

Marek PAWEŁCZYK

TROLEJBUSY – JAKO KORZYSTNA ALTERNATYWA DLA TRANSPORTU ZBIOROWEGO

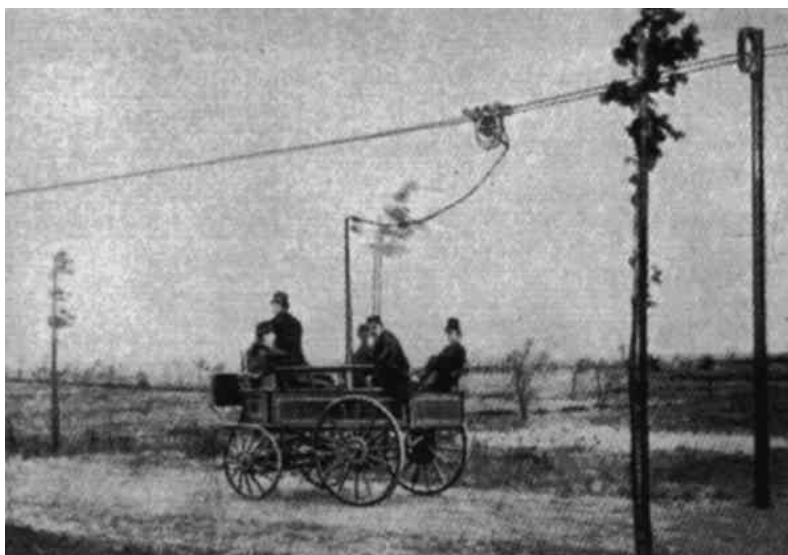
Streszczenie

W artykule przedstawiono informacje charakteryzujące rozwój historyczny trolejbusu jako środka komunikacji zbiorowej. Scharakteryzowano zalety i wady komunikacji trolejbusowej, fazy rozwojowe i stopień upowszechnienia tej komunikacji na świecie i w Polsce. Omówiono także perspektywy rozwoju komunikacji trolejbusowej, jako efektywnego ekologicznego środka transportu, szczególnie w miastach małych i średniej wielkości.

WSTĘP

Za początek historii trolejbusów uważa się datę 29 kwietnia 1882 roku, kiedy to Ernst von Siemens rozpoczął badania eksperymentalne pojazdu o nazwie „Elektromote” na przedmieściach Berlina (rys. 1). Badania były prowadzone na odcinku linii o długości 540 m, zelektryfikowanej prądem stałym o napięciu 500 V. Odbiór prądu odbywał się za pośrednictwem wózka, poruszającego się na 8 kółkach po dwóch przewodach prądowych, rozwieszonych na masztach rozstawionych wzdłuż linii. Wózek był ciągnięty przez kabel, łączący wózek z pojazdem. Energia elektryczna dostarczana do pojazdu zasilala 2 silniki elektryczne o mocy 2,2 kW każdy, napędzające tylne koła pojazdu za pomocą przekładni łańcuchowej [1]. Badania trwały ok. 1,5 miesiąca i nie przyniosły efektu w postaci uruchomienia działającej komercyjnie linii trolejbusowej, chociaż znaleźli się naśladowcy Siemensów, m.in. w Europie i w Stanach Zjednoczonych. W 1899 roku testowano w Berlinie kolejny pojazd elektryczny, zasilany z linii napowietrznej, mogący poruszać się zarówno po torach, jak i po drodze [2].

W ramach przygotowań do Wystawy Paryskiej w roku 1900 Lombard Gérin uruchomił kolejną eksperymentalną linię trolejbusową, łączącą tereny wystawowe z Porte de Vincennes. Jednak, jak się wydaje, przełomowym momentem w rozwoju trolejbusów było uruchomienie przez Maxa Schiemanna pierwszej na świecie linii trolejbusowej, przewożącej pasażerów w Bielathal koło Drezna w 1901 roku. Schiemannowi trolejbusy zawdzięczają system zasilania za pośrednictwem drążkowych odbieraków prądu, dociskanych od dołu za pomocą sprężyn do przewodów jezdnych. System ten do tej pory stanowi standardowe rozwiązanie odbioru prądu dla wszystkich „klasycznych” linii trolejbusowych na świecie. Warto wspomnieć, że w owym czasie powstało kilka innych systemów odbieraków (m.in. system Cédès-Stoll, stosowany pod Dreznem i w Wiedniu, system Lloyd-Köhler, stosowany w Bremie oraz system Filovia, testowany pod Mediolanem).



Rys. 1. Pierwszy eksperymentalny trolejbus Siemensa – „Elektromote” (1882) [1]

W pierwszych dwóch dekadach XX wieku systemy trolejbusowe powstawały równolegle z pozostałymi trzema systemami komunikacji miejskiej (tramwajami, autobusami i systemami miejskiej kolei nadziemnej lub podziemnej), względnie z uwagi na koszty stanowiły etap przejściowy – wstęp do budowy linii tramwajowych lub ich rozbudowy. Z czasem, w okresie międzywojennym, sytuacja odwróciła się i linie trolejbusowe zaczęły zastępować linie tramwajowe tam, gdzie wielkość przewozów na linii nie była wystarczająco duża, aby pokryć jej koszty eksploatacji [3]. W latach 50. XX wieku rozwój autobusów, napędzanych silnikiem spalinowym i obniżka cen paliw przyczyniły się do upadku większości sieci trolejbusowych i zastąpieniu ich autobusami. Obecnie trolejbusy na świecie przeżywają renesans ze względu na konieczność ograniczenia emisji substancji szkodliwych do atmosfery i możliwość pozyskiwania energii elektrycznej z czystych źródeł.

