

TOMASZ MAGIERA

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

Analiza porównawcza miejskich kolei linowych ze środkami transportu publicznego¹

Streszczenie: Napowietrzne koleje linowe coraz częściej są rozpatrywane jako alternatywa lub uzupełnienie istniejących systemów transportowych w mieście. Metropolie Medellín w Kolumbii oraz La Paz w Boliwii od przeszło dziesięciu lat eksploatują napowietrzne koleje linowe, ponadto obecnie w wielu miastach europejskich trwają dyskusje dotyczące wdrożenia tych systemów w komunikację miejską. Niniejszy artykuł przedstawia wyniki analizy porównawczej napowietrznych kolei linowych i szeroko stosowanych środków komunikacji miejskiej. Analiza została wykonana w oparciu o parametry ilościowe i jakościowe, a w jej wyniku wykazano, że koleje linowe powinny być brane pod uwagę w procesach tworzenia lub ulepszania systemów komunikacji miejskiej. **Słowa kluczowe:** miejskie koleje linowe, transport publiczny, kolej gondolowa.

Wprowadzenie

Napowietrzne koleje linowe są coraz częściej brane pod uwagę przy planowaniu nowych połączeń transportu publicznego w miastach [1,2]. Spowodowane jest to poszukiwaniem nowych, alternatywnych środków transportu publicznego ze względu na coraz większe zapotrzebowanie na zdolność przewozową pasażerów, przy ograniczeniach wynikających m.in. z istniejącej infrastruktury drogowej. Dodatkowo, od ponad dziesięciu lat miejskie napowietrzne koleje linowe są z powodzeniem eksploatowane jako dwa systemy tzw. metra naziemnego (La Paz, Boliwia (fot.1); Medellín, Kolumbia). W obydwóch metropoliach są one cały czas rozbudowywane o kolejne linie, co jednocześnie potwierdza, że są rzeczywistą alternatywą dla środków komunikacji miejskiej lub ich uzupełnieniem, a nie tylko rozwiązaniem transportowym służącym turystom w terenach górskich.

Od kilku lat w niektórych miastach europejskich (m.in. Paryż, Monachium, Frankfurt, Amsterdam, Göteborg (fot. 2) czy Praga) oraz w kilku miastach obydwóch Ameryk, w Afryce czy Azji (m.in. Nowy Jork, Austin, Harare, Mombassa, Delhi, Manila czy Lima) [3,4] podejmowane są dyskusje o możliwości wprowadzenia kolei linowej w system transportu publicznego oraz przeprowadzane są wstępne bądź pełne studia wykonalności [5].

Czynnikami powodującymi coraz większe zainteresowanie napowietrznymi kolejami linowymi w miastach, oprócz wspomnianych ograniczeń rozbudowy infrastruktury drogowej, są również ich parametry techniczne, czas i koszty inwestycji oraz bezkolizyjność.

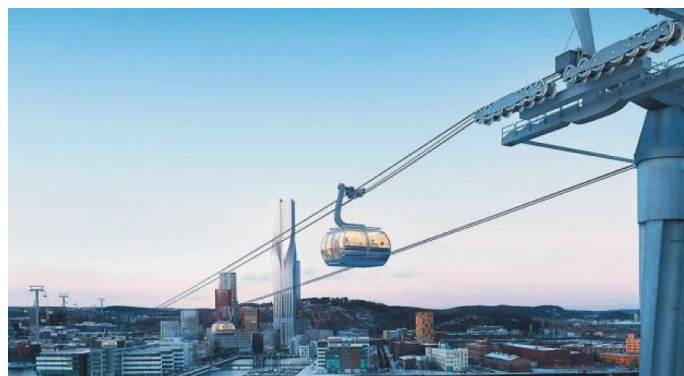
Napowietrzne koleje linowe, jak również inne rozwiązania transportu publicznego w miastach, nigdy nie spełnią całkowicie stawianych im oczekiwań, jednakże przyjmując całościowe podejście do idei zrównoważonego transportu publicznego w miastach, multimodalność powinna być kluczem do usprawnienia transportu publicznego.

