

TOMASZ MAGIERA

dr inż., Katedra Transportu Linowego,
Wydział Inżynierii Mechanicznej
i Robotyki w Krakowie, AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków,
tel. 12 6173359,
e-mail: magiera@agh.edu.pl

KAJA WÓJCIK

inż., Wydział Inżynierii Mechanicznej
i Robotyki w Krakowie, AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza,
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków,
e-mail: wojcikaja@gmail.com

PAWEŁ KUŁAGA

mgr inż., Katedra Transportu Linowego,
Wydział Inżynierii Mechanicznej
i Robotyki w Krakowie, AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków,
e-mail: kulaga.pawel@gmail.com

Naziemne systemy transportu linowego wspomagające miejskie środki transportu – rozwiązania historyczne¹

Streszczenie: W artykule przedstawiono historyczne, powstałe na przełomie XIX i XX wieku, rozwiązania techniczne różnych środków transportu miejskiego połączonych z naziemnymi systemami transportu linowego – tzw. połączeń hybrydowych. Opisano pierwsze połączenie systemów tramwajów linowych z wagonami kolejowymi, które funkcjonowało w Nowym Jorku jako środek transportu zapewniający przeprawę przez Most Brookliński. Przedstawiona została rozbudowa tego systemu, która zapewniła przepustowość przewozową na poziomie 30 milionów osób rocznie. Artykuł przedstawia również rozwiązania hybrydowe kolei linowo-terenowych służących do transportu tramwajów konnych i elektrycznych w Cincinnati oraz w Hoboken, USA. Były one szeroko stosowane w miejscach o dużych nachyleniach, których tramwaje nie były w stanie pokonać. Ponadto szczegółowo opisano istniejące rozwiązanie tramwaju elektrycznego we włoskim Trieście, którego trasa jest częściowo obsługiwana przez kolej linowo-terenową. Artykuł zawiera opis poszczególnych elementów tego systemu i udoskonalenia wprowadzane podczas całego okresu eksploatacji. Kolej linowo-terenowa, obsługująca najbardziej stromy odcinek trasy, została również opisana z uwzględnieniem zmieniających się rozwiązań technicznych pojazdów na przestrzeni prawie osiemdziesięcioletniej eksploatacji.

Słowa kluczowe: tramwaje linowe, koleje linowo-terenowe, tramwaje konne, transport linowy.

Wprowadzenie

Miejski transport publiczny coraz częściej bazuje na multimodalności. Z analizy istniejących środków transportu multimodalnego pod względem technicznym wynika, że w większości przypadków [1] bazują one na połączeniu indywidualnych rozwiązań, a nie na tzw. połączeniu hybrydowym urządzeń (transport intermodalny). Połączenie dwóch różnych urządzeń technicznych w celu realizacji funkcji transportowej było szeroko stosowane w transporcie miejskim na przełomie XIX i XX wieku, w szczególności w miejscach o nachylonym terenie, w których niezastąpione okazywały się naziemne systemy transportu linowego.

Rodzaje naziemnych systemów transportu linowego

Do naziemnych systemów transportu linowego można zakwalifikować m.in. koleje linowo-terenowe (KL-T) oraz tramwaje linowe (TL).

Pierwsze z nich to systemy stosowane najczęściej w terenach górzystych lub jako część komunikacji miejskiej [2], które składają się z dwóch wagonów, poruszających się po torach ruchem wahadłowym. Główną różnicą pomiędzy tramwajami linowymi a kolejami linowo-terenowymi jest ruch liny, który dla TL może być również okrężny. Ponadto wagony tramwajów linowych mogą być wprzęgane i wyprzęgane z ciągną napędowego w dowolnym momencie na trasie, natomiast zatrzymanie wagonów KL-T może nastąpić tylko przy unieruchomieniu liny, co podczas eksploatacji następuje w stacjach.