1. ZALETY I WADY SYSTEMÓW TROLEJBUSOWYCH

Współczesne trolejbusy charakteryzują się szeregiem zalet:

- większym przyspieszeniem niż autobusy, ograniczonym praktycznie tylko ze względu na bezpieczeństwo pasażerów stojących, w konsekwencji wpływa to pozytywnie na średnią prędkość przejazdu od pętli do pętli w terenie miejskim, która jest znacząco wyższa niż w przypadku autobusu; wiąże się to ze znacznie korzystniejszą charakterystyką trakcyjną silnika elektrycznego niż spalinowego;
- możliwością uzyskania znacznie wyższych wartości opóźnienia podczas hamowania, dzięki wyższemu współczynnikowi przyczepności kół do jezdni niż kół do szyn w tramwajach, co pozytywnie wpływa na bezpieczeństwo ruchu;
- znacznie wyższą niż w przypadku autobusów zdolnością pokonywania wzniesień;
- mniejszą energochłonnością rozruchu z uwagi na powszechnie obecnie stosowane sterowanie częstotliwościowe (bezstratne) silnikami asynchronicznymi z zaprogramowanym przebiegiem rozruchu;
- zmianami prędkości, które następują płynnie, bez szarpnięć i konieczności przełączania przełożeń w skrzyni biegów;
- praktycznie zerową emisją substancji szkodliwych do atmosfery w środowisku miejskim;
- możliwością wykorzystania energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych;
- równie niskim, jak w przypadku systemów lekkich pojazdów szynowych, pośrednim zużyciem paliw kopalnych i równie niską pośrednią emisją gazów cieplarnianych;

- niższym poziomem hałasu dzięki zastosowaniu silników elektrycznych zamiast silnika spalinowego oraz kół ogumionych, tłumiących wibracje zamiast kół stalowych (w tramwajach);
- możliwością obniżenia podłogi na całej długości pojazdu, przy jednoczesnej rezygnacji ze skrzyni biegów, przekładni głównej, mechanizmu różnicowego i, w konsekwencji, redukcji masy własnej pojazdu dzięki zastosowaniu silników montowanych indywidualnie przy kołach;
- dzięki możliwości pracy odwracalnej silników elektrycznych nowoczesne trolejbusy wyposażone są w układy rekuperacji energii podczas hamowania – wytworzona przez pracujące w trybie generatorowym silniki trakcyjne energia elektryczna jest zwracana do sieci zasilającej i może być wykorzystana przez inne pojazdy, znajdujące się na tym samym odcinku zasilania (rozwiązanie zastosowane m.in. w polskich trolejbusach marki Jelcz i Solaris); stosowane są również pokładowe systemy akumulacji energii (np. baterie superkondensatorów, koła zamachowe, baterie akumulatorów elektrochemicznych);
- trolejbusy są bardziej mobilne niż tramwaje – możliwe jest ominięcie przeszkody na torze jazdy w zakresie ograniczonym zasięgiem pałaków – ok. 2-3m;
- w nowoczesnych trolejbusach montuje się pomocnicze silniki spalinowe lub zasobniki energii elektrycznej, umożliwiające poruszanie się trolejbusu z ograniczoną prędkością (20-30 km/h) w przypadku zaniku napięcia w sieci zasilającej lub jej uszkodzenia;
- elektronicznie sterowane systemy kontroli położenia pałaków względem sieci zasilającej (i laserowe systemy ich naprowadzania) pozwalają na praktycznie wyeliminowanie problemów związanych z odpadnięciem pałaków;
- koszt budowy infrastruktury jest znacznie niższy niż budowy infrastruktury tramwajowej, odpada konieczność bardzo kosztownych i kłopotliwych dla mieszkańców przebudów i zamknięć ulic, związanych z układaniem i remontem torów tramwajowych, budową przejazdów przez tory tramwajowe;
- remonty częściowe nawierzchni drogowej (np. zamknięcie jednego pasa ruchu) nie eliminują możliwości utrzymania komunikacji trolejbusowej;
- koszty eksploatacji pojazdów trolejbusowych są znacznie niższe niż koszty eksploatacji autobusów o tej samej pojemności ze względu na wyeliminowanie szeregu skomplikowanych i relatywnie zawodnych podzespołów (silnik spalinowy, skrzynia biegów, układ chłodzenia, układ olejowy; w konsekwencji poziom gotowości eksploatacyjnej, niezawodność i żywotność trolejbusów są znacząco wyższe niż autobusów.

Tak, jak w przypadku każdego rozwiązania technicznego, również i w przypadku trolejbusów mamy do czynienia z wadami, do których należą:

- wspomniana możliwość „zgubienia pałaków”, czyli oderwania się odbieraków prądu od sieci trakcyjnej; zjawisko to występuje dość często w przypadku starej sieci trakcyjnej, która nie została wyposażona w specjalne prowadnice, poprawiające współpracę odbieraków z siecią na zakrętach, w związku z tym przewody jezdne mają tendencję do załamania się w tych miejscach, czego skutkiem może być niebezpieczne kołysanie się pałaków, co, przy zbyt dużej prędkości pojazdu, może to spowodować ich odpadnięcie; środkami ograniczającymi to zjawisko są: zastosowanie specjalnych modyfikacji sieci trakcyjnej na skrzyżowaniach i rondach, a także wprowadzanie wspomnianych wyżej systemów kontroli położenia pałaków;
- trolejbusowa sieć trakcyjna jest bardziej złożona niż sieć tramwajowa z uwagi na konieczność rozwieszenia dwóch przewodów jezdnych – wymusza to stosowanie specjalnych zwrotnic;
- nie ma możliwości wyprzedzania się trolejbusów, o ile nie posiadają one wspomnianych zasobników energii elektrycznej lub pomocniczych napędów spalinowych – w konse-

kwencji w przypadku pojazdów starszej generacji jeden stojący trolejbus może zablokować ruch pozostałych pojazdów poruszających się po tej samej trasie;