Artykuł przedstawia opis wybranych parametrów technicznych napowietrznych kolei linowych, które zostały porównane z parametrami technicznymi innych środków transportu publicznego. Ponadto przedstawiono najważniejsze cechy, które mogą determinować decyzje o budowie kolei linowej jako środka transportu publicznego.



Fot. 1. Kolei linowej w La Paz, Boliwia. Linia Blanca

Źródło: <https://twitter.com/jualtorres/status/977586978249232387>, dostęp: 27.06.2019, autor: Juan Torres



Fot.2. Wizualizacja kolei linowej w Göteborgu, Szwecja

Źródło: <https://goteborg.etc.se/nyheter/eu-miljoner-till-linbanan>, dostęp: 27.06.2019, autor: Göteborgs stad.

¹ ©Transport Miejski i Regionalny, 2019.

Opis środków transportu miejskiego przyjętych do analizy

Analiza porównawcza została przeprowadzona poprzez zestawienie najistotniejszych parametrów technicznych urządzeń transportu publicznego, którą poprzedzono przedstawieniem mocnych i słabych stron poszczególnych systemów transportowych.

Do analizy przyjęto najbardziej rozpowszechnione środki transportu publicznego, tj. autobus, tramwaj oraz metro. Ponadto analizę uzupełniono o system typu Bus Rapid Transit (BRT) i systemy napowietrzne kolei linowych, typu MGD (jednolinowa kolej gondolowa wyprzęgana) i TGD (trzylinowa kolej gondolowa wyprzęgana).

Autobus jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych środków transportu publicznego w miastach. Największe pojazdy kategoryzowane są jako typ „mega” i cechują się pojemnością ponad 140 pasażerów [6]. Prędkość maksymalna pojazdu przekracza dopuszczalną prędkość w obszarach miejskich, jednakże do celów analizy przyjmowana będzie prędkość komunikacyjna [7]. Do mocnych stron autobusów można zaliczyć m.in. możliwość zmiany trasy, używanie napędów elektrycznych zamiast spalinowych, małą liczbę osób potrzebną do ich obsługi (w szczególności przy autonomicznych autobusach, które są testowane m.in. w Singapurze czy na obrzeżach Sztokholmu) [8]. Jako słabe strony autobusów można wskazać bezpośrednią interferencję z ruchem ulicznym (m.in. zatory drogowe czy wpływ sygnalizacji świetlnej na płynność ruchu) oraz komfort przejazdu zależny od sposobu jazdy kierowcy.

Tramwaj funkcjonuje jako środek transportu publicznego od ponad 200 lat, a z napędem elektrycznym od prawie 130. Jest on, zaraz po autobusie miejskim, najbardziej rozpowszechnionym środkiem komunikacji publicznej w miastach. Zdolność przewozowa tramwajów uzależniona jest od możliwości zastosowania największych wagonów w stosunku do istniejącej infrastruktury (m.in. od długości przystanków) oraz częstotliwości ich kursowania na danym odcinku. Do analizy porównawczej przyjęto najdłuższy wagon tramwajowy eksploatowany w Polsce (wagon typu 2014N „Krakowiak” wyprodukowany przez firmę Pesa, fot. 3) [9]. Prędkość komunikacyjną oszacowano na pod-



Fot. 3. Tramwaj typu 2014N, eksploatowany w Krakowie

Źródło: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/krakowiak-zaprezentowany-sa-niedorobki-zdjecia-50299.html> dostęp: 27.06.2019, autor: Dominik Lebda

stawie raportu, określającego średnie prędkości dla systemów tramwajowych w kilku polskich miastach [10].

Tramwaje cechują się, przy wydzielonych torowiskach, wyłącznością prawa drogi. Ponadto jako ich mocne strony można przyjąć brak napędu spalinowego, a w nowoczesnych rozwiązaniach wagonów m.in. wysoki komfort jazdy. Do słabych stron tramwajów można zaliczyć częściową interferencję z ruchem ulicznym (zatory drogowe, wpływ sygnalizacji świetlnej, blokowanie przejazdu przez zaparkowane samochody na poboczach) oraz brak możliwości omińnięcia uszkodzonego tramwaju.