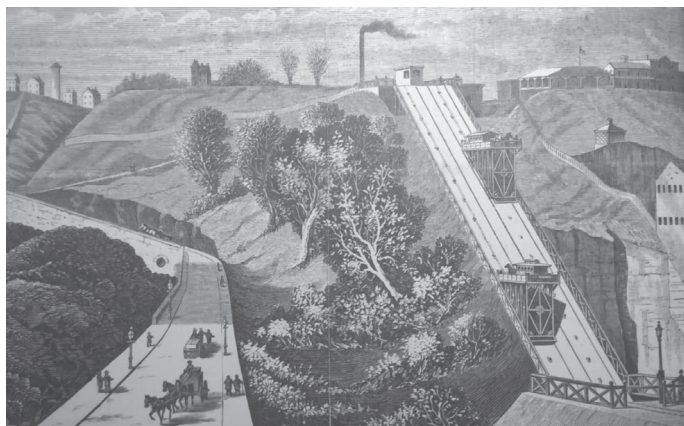
Pierwszą koleją linowo-terenową było urządzenie zapewniające transport żywności do twierdzy Hohensalzburg w Salzburgu. Data jego uruchomienia jest określana na 1504 rok [2]. Natomiast systemy tramwajów linowych powstały znacznie później, a jako rok ich powstania przyjmuje się 1873, w którym uruchomiono pierwszą linię w San Francisco [3].

Koleje linowo-terenowe w Cincinnati i Hoboken (USA) [4]

Jednym z pierwszych historycznych połączeń systemu kolei linowo-terenowej z innym środkiem transportu miejskiego był przewóz tramwajów konnych w Cincinnati, a dwa lata później także w Hoboken, USA.

W 1872 roku w Cincinnati powstało pięć kolei linowych, które zapewniały ciągłość transportu publicznego na pagórkowatym terenie. Urządzenia transportu linowego zamiast pojazdów miały zainstalowane platformy, na które wjeżdżały tramwaje konne. Następnie jedna platforma transportowała wagon na wzniesienie, w tym samym czasie drugi pojazd zjeżdżał na dół. W późniejszym okresie, w którym nastąpił rozwój sieci elektrycznej, tramwaje konne zostały zastąpione elektrycznymi. Te również były transportowane za pomocą kolei linowo-terenowych. System KL-T w Cincinnati pełnił swoją funkcję aż do 1948 roku.

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2016. Wkład autorów w publikację: T. Magiera 45%, K. Wójcik 40%, P. Kułaga 15%.



Rys. 1. Kolej linowo-terenowa transportująca tramwaje konne w Hoboken
Źródło: [4]

W Hoboken w 1874 roku powstała kolej linowo-terenowa, której funkcją było transportowanie tramwajów konnych na wzgórze, na którym znajdowała się dzielnica mieszkalno-wypoczynkowa (rys. 1). System ten spełniał swoją funkcję przez 11 lat i w 1885 roku został zastąpiony przez tramwaj linowy. Główną przyczyną zmiany kolei na TL była możliwość lepszego dostosowania wymaganej zdolności przewozowej, która nie była stała w funkcji czasu. Połączenie tramwajowe obsługiwało linię łączącą przystań promową z dzielnicą mieszkalno-rekreacyjną. Duże różnice w zapotrzebowaniu na zdolność przewozową wynikały z przyływających cyklicznie promów, co powodowało zatory i opóźnienia tramwajów, które miały być przetransportowane na górę za pomocą KL-T. Zastosowanie tramwaju linowego rozwiązało ten problem.

System tramwaju linowego na Moście Brooklińskim w Nowym Jorku (USA) [4]

Na Moście Brooklińskim w Nowym Jorku zostało zastosowane rozwiązanie hybrydowe, wykorzystujące elementy napędowe systemu tramwajów linowych połączone z wagonami kolei szynowej. W 1883 roku został zainstalowany system napędowy tramwaju linowego z tzw. linią bez końca, poruszającą się ruchem okrężnym. Maszynownia parowa została umiejscowiona po stronie wschodniej rzeki East River i zapewniała możliwość transportu dwóch składów dwuwagonowych przez most.

Transport osób przez most był realizowany poprzez wagony kolejowe, które były podstawiane na stacje z obydwu stron przez lokomotywy parowe (w 1895 roku zastąpione elektrycznymi), a następnie odłączane od nich i wprzęgane w linię. Po dojechaniu do przystanków końcowych wagony były wyprzęgane i podczepiane do lokomotyw (rys. 2).

Decyzja o zainstalowaniu systemu TL i przystosowaniu wagonów kolejowych do systemu transportu linowego początkowo była spowodowana dużym poparciem tzw. wpływowych osób, a nie oparta na rzeczywistej analizie zapotrzebowania na taki system – nachylenie Mostu Brooklińskiego wynosiło jedynie 4%. Jednakże ten system transportu okazał się dużym sukcesem. W 1884 roku liczba przewiezionych pasażerów wyniosła 9 mln, natomiast cztery lata później już ponad 30 mln. W 1908 roku zrezygnowano z eksploatacji systemu ze względu na budowę podziemnych tuneli pod East River.