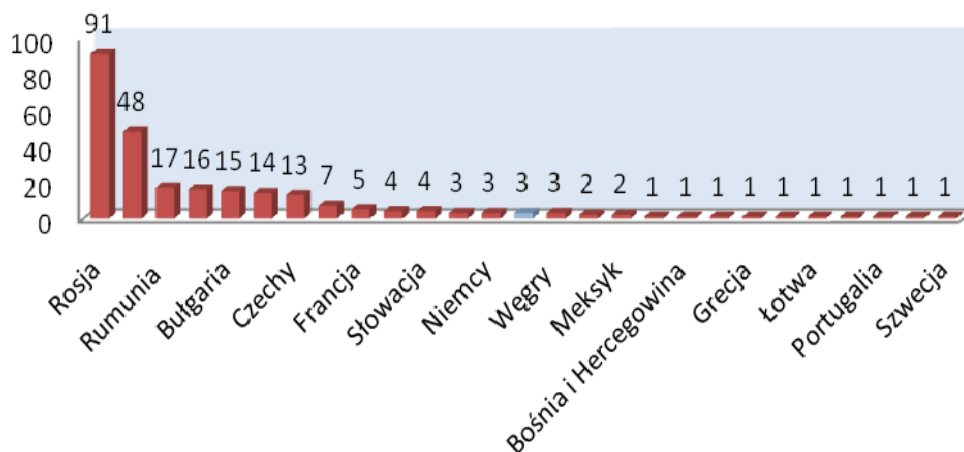
- trolejbusy korzystają z tej samej drogi, co inni użytkownicy i nie posiadają szczególnych uprawnień na tej drodze (a przynajmniej innych, niż autobusy), w związku z tym, podobnie jak autobusy, mogą utknąć w korkach; pewnym rozwiązaniem jest możliwość zorganizowania bus-pasów, z których mogą korzystać wyłącznie środki transportu zbiorowego.

Z powyższego zestawienia zalet i wad trolejbusów wynika, że zdecydowanie przeważają te pierwsze, szczególnie w miastach średniej wielkości i małych, w których wprowadzenie komunikacji tramwajowej nie ma uzasadnienia z uwagi na wysokie koszty infrastrukturalne (torowiska, sieć trakcyjna, podstacje trakcyjne, pojazdy) i stosunkowo niskie natężenie przewozów na linii. Ocenia się, że koszty budowy i eksploatacji infrastruktury trolejbusowej stanowią około 10% kosztów infrastruktury lekkich systemów szynowych (np. tramwajów) i są tylko o jedną piątą wyższe od kosztów komunikacji autobusowej [4]. Jeśli dodatkowo uwzględni się koszty środowiskowe, związane z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego, może się okazać, że komunikacja trolejbusowa będzie najlepszą opcją.

2. SYSTEMY TROLEJBUSOWE NA ŚWIECIE I W POLSCE

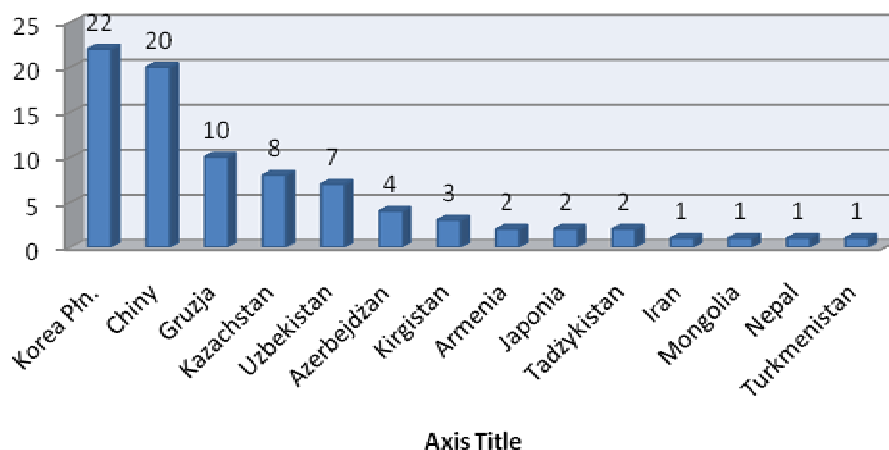
Z zestawienia dostępnego w Internecie [4] wynika, że aktualnie systemy trolejbusowe są eksploatowane w 359 miastach na 5 kontynentach. Inne źródło [5] podaje, że funkcjonują one w 315 miastach, a w ponad 500 istniały w przeszłości. Poniżej przedstawiono wykresy, prezentujące liczbę miast, w których funkcjonuje transport trolejbusowy w Europie (rys. 2), Azji (rys. 3) i na pozostałych kontynentach (rys. 4).

Z przedstawionych wyżej wykresów wynika, że względy ekologiczne, tak istotne z dzisiejszego punktu widzenia, nie były wcześniej czynnikami decydującymi o wprowadzeniu komunikacji trolejbusowej. Najbardziej rozpowszechnione systemy trolejbusowe są w krajach byłego Związku Radzieckiego, zwłaszcza w Rosji (91 miast) i na Ukrainie (48 miast), łącznie w 15 byłych republikach radzieckich trolejbusy są eksploatowane w 191 miastach, co stanowi więcej niż połowę wszystkich systemów na całym świecie. Popularność trolejbusów w tej części świata wynikała raczej z kwestii związanych z systemem centralnego planowania i niskiej ceny energii elektrycznej.



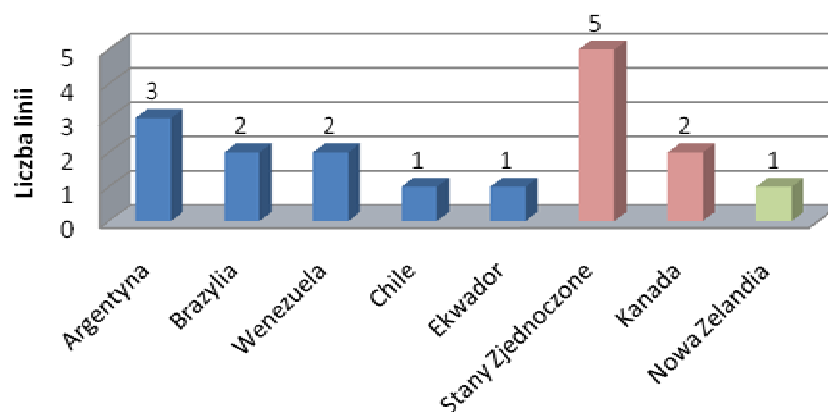
Rys. 2. Miasta z komunikacją trolejbusową w Europie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4] – stan 08.2008 r.