Systemy transportowe typu Bus Rapid Transit (BRT) nie są eksploatowane w Polsce, jednakże w wielu metropoliach na świecie spełniają rolę środka transportu publicznego (fot. 4). Wzorcowy Bus Rapid Transit charakteryzuje się wyłącznym prawem drogi [11] (w niektórych miastach wydzielono tylko częściowo osobne pasy) [12]. Ponadto systemy te cechuje lokalizacja przystanków w większych odległościach w stosunku do sieci miejskich autobusów. Natomiast w zależności od infrastruktury, szczególnie od długości przystanków, zdolność przewozowa tych systemów może być zwiększana. Do analizy porównawczej przyjęto średnią prędkość, bazując na [12].

Do mocnych stron systemów BRT można zaliczyć dedykowane korytarze transportowe, priorytet w sygnalizacji świetlnej, wysoką prędkość komunikacyjną oraz kasowanie biletów poza pojazdem. Słabymi stronami systemów Bus Rapid Transit jest możliwość interferencji z ruchem ulicznym oraz wydzielanie własnych pasów kosztem innych użytkowników ruchu (np. samochodów). Awaria pojazdu na wydzielonym pasie może również wpłynąć na zdecydowane zmniejszenie prędkości przewozu pasażerów.

Metro jest uważane za najbardziej efektywny środek transportu miejskiego pod względem możliwości transportu największej liczby osób w jednostce czasu. Stacje rozmieszczone są w podobnych odległościach jak w systemach BRT, (co ok. 1 km), a to pozwala osiągnąć większe prędkości komunikacyjne w stosunku do innych środków transportu. Metro cechuje również możliwość zapewnienia dużej częstotliwości jazdy pociągów przy ich dużej pojemności. Za dodatkowe mocne strony metra można uważać całkowitą wyłączność prawa drogi oraz możliwą dużą automatyzację procesów



Fot. 4. Bus Rapid Transit eksploatowany w Dzakarcie, Indonezja

Źródło: https://en.wikipedia.org/wiki/Bus_rapid_transit#/media/File:Harmoni_Central_Busway_Transjakarta_1.JPG, dostęp: 27.06.2019, autor: Gunawan Kartapranata, licencja: CC BY-SA 4.0

transportu. Jako słabsze strony tego systemu najczęściej wymieniane są wysokie koszty oraz długi czas budowy.

Do celów analizy porównawczej przyjęto pojemność wagonów metra równą 700 osób. Wagony o takiej pojemności sklasyfikowane są w grupie największych eksploatowanych pojazdów w systemach metra.[11]

Kolejnym środkiem transportu publicznego poddanym analizie porównawczej jest napowietrzna kolej linowa. Do analizy przyjęto dwa systemy napowietrznych kolei linowych: MGD i TGD, które są najczęściej rozważanymi systemami w studiach wykonalności w przestrzeniach miejskich. Obydwa systemy składają się z tych samych podstawowych elementów tj. lin, stacji, podpór oraz pojazdów. Różnica pomiędzy tymi systemami wynika z rozwiązań technicznych ich poszczególnych elementów.

MGD (Monocable Gondola Detachable) jest to napowietrzna kolej gondolowa jednolinowa (fot. 5). Charakteryzuje się ona pojazdami zamkniętymi o pojemności od 6 do 15 osób. Wysokość podpór i odległość pomiędzy nimi dobierana jest w zależności od wyników obliczeń inżynierskich oraz lokalnych warunków terenowych.

TGD (Tricable Gondola Detachable) jest to kolej linowa gondolowa, która oprócz liny napędowej posiada dwie liny nośne. W kolei tego typu pojazdy są większe niż w systemie MGD (fot. 6). Jest on ponadto stosowany w miejscach, gdzie wymagana jest większa zdolność przewozowa oraz występują sprzyjające warunki terenowe.