Rys. 2. Widok na stację po wschodniej części mostu
Źródło: [4]

Tramwaj elektryczny połączony z koleją linowo-terenową Triest-Opicina [5]

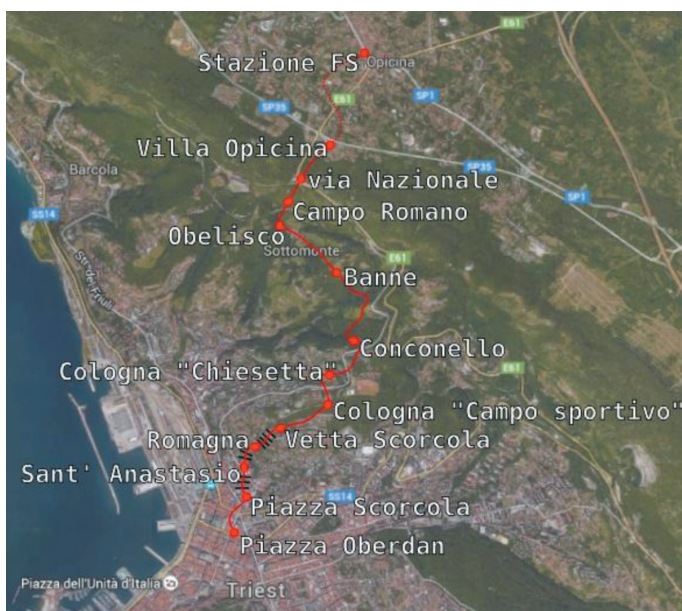
W pełni hybrydowym rozwiązaniem technicznym, łączącym kolej linowo-terenową z tramwajem elektrycznym, jest system tramwaju miejskiego na linii Triest-Opicina (Włochy).

Pierwszą próbą skomunikowania dwóch włoskich miejscowości Triestu i Opiciny było połączenie kolejowe realizowane od 1857 roku. Rozwiązanie to nie spełniało jednak oczekiwań pasażerów ze względu na znaczną odległość stacji kolei od Opiciny i długość samej trasy (32 km) wymuszoną przez topografię terenu.

Spowodowało to poszukiwanie nowych rozwiązań transportowych zapewniających bezpośrednie połączenie tych miast. Położenie Opiciny w terenie górzystym wymuszało implementację innych rozwiązań transportowych niż typowy tramwaj miejski ze względu na nachylenie trasy (około 26% na odcinku 800 metrów) przebiegającej z boku góry.

Trasa

Nowe rozwiązanie transportowe zostało wprowadzone we wrześniu 1902 roku. Wówczas otwarta została trasa o długości 869 metrów pomiędzy przystankami Piazza



Rys. 3. Trasa tramwaju miejskiego na trasie Triest-Opicina z zaznaczoną trasą kolei linowo-terenowej

Źródło: opracowanie własne

Scorola a Vetta Scorola, obsługiwana przez dwuosiove wagony kolei zębatkowej. W latach 1906–1936 trwała rozbudowa linii o kolejne dziewięć przystanków. Kolej linowo-terenowa zastąpiła kolej zębatkową w kwietniu 1928 roku i ta data uznawana jest za początek istnienia unikalnego na skalę światową połączenia tramwaju z naziemnym systemem transportu linowego [5]. Od 1936 roku linia obsługuje 13 przystanków, a jej łączna długość wynosi 5175 m i do dnia dzisiejszego trasa tramwaju pozostaje niezmieniona (rys. 3).

Stacja początkowa trasy tramwaju zlokalizowana jest na Piazza Oberdan na poziomie 3 metrów n.p.m., w centrum Triestu. Na następnym przystanku podłączany jest specjalny wagon tzw. bufor, umożliwiający przekształcenie tramwaju w kolej linowo-terenową. Bufor zostaje odpięty po dojechaniu do stacji Vetta Scorola, po przejechaniu trasy liczącej 799 m, której maksymalne nachylenie wynosi 26%. Dalsza jej część obsługiwana jest już tylko przez tramwaj elektryczny, aż do końcowej stacji Villa, która znajduje się na wysokości 329 metrów n.p.m.

Pojazdy

W 1902 roku, kiedy linia została otwarta, wprowadzono 6 wagonów tramwajowych. Wagon numer 1 (fabrycznie nr 401) jest obecnie najstarszym, wciąż eksploatowanym pojazdem tramwajowym w Europie.

