsze 5 sztuk z nich pojawiły się 2013 roku, kolejne 12 w 2014 roku oraz pozostałe 21 w 2015 roku. Te niskopodłogowe pojazdy o długości 12 m, wyposażone zostały w baterie litowo-polimerowe, zlokalizowane na dachu. Pozwalają one na zgromadzenie energii, wystarczającej do pokonania dystansu 5 km na odcinku niewyposażonym w sieć trakcyjną, przy pełnym obciążeniu pojazdu [6]. Dodatkowo trolejbusy te posiadają liczne udogodnienia, charakterystyczne dla nowoczesnego taboru komunikacji miejskiej, czyli klimatyzowaną przestrzeń pasażerską, monitoring oraz automaty do sprzedaży biletów.



Rys. 4. Trolejbus URSUS T70116 [12]

Obecnie Lublin uznawany jest jako jedno z miast w Polsce, które produkuje w dziedzinie elektromobility. W ramach planu rozwo-

ju transportu zbiorowego na lata 2014-2020 [12] zaplanowano zakup 40 nowych pojazdów, a także budowę nowej linii trolejbusowej o długości 10 km oraz 3 podstacji do zasilania sieci trakcyjnej.

2.2 Gdynia

Drugą w Polsce, pod względem liczby użytkowanego taboru, jest sieć trolejbusowa funkcjonująca w Gdyni. Powodem jej powstania były rosnące potrzeby przewozowe, a także pogarszająca się sytuacja paliwowa w trakcie II wojny światowej [2]. Pierwszy odcinek linii trolejbusowej został uruchomiony 18 września 1943 roku od Zarządu Miejskiego (obecnie Urzędu Miasta) do dworca kolejowego w Chyloni. Obsługiwana była ona przez 10 trolejbusów typu Henschel, z wyposażeniem elektrycznym AEG [17]. W kolejnych latach tabor zwiększony został między innymi o pojazdy JTB2 sprowadzone z Kijowa, a także Alfa-Romeo, Fiat-Breda i Tallero sprowadzone z Mediolanu oraz Rzymu.

Aktualnie w Gdyni istnieje 15 linii trolejbusowych, z czego 2 z nich kursują do Sopotu oraz 1 linia okresowa - wakacyjna w relacji Cisowa Sibeliusa – Orłowo SKM – „Klif”. Za system komunikacji trolejbusowej odpowiada Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej Sp. z o.o., które zarządza taborom w liczbie 93 sztuk, w tym 38 pojazdów mogących poruszać się bez korzystania z trakcji trolejbusowej [14]. Zestawienie taboru trolejbusowego w Gdyni zostało przedstawione w tabeli 3.

Tab. 3. Zestawienie taboru trolejbusowego w Gdyni [14]

Marka	Typ	Liczba
Solaris	Trollino 12 M	38
Mercedes Benz	O405N	26
Solaris	Trollino 12 AC	16
Solaris	Trollino 12T	4
Solaris	Urbino 12	3
Mercedes Benz	O530 CITARO	2
Jelcz	120 M	1
Skoda	9Tr20	1
Saurer 4T	IILM	1
ZiU	9B	1
Suma		93

Większą część taboru stanowią wysłużone już trolejbusy Mercedes Benz O405N. Pierwsze z nich wprowadzono do eksploatacji w 2005 roku. Ze względu na brak wystarczających środków na zakup nowych trolejbusów Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej Sp. z o.o zdecydowało, że zakupi używane autobusy marki Mercedes-Benz O405N z 1993 roku, które po modernizacji staną się trolejbusami. Ustalono, że modernizacja obejmować będzie przełożenie napędu z wyeksploatowanych pojazdów marki Jelcz oraz zamontowanie odbieraka prądu, umożliwiającego odbiór energii z sieci trakcyjnej [2]. Na rysunku 5 przedstawiono gdyński trolejbus Mercedes-Benz O405NE o numerze 3059, który jako jedyny egzemplarz tej serii posiada klimatyzowaną kabinę kierowcy.



Rys. 5. Trolejbus Mercedes-Benz O405NE o nr 3059 [fot.własne]

Gdynia to miasto, które ciągle unowocześnia infrastrukturę trolejbusową oraz tabor. Nieustannie wprowadza innowacyjne technologie oraz dba o rozwój ekologicznego transportu publicznego. W 2018 roku Przedsiębiorstwo Komunikacji Trolejbusowej Sp. z o.o. ogłosiło [17] kolejny przetarg na dostawę 30 sztuk niskopodłogowych trolejbusów, w tym 16 sztuk przegubowych, które miały zastąpić wyeksploatowany obecny tabor.