Rys. 3. Miasta z komunikacją trolejbusową w Azji

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4] – stan 08.2008 r.



Rys. 4. Miasta z komunikacją trolejbusową w Ameryce i w Oceanii

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4] – stan 08.2008 r.

Największym przewoźnikiem trolejbusowym świata jest przedsiębiorstwo komunikacyjne SUE Mosgortran w Moskwie (1740 trolejbusów, 104 linie, 8 zajezdni [7]). Drugim co do wielkości przewoźnikiem trolejbusowym w dawnym ZSRR było przedsiębiorstwo kijowskie – aktualnie 40 linii trolejbusowych obsługuje około 600 pojazdów, stacjonujących w czterech zajezdniach [8]. Na Ukrainie znajduje się najdłuższa obecnie na świecie linia trolejbusowa – tzw. trolejbus krymski - linia o długości 86 km, łącząca Symferopol z kurortami krymskimi Ałusztą i Jałtą [9].

Największym unijnym przewoźnikiem trolejbusowym jest przedsiębiorstwo ILPAP z Aten z odnowionym w związku z Igrzyskami Olimpijskimi 2004 siecią trakcyjną i taborem (23 linie, 366 pojazdów [10]). Kolejne duże miasta z dominującą komunikacją trolejbusową – to Ryga (20 linii) i Wilno (19 linii). W Europie Zachodniej najbardziej rozwiniętą komunikację trolejbusową posiadają Włochy (16 miast, m.in. Neapol -6 linii, Mediolan, Parma – 4 linie, Cagliari, Bolonia, Modena – 3 linie) i Szwajcaria (14 miast, m.in. Lozanna – 10 linii, Lucerna i Zurich – 6 linii, Genewa i Berno – 5 linii, Winterthur, Neuchatel – 4 linie). Nowoczesnymi sieciami trolejbusowymi dysponują Salzburg (Austria), Arnhem (Holandia), Limoges (Francja) i Landskrona (Szwecja).

W Europie Środkowo-Wschodniej oprócz wspomnianych wyżej krajów, powstałych w wyniku rozpadu ZSRR, komunikacja trolejbusowa cieszy się popularnością w Czechach (13 miast, m.in. Brno – 13 linii, Ostrawa, Usti nad Łabą, Zlin – 10 linii), Rumunii (17 miast, m.in.

Bukareszt – 19 linii, Timisoara – 9 linii, Cluj-Napoca – 8 linii, Piatra-Neamt – 6 linii) i Bułgarii (15 miast, m.in. Plewen – 15 linii, Ruse – 10 linii, Sofia – 9 linii) [4].

W Azji dwoma wiodącymi państwami, w których rozwijane są sieci trolejbusowe, są Chiny (20 miast, w tym ponad 20 linii w Pekinie i w Szanghaju) i Korea Północna (linie trolejbusowe eksploatowane w 22 miastach, największa sieć w stolicy Pjongjang – 10 linii).

Stany Zjednoczone, z 24% udziałem w światowej emisji CO₂ przy 4% potencjale ludnościowym, poczyniły w ostatnich latach szereg kroków na rzecz redukcji gazów cieplarnianych i przejścia w komunikacji miejskiej do technologii bardziej przyjaznych środowisku. Można w związku z tym zaobserwować w USA działania na rzecz odejścia od autobusów z silnikami wysokoprężnymi na rzecz lekkich aglomeracyjnych pojazdów szynowych w ponad 20 miastach, zastosowanie hybrydowych autobusów z diesel-elektrycznymi układami napędowymi i napędem za pomocą ogniw paliwowych (zwłaszcza w Nowym Jorku) i działania w zakresie głębokiej modernizacji komunikacji trolejbusowej w Bostonie, Dayton, San Francisco i Seattle. San Francisco dysponuje obecnie największym parkiem trolejbusowym na półkuli zachodniej – ogółem 344 pojazdy, w tym 60 trolejbusów przegubowych o długości 18 metrów [5]. Drugim co do wielkości na kontynencie północnoamerykańskim przewoźnikiem trolejbusowym jest przedsiębiorstwo Translink w Vancouver, dysponujące 262 pojazdami, w tym 74 trolejbusami przegubowymi [6].

Jak wynika z danych dostępnych w Wikipedii [11] lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte ubiegłego stulecia były okresem, kiedy zlikwidowano dużą część linii trolejbusowych, szczególnie w krajach charakteryzujących się wyższym poziomem cywilizacyjnym. Przyczyn tego faktu można upatrywać we wspomnianych wyżej wadach komunikacji trolejbusowej. Przestarała sieć trakcyjna, powodująca konieczność znacznego ograniczenia prędkości pojazdów na skrzyżowaniach i zakrętach, tworząca gęstą płataninę przewodów rozwieszonych nad ulicami, blokowanie ulic i skrzyżowań przez unieruchomione na skutek awarii trolejbusy, a przede wszystkim tanie paliw płynnych sprawiły, że rezygnowano z komunikacji trolejbusowej, zastępując ją komunikacją autobusową. Zjawiska takie obserwowaliśmy m.in. w Polsce – z 12 sieci trolejbusowych przetrwały 3 (w Gdyni, Lublinie i Tychach). Linie we Wrocławiu, która powstała jeszcze w 1912 roku wkrótce zlikwidowano (1913 r.) z powodu trudności technicznych – zastosowano tam nietypową sieć trakcyjną (tzw. system Lloyd-Köhler), w której przewody trakcyjne były usytuowane jeden nad drugim, a nie obok siebie, jak w większości trolejbusowych systemów trakcyjnych [12]. Warto dodać, że po wojnie planowano uruchomienie linii łączącej miasto z dzielnicą Psie Pole; do jej obsługi zgromadzono nawet 7 przedwojennych trolejbusów marki Fiat, jednak w 1949 roku od planów tych odstąpiono i trolejbusy wysłano do Gdyni. Dwie linie w Gorzowie Wielkopolskim, uruchomione w czasie wojny (1943 r.) zostały zniszczone podczas walk o miasto w styczniu 1945 roku. Linii nie odbudowano a ocalałe trolejbusy przekazano do Poznania [13]. W Legnicy linia trolejbusowa funkcjonowała w latach 1943-45, po wojnie (w 1946 roku) sieć trakcyjną przeniesiono na inną linię, łączącą lotnisko z dworcem kolejowym. W 1956 r. w związku z dekapitalizacją sieci podjęto decyzję o likwidacji linii [14].