Obecna konstrukcja wagonów różni się znacząco od tej z roku 1902. Pierwotnie kabiny motorniczych były odkryte i nie chroniły przed czynnikami atmosferycznymi. Dopiero w 1908 roku zamontowano w kabinach szyby, jak również wydłużono i zmniejszono masę wagonów, tym samym podnosząc ich pojemność do 44 osób. W roku 1992, po dokładnie 90 latach od inauguracji pierwotnej linii, wagon ten został odrestaurowany przez pracowników i powrócił do eksploatacji jako atrakcja turystyczna (fot. 1).



Fot. 1. Odrestaurowany wagon nr 401
Źródło: [6].

Pojazd buforowy – kolej linowo-terenowa

Przekształcenie tramwaju w kolej linowo-terenową możliwe jest dzięki zastosowaniu wagonów buforowych, czyli wagonów, na których opierają się pojazdy tramwajów podczas wjazdu i zjazdu trasą. Pierwsze z nich zostały wyprodukowane w 1928 roku i były eksploatowane w prawie niezmienionej formie aż do 1976. Od roku 1978 zaczęto stosować nowe, które były eksploatowane przez kolejnych 28 lat. Obecnie stosowana konstrukcja buforów różni się od poprzednich, m.in. brakiem kabin dla operatorów (fot. 2).

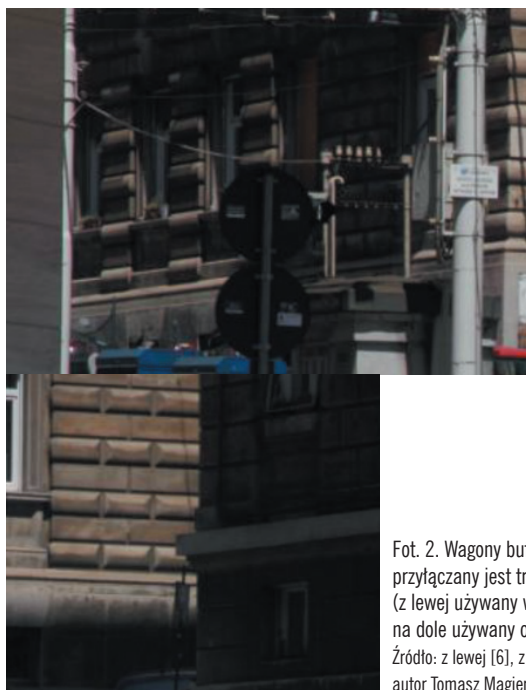
Podsumowanie

Przedstawione rozwiązania połączenia różnych systemów transportowych z naziemnymi systemami transportu linowego spełniały swoją funkcję i były istotnym elementem komunikacji miejskiej na przełomie XIX i XX wieku. Z przedstawionych systemów do dnia dzisiejszego eksploatowany jest jedynie tramwaj w Trieście, który wprawdzie postrzegany jest głównie jako atrakcja turystyczna, jednak służy również jako codzienny środek komunikacji dla wielu mieszkańców.

Nowoczesne koleje linowo-terenowe są eksploatowane jako osobne środki transportu i nie mogą być traktowane jako systemy hybrydowe, nawet jeśli mają wspólne stacje z innymi systemami transportowymi.

Literatura

1. Madrjas J., *Newag zbuduje nowatorski pociąg hybrydowy*, <http://www.rynek-kolejowy.pl>, data publikacji 09.03.2016.
2. Magiera T., Rząsa K., *Czy koleje linowo-terenowe mogą stać się częścią transportu miejskiego*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2011, nr 3.
3. Magiera T., *Zabytkowe systemy transportu linowego w miastach – tramwaje linowe*, „Transport Miejski i Regionalny”, 2009, nr 9.
4. Hilton G. W., *The Cable Car in America*, Stanford University, 1997.
5. Trieste Trasporti, *La Trenovia Trieste – Opicina*, <http://www.tramdeopcina.it/tram/pages/trenovia.pdf>, dostęp: 25.03.2016
6. Galeria zdjęć Trieste Trasporti, <http://www.tramdeopcina.it/tram/pages/tt2album.htm>, dostęp: 25.03.2016.



Fot. 2. Wagony buforowe, do których przyłączany jest tramwaj elektryczny (z lewej używany w latach 1928–1976, na dole używany od 2006 roku).
Źródło: z lewej [6], z prawej zbiory własne autor Tomasz Magiera