2.3 Tychy

Najmniejsza, a zarazem najmłodsza sieć trolejbusowa funkcjonująca obecnie w Polsce istnieje w Tychach, otwarta jako reakcja na kryzys paliwowy w latach 80-tych. W XX wieku, zaczęto rozważać zmniejszenie udziału komunikacji autobusowej na rzecz komunikacji tramwajowej. Jednakże wysokie koszty budowy infrastruktury torowej skłoniły władze miasta do zainwestowania w system komunikacji trolejbusowej. Pierwszą linię trolejbusową nr 1 o długości 4 km, uruchomiono 1 października 1982 roku w relacji Tychy Zajezdnia WPK – Tychy Krasickiego [16]. W kolejnych latach sieć systematycznie rozbudowywano, a do jej obsługi zakupiono trolejbusy ZIU typu 9B (12 sztuk) oraz 682UP (12 sztuk), produkcji byłego ZSRR.

Obecnie w Tychach istnieje 6 linii trolejbusowych, które obsługiwane są przez Tyskie Linie Trolejbusowe Spółka z o.o., posiadające w swoim taborze 21 nowoczesnych, niskopodłogowych pojazdów. Zestawienie taboru trolejbusowego w Tychach zostało przedstawione w tabeli 4.

Tab. 4. Zestawienie taboru trolejbusowego w Tychach [16]

Marka	Typ	Liczba
Solaris	Trollino 12MB	15
Solaris	Trollino 12DC R	3
Solaris	Trollino 12AC	2
Solaris	Trollino 12T	1
Suma		21

Największą część tyskiego taboru, bo aż 15 sztuk, stanowią trolejbusy Trollino 12MB (rysunek 6), wyprodukowane w latach 2012-2013. Pojazdy te o długości 12 m, są w 100% niskopodłogowe. Dzięki zastosowanym niklowo-kadmowym zasobnikom energii, mogą one przejechać odcinek 6 km, bez zasilania z sieci trolejbusowej np. w przypadku objazdu linii lub awarii sieci [15]. Trolejbusy te charakteryzują się również dużą energooszczędnością, ze względu na odzyskiwanie energii w trakcie hamowania i zwracania jej do sieci bądź wykorzystywana do ładowania akumulatorów trakcyjnych.



Rys. 6 Trolejbus Solaris Trollino 12MB [16]

Mimo, że Tychy posiadają najmniejszą liczbę linii trolejbusowych w Polsce, to w porównaniu z Lublinem i Gdynią posiadają najnowocześniejszy tabor. Dzięki realizacji unijnego projektu [16] w Tychach zakupiono nowoczesne trolejbusy i zmodernizowano istniejącą sieć trakcyjną.

3 Ekologiczne aspekty komunikacji trolejbusowej

W związku z tym iż transport odpowiada za jedną czwartą emisji gazów cieplarnianych w Europie, uważany jest za główną przyczynę zanieczyszczenia powietrza w miastach. Dlatego też w 2016 roku Komisja Europejska wydała komunikat [8], dotyczący europejskiej strategii na rzecz mobilności niskoemisyjnej. Jego celem jest obniżenie obecnej emisji gazów cieplarnianych, pochodzących z transportu o 60 % w stosunku do wartości w 1990 roku i w konsekwencji doprowadzić do zupełnego wyeliminowania tej emisji. Kluczowymi czynnikami, które będą sprzyjały rozwojowi zrównoważonego transportu są efektywność systemu transportu, niskoemisyjne alternatywne źródła energii oraz wprowadzenie niskoemisyjnych i bezemisyjnych pojazdów.

Coraz bardziej restrykcyjne normy środowiskowe stawiane państwom członkowskim przez Unię Europejską, w zakresie emisji toksycznych substancji przez pojazdy, skutkują powstawaniem innowacyjnych rozwiązań ekologicznych. W ostatnich latach dość dużą popularność zyskuje technologia wykorzystywana przy konstrukcji pojazdów hybrydowych oraz elektrycznych.

Komunikacja trolejbusowa w porównaniu do innych systemów takich jak tramwaje czy autobusy posiada wiele zalet. Z powodu braku konieczności budowania torowiska, po których poruszają się tramwaje jest ona znacznie tańsza. Dzięki niskim kosztom przeniesienia sieci napowietrznej istnieje stosunkowo duża łatwość zmiany trasy, w zależności od potrzeb ruchu. Dodatkowo trolejbusy charakteryzują się niską emisją hałasu. Mają one również możliwość omijania przeszkód na jezdni, a dzięki zastosowanym dodatkowym napędom autonomicznym są w stanie przejechać kilka kilometrów bez podłączenia do sieci trolejbusowej. W porównaniu do tramwajów trolejbusy mogą pokonywać większe wzniesienia.