Najwcześniej uruchomioną linią trolejbusową, działającą na ziemiach II Rzeczypospolitej, była linia wybudowana w 1930 roku w Poznaniu. Po okresie rozbudowy sieci w latach 1939-44 i po jej powojennej odbudowie i rozbudowie w 1954 roku funkcjonowało 6 linii. Od końca lat 50. stopniowo zastępowano linie trolejbusowe tramwajowymi i autobusowymi. W 1970 roku zlikwidowano ostatnią działającą jeszcze w Poznaniu linię. Co ciekawe, przez większość okresu istnienia trolejbusów w Poznaniu poszczególne linie nie były ze sobą połączone, tworząc trzy niezależne sieci. Pojazdy poza siecią były holowane przez pojazdy pogotowia technicznego [15].

Linie trolejbusowe, uruchomione w 1939 r. w Olsztynie, funkcjonowały do końca wojny. W 1945 roku doszło do poważnych zniszczeń sieci trakcyjnej w związku z działaniami wo-

jennymi. W 1946 roku komunikacja trolejbusowa została ponownie uruchomiona i funkcjonowała do roku 1971. W roku 1981 władze Olsztyna planowały uruchomienie komunikacji trolejbusowej, jednak w Olsztynie nie udało się rozpocząć budowy i kryzys gospodarczy po-grzebał projekt na etapie planowania. W 1995 r. zachodnie firmy wyraziły zainteresowanie odbudową linii trolejbusowych, okazało się to jednak nieopłacalne [16].

Na ulicach Wałbrzycha pojawiły się w maju 1943 roku. Linię obsługiwały trzy lub cztery trójosiowe pojazdy, do których w styczniu 1945 dołączyły trolejbusy ewakuowane z Legnicy. Po wojnie sieć trolejbusową rozbudowano, zastępując trolejbusami zlikwidowane w 1966 tramwaje. Trolejbusy zniknęły z ulic Wałbrzycha w 1973, zastąpiły je autobusy miejskie [17].

Do trolejbusów nie miała również szczęścia Warszawa. Po raz pierwszy na ulicach Warszawy pojawiły się w 1946 roku – uruchomiono wtedy trzy pierwsze linie. Największy rozkwit trolejbusy warszawskie przeżywały na początku lat 60. XX w. - jeździło wtedy 127 wozów na 10 liniach. W roku 1963 rozpoczęto stopniową likwidację sieci trolejbusowej, dziesięć lat później nastąpiła całkowita likwidacja linii trolejbusowych w stolicy. Jednym z przytaczanych argumentów były problemy wynikające z przecinania się trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej. We wrześniu 1976 roku rząd PRL postanowił utworzyć linię trolejbusową łączącą Warszawę z Piasecznem, z myślą o mieszkańcach Piaseczna i pracownikach powstającej tam fabryki kineskopów. Nowa trasa była (poza pętlami) prosta i nie stwarzała problemów spotykanych na trasach w centrum miasta. W czerwcu 1983 roku została uruchomiona linia dzienna, a w 1990 roku na tej samej trasie został uruchomiony nocny trolejbus. Mimo protestów linie te zlikwidowano z końcem sierpnia 1995 roku, a w roku 2000 zlikwidowano trakcję trolejbusową, co ostatecznie przekreśliło nadzieje na powrót komunikacji trolejbusowej w tej części Warszawy [18].

Stosunkowo nieodległą czasowo próbą wprowadzenia w Polsce komunikacji trolejbusowej było uruchomienie linii w Dębicy (12.11.1988 r.) z inicjatywy Kombinatu Rolno-Przemysłowego IGLOOPOL. Pojazdy te kursowały do października 1990 roku, gdy kombinat upadł. Projekt zakładał realizację I etapu - budowę sieci, która miała połączyć dworzec PKP z zakładami produkcyjnymi kombinatu i etap II, który zakładał rozbudowę sieci. W sierpniu 1988 roku Miejska Rada Narodowa w Dębicy nie wyraziła zgody na rozbudowę sieci w centrum miasta. Rozbiórka pozostałości trakcji dokonana została w 1997 roku [19].

W Słupsku projekt budowy sieci trolejbusowej opracowano pod koniec lat siedemdziesiątych. Zakładał on budowę pięciu linii trolejbusowych, w tym jednej do odległej o 18 km Ustki. Budowę pierwszego odcinka rozpoczęto w kwietniu 1985 roku, a otwarcie pierwszej linii nastąpiło 20 lipca 1985 roku. Linia była obsługiwana przez dziesięć zakupionych w ZSRR trolejbusów. Zajezdnię ulokowano w miejscu byłej zajezdni tramwajowej. Kolejne linie uruchomiono w lipcu 1986 roku i w czerwcu 1987 roku. Sytuacja ekonomiczna nie pozwoliła na uruchomienie dwóch zaplanowanych docelowo linii. Przedsiębiorstwo komunikacyjne przekształcone w MPK, a później w MZK nie było zainteresowane liniami trolejbusowymi i inwestowało głównie w tabor autobusowy. Na początku lat 90. wystąpiły problemy taborowe, w konsekwencji użyto autobusów jako uzupełnienia na trasach trolejbusowych i przebudowano trzy autobusy na trolejbusy. W lipcu 1997 słupskie MZK wymieniło z tuskim przewoźnikiem siedem sprawnych trolejbusów na siedem autobusów. Pozostałe osiem pojazdów nie wystarczało do pełnej obsługi linii. W roku 1999 pozostało tylko pięć trolejbusów sprawnych na tyle, aby móc wyjechać na ulice miasta. W konsekwencji podjęto decyzję o likwidacji sieci, tym bardziej, że MZK przeniósł się do nowej siedziby, a przeniesienie infrastruktury było zbyt kosztowne, aby brać je pod uwagę. Upadła również koncepcja utworzenia oddzielnej spółki trolejbusowej spółki, jak w Gdyni czy w Tychach. 18 października 1999 na ulice Słupska trolejbusy wyjechały po raz ostatni [20].

Warto w tym miejscu wspomnieć, że istniały plany uruchomienia linii trolejbusowych w Gdańsku, Jeleniej Górze i w Bydgoszczy w latach II wojny światowej, które wynikały, przede

wszystkim, z dążenia do zastąpienia trolejbusami komunikacji tramwajowych, wobec poważnych ograniczeń w dostawach miedzi, mosiądzu i stali na potrzeby przedsiębiorstw tramwajowych i firm produkujących tabor (sieć trakcyjną produkowano z aluminium i stali). Planów tych do końca II wojny światowej nie udało się zrealizować, po wojnie do pomysłów tych nie powrócono.

Jak już wspomniano wyżej w Polsce funkcjonują obecnie 3 sieci trolejbusowe: w Gdyni, Lublinie i w Tychach. Przedsiębiorstwo w Gdyni jest najstarsze – pierwsza linia (Chylonia – Centrum) została w Gdyni uruchomiona w 1943 roku przez firmę Danziger Elektrische Strassenbahnen AG, odpowiedzialną w okresie okupacji za funkcjonowanie komunikacji miejskiej na terenie Gdyni, Linie tę przedłużono wkrótce do Orłowa. Powodem podjęcia inwestycji były rosnące potrzeby przewozowe, którym nie można było sprostać wykorzystując autobusy ze względu na wojenne problemy z paliwem. W 1945 roku tabor i urządzenia sieci trakcyjnej uległy podczas walk poważnym zniszczeniom. Odbudowę sieci zajął się gdyński Miejski Zakład Komunikacji, dzięki czemu w marcu 1946 roku uruchomiono ponownie pierwszą linię, a w październiku 1946 roku - następną. W 1948 roku jedna z linii została wydłużona do Sopotu. Pod koniec 1953 r. czynnych było 5 linii trolejbusowych. Linie obsługiwane były przez tabor poniemiecki, częściowo odbudowany po zniszczeniach wojennych, częściowo pozyskany z innych miast (m.in. z Wrocławia), później także przez tabor importowany z Francji i Czechosłowacji. Na początku lat siedemdziesiątych rozpoczął się regres trakcji trolejbusowej. W roku 1972 zlikwidowano 3 linie oraz rozebrano część sieci, a w roku 1974 i 1978 zawieszono kursowanie kolejnych dwóch linii. Po 1989 roku samorząd Gdyni zdecydował o utrzymaniu trakcji trolejbusowej. W ostatnich latach wybudowano nowe odcinki sieci trakcyjnej oraz dwie pętle (w tym rozbudowa finansowana ze środków ZPORR), zakupiono nowe trolejbusy. Aktualnie przedsiębiorstwo eksploatuje 111 pojazdów, trwa stopniowa wymiana dotychczas użytkowanego taboru na nowoczesny, niskopodłogowy – w tym trolejbusy budowane w Gdyni z wykorzystaniem aparatury elektrycznej z kasowanych pojazdów średniopodłogowych i zakupionych w drodze przetargu używanych karoserii autobusów Solaris. Trolejbusy obsługują 12 linii w Gdyni i dwie linie w Sopocie oraz dwie linie zjazdowe [21].

Komunikacja trolejbusowa w Lublinie została zainaugurowana 21 lipca 1953 roku. Z uwagi na specyficzne topografię miasta (liczne wąwozy i wzniesienia) nie można było zbudować w Lublinie sieci tramwajowej. Początkowo trasy obsługiwały średnio 3 trolejbusy marki ITB, później dołączyło do nich 6 pojazdów marki Škoda. W latach 60. zakończono budowę nowoczesnej, jak na ówczesne czasy, zajezdni trolejbusowej, która działa do dziś. W okresie największego rozwoju sieci w Lublinie działało nawet 15 linii trolejbusowych. W latach dziewięćdziesiątych liczba linii trolejbusowych w Lublinie zmniejszyła się. Po remoncie głównej ulicy Śródmieścia – Krakowskiego Przedmieście wycofano z niej trolejbusy i pojazdy te kursują w ścisłym centrum Lublina tylko jednym ciągiem komunikacyjnym (Zamojska – Królewska – Lubartowska). W ostatnich latach sieć jest rozbudowywana, aktualnie eksploatowanych jest 8 linii, obsługiwanych przez pojazdy marki Jelcz, Solaris i MAZ. Przy budowie trasy zastosowano najnowocześniejsze rozwiązania techniczne: elastyczną sieć na wysięgnikach, szybkoprzejezdne łuki i zwrotnice. Planuje się znaczne przedłużenie trakcji przy wykorzystaniu środków z Unii Europejskiej – z obecnych 28 km do 60 km. Łącznie w eksploatacji znajduje się 69 trolejbusów, w tym 17 niskopodłogowych i niskowejściowych, zakupionych w latach 2009 – 2011 [22].