W porównaniu do autobusów zasilanych silnikiem spalinowym, trolejbusy korzystają z energii elektrycznej wytworzonej w elektrowniach, co sprawia że są bezemisyjne w miejscu ich eksploatacji. Jest on również mniej hałaśliwy od tradycyjnego autobusu, a także ma możliwość odzyskiwania energii w trakcie hamowania, którą przekazuje bezpośrednio do sieci lub wykorzystuje do ładowania zasobników energii.

Trolejbusy pod względem zasady działania są bardzo podobne do autobusów z napędem elektrycznym. Jednak w przeciwieństwie do nich muszą być one podłączone do elektrycznej sieci zasilającej, gdyż bez niej mogą przejechać jedynie kilku kilkumetrowy odcinek trasy.

Podsumowanie

Obecnie bardzo dużym problem wielkich miast i aglomeracji jest zanieczyszczenie atmosfery, na które znaczący wpływ ma również transport. Dlatego też niektóre europejskie miasta takie jak Hamburg, chcąc walczyć ze emisji spalin wprowadzają ograniczenie ruchu pojazdów niespełniających normy Euro 6 lub całkowicie zakazują wjazdu do centrum pojazdom z silnikiem o zapłonie samoczynnym. Alternatywą do walki z zanieczyszczeniem powietrza jest również elektromobilność i promowanie korzystania z komunikacji zbiorowej.

W ostatnich latach światowe metropolie sukcesywnie rezygnują z pojazdów wyposażonych w silniki spalinowe, przede wszystkim wspomniane już silniki Diesla. Między innymi Paryż [11] zobowiązał się, że do 2025 roku ich tabor autobusowy będzie składać się w 80% z elektrycznych autobusów, a w 20% z autobusów napędzanych biogazem.

Pojazdy elektryczne zyskują dziś bardzo dużą popularność ze względu na brak emisji w miejscu ich eksploatacji. Na uwagę zasługuje, zapomnianą komunikacją trolejbusowa. Z przeprowadzonych w Tychach badań [14] wynika, iż korzystanie z sieci trolejbusowej pozwala na ograniczenie niskiej emisji o 1100 kg rocznie szkodliwych substancji, w tym tlenu węgla o 650 kg, tlenków azotu o 104 kg, węglowodorów o 117 kg. Nie tylko brak emisji spalin w miejscu eksploatacji pojazdu, ale również zredukowany poziom hałasu stanowią olbrzymie zalety komunikacji trolejbusowej, która poprawia jakość życia mieszkańców w dużych aglomeracjach.

Bibliografia:

1. Pawełczyk M., Trolejbusy – jako korzystna alternatywa dla transportu zbiorowego, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2011, nr 12.
2. Połom M, Palmowski T., Rozwój i funkcjonowanie komunikacji trolejbusowej w Gdyni, Wydawnictwa „Bernardinum”, Pelplin, 2009
3. Pudło J., Trolejbusy w Polsce, Wydawnictwo Księży Młyn, Łódź, 2011.
4. Rasiński T., Przegląd taboru tramwajowego eksploatowanego w transporcie publicznym, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2018, nr 6.
5. Sówka I., Transport drogowy jako źródło zanieczyszczenia powietrza na terenie aglomeracji miejskich, „Czysta Energia” 2017, nr 1-2.
6. Zalewska A., Napędy autonomiczne w trolejbusach na przykładzie miasta Lublin, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 12.
7. <http://crimeatroll.ru> - dostęp 27.10.2018
8. <https://eur-lex.europa.eu> - dostęp 27.10.2018
9. <https://hiveminer.com> - dostęp 27.10.2018
10. <http://www.mosgortrans.ru> - dostęp 27.10.2018
11. <https://www.mos.ru> - dostęp 27.10.2018
12. <http://www.mpk.lublin.pl> - dostęp 27.10.2018
13. <http://www.obusew.de> - dostęp 27.10.2018
14. <http://www.pktgdynia.pl> - dostęp 27.10.2018
15. <https://www.solarisbus.com> - dostęp 27.10.2018
16. <http://www.tit.pl> - dostęp 27.10.2018
17. <http://www.zkmgdynia.pl/> - dostęp 27.10.2018

Trolleybus communication as one of the alternatives to modern public transport

The article presents an alternative means of public transport such as a trolleybus as an example of an ecological vehicle. Three still functioning trolleybus systems in Poland were discussed, with reference to rolling stock, as well as investments that were implemented to develop trolleybus lines. The subject of environmental and economic benefits resulting from the exploitation of trolleybuses in relation to bus and tram communications was also discussed.

Keywords: public transport, trolleybuses, electromobility.

Autorzy:

mgr inż. **Tymoteusz Rasiński** – Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Szynowych, e-mail: tymoteusz.rasinski@mech.pk.edu.pl