Najmłodszą siecią trolejbusową w Polsce jest sieć funkcjonująca w Tychach. 11 lutego 1982 r. podjęto przygotowania do uruchomienia eksperymentalnej linii trolejbusowej o długości 4 km. Tychy wybrano na miejsce eksperymentu ze względu na szerokie ulice, które nadawały się do wprowadzenia komunikacji trolejbusowej. Linie oddano do użytku 30 września 1982 r. Uzyskane wyniki eksploatacyjne stanowiły podstawę do podjęcia przez wojewodę katowickiego decyzji (27.10.1982 r.) o realizacji następnych etapów budowy układu tras

trolejbusowych. Wybudowano pętlę na terenach przemysłowych "Wschód" o długości 3 km, którą oddano do użytku 29 lipca 1983 r. W tym samym roku, 30 grudnia przekazano do eksploatacji odcinek miejski wraz z pętlą o łącznej długości 6 km. W roku 1984 zbudowano kolejny odcinek o długości 3,6 km, co pozwoliło na obsługę komunikacją trolejbusową północnych osiedli Śródmieścia. W 1985 roku zostały zrealizowane kolejne odcinki o długości 5,3 km. Był to ostatni oddany dotychczas odcinek traktacji trolejbusowej, po uruchomieniu którego łączna długość tras trolejbusowych wyniosła blisko 20 km podwójnego toru. Docelowo planowana jest sieć o długości 28 km.

Trolejbusowa sieć trakcyjna w Tychach, podobnie jak w pozostałych dwóch miastach, jest zasilana prądem stałym o napięciu znamionowym 660 V. Energia dostarczana jest za pośrednictwem dwóch podstacji trakcyjnych (moc 3×800 kW). Przewód jezdny stanowi drut miedziany o przekroju 12 mm^2 zawieszony na wysokości 5,80 m – 6,20 m. Sieć trakcyjna rozmieszczona jest na ok. tysiącu słupów.

Obsługą linii trolejbusowych zajmują się Tyskie Linie Trolejbusowe, Spółka z o.o., powstała w wyniku wydzielenia ze struktur tyskiego Przedsiębiorstwa Komunikacji Miejskiej. Jedynym udziałowcem spółki jest miasto Tychy. Spółka realizuje zadania zlecane przez Miejski Zarząd Komunikacji, który określa ich zakres i finansowanie. 23 trolejbusy (w tym 5 niskopodłogowych) wykonują rocznie ok. 1,2 mln km na pięciu liniach. Trolejbusy zapewniają obsługę komunikacyjną miasta poprzez połączenie dynamicznie dzielnic mieszkaniowych ze śródmieściem, dworcem PKP oraz ośrodkiem rekreacyjnym Paprocany, terenami przemysłowymi i specjalną strefą ekonomiczną. Dla części osiedli trolejbusy pełnią rolę podstawowego środka komunikacji. Firma przeznaczona na zakupy nowoczesnego niskopodłogowego taboru i modernizację sieci trakcyjnej średnio ponad 1,5 mln zł rocznie. O wysokim poziomie gotowości technicznej eksploatowanych pojazdów świadczy wskaźnik wykonania miesięcznego planu zleconego przez MZK, wynoszący 99,99% [23]. Jak wynika z porównania wyników finansowych obu przedsiębiorstw komunikacyjnych w Tychach koszty eksploatacyjne i inwestycyjne są w przypadku komunikacji trolejbusowej wyższe niż w przypadku komunikacji autobusowej, ale rekompensują to walory ekologiczne. Ocenia się, że dzięki tej formie komunikacji zbiorowej w Tychach od 1982 r. nie wyemitowano do atmosfery 23 tys. ton gazów spalinowych, w tym prawie 550 ton bardzo szkodliwych zanieczyszczeń, m.in. związków siarki i azotu [23]. Trolejbusy w Tychach stały się wyróżnikiem miasta w regionie i są charakterystycznym elementem jego krajobrazu. Przyczyniły się też do wzrostu świadomości ekologicznej mieszkańców. Znaczną część kierujących pojazdami stanowią kobiety, co pozytywnie wpływa na sytuację na rynku pracy. Wobec konieczności systematycznej wymiany taboru trolejbusowego na nowoczesne niskopodłogowe i energooszczędne pojazdy, przy znacznie obniżonym finansowaniu zadań ze strony MZK i konieczności realizacji inwestycji infrastrukturalnych Spółka korzysta ze środków zewnętrznych – m.in. ostatnie zakupy taboru zrealizowano przy wsparciu Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

3. PERSPEKTYWY ROZWOJU KOMUNIKACJI TROLEJBUSOWEJ

Nowoczesne systemy traktacji trolejbusowej zawieszanej elastycznie, rozwijane m.in. przez firmę szwajcarską Kümmler & Matter [24], umożliwiające przejazd przez zwrotnice i skrzyżowania z prędkością do 40 km/h, zainstalowano m.in. w rozwijającym komunikację trolejbusową Salzburgu. Znaczne uproszczenie sieci można uzyskać dzięki hybrydyzacji trolejbusów – zastosowaniu pokładowych zasobników energii lub małych silników wysokoprężnych, napędzających poprzez generator elektryczny silniki trakcyjne, połączone z kołami. Rozwiązanie takie wprowadzono w Rzymie, gdzie na części linii trolejbusu nr 90 w pobliżu rzymskiego dworca głównego trolejbusy są napędzane z baterii, poruszając się na tym odcinku z normalną prędkością. W trolejbusach zastosowano ponadto system automatycznego podnoszenia

i opuszczania odbieraków prądowych, co umożliwia łatwe przechodzenie z zasilania z sieci trakcyjnej na zasilanie bateryjne [4].

Podobne uproszczenie sieci trakcyjnej zastosowano w Landskronie – wyeliminowano krzyżownice na skrzyżowaniach i zwrotnice, komplikujące i podrażające sieć trakcyjną, wyjazdy z zajezdni i dojazdy do zajezdni wykonywane są w trybie autonomicznym (baterijnym). Dzięki temu opłacalna stała się eksploatacja trzech trolejbusów i sieci trakcyjnej w niewielkim mieście z niewielką liczbą pasażerów. Linia trolejbusowa o długości nieco ponad 3 km powstała pod koniec lat dziewięćdziesiątych zamiast planowanej wcześniej linii tramwajowej.

W większości europejskich miast, w których funkcjonują linie trolejbusowe, nastąpiła rozbudowa linii i zakupy nowych niskopodłogowych trolejbusów nowej generacji, produkowanych przez kilka firm europejskich: belgijskiego Van Hoola, czeskiego Irisbusa (powstałego przez połączenie firm Škoda and Karosa), niemieckiego Neoplana, Mercedesa i MANa (łącznie z austriacką spółką córką Gräf und Stift) i szwajcarskiego producenta NAW (spółki związanej z Mercedesem, produkującej trolejbusy we współpracy z producentem nadwozi Hess). Na potentata w skali przynajmniej europejskiej wyrasta polska firma Solaris, specjalizująca się w produkcji autobusów i wykorzystująca własne nadwozia autobusowe i aparaturę elektryczną produkowaną przez węgierski Ganz i czeski Pragoimex. Solaris oferuje trolejbusy dwunastometrowe (dwuosiowe) – rys. 5, piętnastometrowe (3-osiowe), przegubowe osiemnastometrowe.



Rys. 5. Trolejbus Solaris Trollino na ulicy w Landskronie [4]

25-metrowe trolejbusy przegubowe, eksploatowane w Zurychu i Genewie można uważać za formę przejściową pomiędzy autobusem a tramwajem, przeznaczoną na najbardziej obciążone linie, szczególnie w sytuacji, gdy poszukiwana jest opcja tańsza, niż budowa linii tramwajowej. Bez względu na wielkość pojazdu trolejbusy są tańsze od autobusów w przypadku, gdy profil linii jest górzysty lub pagórkowaty. Warto przy tym dodać, że nie chodzi tu o prototypowe rozwiązania techniczne, jak to ma miejsce np. w przypadku pojazdów z ogniwami paliwowymi – wszystkie warianty produkcyjne są opanowane pod względem technologii wytwarzania, doboru sprawdzonych podzespołów i wszechstronnie zoptymalizowane pod względem niezawodnościowym. Rosnąca świadomość ekologiczna sprawia, że mieszkańcy miast, w których eksploatowane są systemy trolejbusowe, wywierają presję na władze lokalne, domagają się rozbudowy lub modernizacji sieci, aby trolejbusami zastąpić znacznie mniej korzystne pod względem ekologicznym autobusy. Dobrym przykładem w tym zakresie jest

rozbudowa sieci trolejbusowej w Salzburgu, wspierana przez instytucje lokalne, a nawet przez biskupa Salzburga [4].



Rys. 6. 25-metrowy trolejbus firmy Hess na ulicy w Zurychu

Źródło: http://jorgetrolleybus.skyrock.com/photo.html?id_article=2860623254&id_article_media=-1

PODSUMOWANIE

Można się spodziewać, że budowa sieci trolejbusowych w miastach średniej wielkości w Polsce, szczególnie w wariancie partnerstwa publiczno-prywatnego, może być korzystna i opłacalna i stanowić korzystną alternatywę dla budowania linii tramwajowych, szczególnie tam, gdzie dotychczas tramwaje nie były eksploatowane. Możliwych rozwiązań jest wiele. Miasto może na przykład budować i utrzymywać sieć trakcyjną, z której korzystać będą trolejbusy, należące do przedsiębiorstwa komunikacyjnego, wyłonionego na podstawie przetargu. Możliwe jest także utworzenie spółki celowej władz samorządowych i przedsiębiorstwa komunikacyjnego. Inwestycja w trolejbusy ma istotny aspekt ekologiczny – istnieje, więc, duża szansa pozyskania dofinansowania z funduszy ekologicznych, służy całej społeczności lokalnej – można, zatem, wykorzystać dostępne fundusze regionalne, ma charakter innowacyjny – można ubiegać się o uzyskanie środków na działalność innowacyjną. Bezspornie utworzenie sieci trolejbusowej ma korzystny wpływ na wizerunek miasta – przekonała się o tym słowacka Żylina, w której kilkanaście lat temu uruchomiono komunikację trolejbusową, gdy ważyły się losy lokalizacji koreańskiej fabryki samochodów osobowych w Europie Środkowej.

TROLLEYBUSES AS A BENEFICIAL ALTERNATIVE FOR A PUBLIC TRANSPORT

Abstract

Some basic informations describing a historical development of the trolleybus public transport have been shown in the paper. Some advantages and disadvantages of this mean of the public transport have been presented. Development phases and a stage of the popularity of the trolleybus transport in the world and in Poland have been described. Some perspectives of the trolleybus public transport as an effective and ecological mean of transport have been evaluated, mainly for small and medium towns, have been discussed.

BIBLIOGRAFIA

1. <http://www.obus-ew.de/e4102elektromo.htm>.
2. Dunbar C. S., *Buses, Trolleys and Tram*. Paul Hamlyn Ltd, 1967.
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/Trolleybus>.
4. Strona internetowa: The Electro Tbus Group, <http://www.tbus.org.uk/home.htm>.
5. <http://www.sfmta.com/cms/mfleet/trolley.htm>.
6. Vancouver Update. Trolleybus Magazine, 2010, No. 294.
7. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_trolleybus_systems_in_Russia.
8. <http://www.psmkms.krakow.pl/trolejbusy/kijow.htm>.
9. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D1%8B%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81.
10. <http://www.athens-trolley.gr/history.php?lang=en>.
11. http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_s%C3%ADt%C3%AD_trolejbusov%C3%A9_dopravy.
12. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_we_Wroc%C5%82awiu.
13. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Gorzowie_Wielkopolskim.
14. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Poznaniu.
15. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Olsztynie.
16. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Wa%C5%82brzychu.
17. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Warszawie.
18. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_D%C4%99bicy.
19. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_S%C5%82upsku.
20. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Gdyni.
21. http://pl.wikipedia.org/wiki/Trolejbusy_w_Lublinie.
22. Strona internetowa Tyskich Linii Trolejbusowych, sp. z o.o., <http://www.tlt.pl/>.
23. Strona internetowa firmy Kümmler & Matter: <http://www.kuma.ch/kuma/de/unternehmen/>.

Autor: dr hab. inż. **Marek Pawelczyk**, prof. WSEiP – Politechnika Świętokrzyska