Fot. 5. Kolej linowa typu MGD

Źródło: materiały firmy Cable Car Services GmbH, autor: Victor Manuel Costa.



Fot. 6. Kolej linowa typu TGD

Źródło: <http://gondolaproject.com/2018/02/05/hon-thom-3s-cable-car-opens/>, dostęp: 27.06.2019 autor: Sun World Hon Thom Nature Park.

Do mocnych stron napowietrznych systemów kolei linowych można zaliczyć całkowitą wyłączność prawa drogi, krótki czas oczekiwania na pojazdy w stacji, wysoki komfort podróży, doświadczenia wynikające z podróży kilka metrów nad powierzchnią ziemi oraz szybki czas budowy. Ponadto systemy kolei linowych cechuje małe zapotrzebowanie terenu pod stacje i podpory, łatwość umiejscowienia stacji w/przy lub na budynkach. Natomiast słabą stroną systemów miejskich kolei linowych jest brak możliwości zmiany trasy.

Analiza porównawcza

Do analizy porównawczej przyjęto dwie grupy parametrów: ilościowe i jakościowe. W pierwszej grupie znajdują się: zdolność przewozowa, średnia prędkość komunikacyjna oraz poziom bezpieczeństwa [13] i są one reprezentowane przez wartości liczbowe (analiza ilościowa, tab. 1). W drugiej grupie znajdują się parametry określające: komfort jazdy, wpływ warunków pogodowych na bezpieczeństwo podróżnych i zapewnienie ciągłości eksploatacji oraz oddziaływanie systemów transportowych na środowisko (analiza jakościowa, tab. 2).

Analiza ilościowa

W celu przeprowadzenia jak najbardziej obiektywnej ilościowej i jakościowej analizy porównawczej przyjęto, że każdy z systemów transportowych jest eksploatowany na odcinku referencyjnym o długości 3 km.

Zdolność przewozowa dla poszczególnych systemów transportowych, przedstawiona w tabeli 1, została określona dla maksymalnej pojemności pojazdów, przy założeniu, że środki transportu kursują z częstotliwością co trzy minuty. Średnia prędkość komunikacyjna dla poszczególnych środków transportu publicznego została przyjęta na bazie przeprowadzonych pomiarów wg [7,10,11,14]. Natomiast dla kolei linowych prędkość komunikacyjna została obliczona, uwzględniając odpowiednio 2 stacje pośrednie (w sumie 4 dla całego systemu) dla typu MGD oraz 1 stację pośrednią (w sumie 3 dla całego systemu) dla typu TGD.

Tabela 1

Analiza porównawcza parametrów ilościowych środków komunikacji miejskiej dla określonych założeń				
Środek transportu	Zdolność przewozowa [osób/h] (w dwóch kierunkach)	Średnia prędkość komunikacyjna [km/h]	Liczba wypadków na 1000 przewiezionych pasażerów (wypadki śmiertelne)	Liczba pojazdów do zapewnienia zdolności przewozowej na odcinku 3 km
Autobus	2800 (5600)	19	0,000075 (0,000004)	7
Tramwaj	5600 (11200)	15	0,000072 (0,000013)	8
Bus Rapid Transit	10 000 (20000)	26	Nie sklasyfikowano	5
Metro	14 000 (28000)	45	0,000093 (0,000065)	3
Kolej linowa typ: MGD	4500 (9000)	24	0,000020 (0,000000)	1
Kolej linowa typ: TGD	6000 (12000)	29	0,000020 (0,000000)	1

Analiza jakościowa

Analiza jakościowa została przeprowadzona dla trzech wybranych parametrów. W jej ramach przedstawiono i opisano subiektywnie najważniejsze czynniki wpływające na analizowane parametry dla poszczególnych środków transportu publicznego.

Analiza porównawcza parametrów jakościowych środków komunikacji miejskiej dla określonych założeń			
Środek transportu	Komfort jazdy	Wpływ warunków atmosferycznych na bezpieczeństwo podróży i zapewnienie ciągłości eksploatacji	Oddziaływanie na środowisko
Autobus	<ul style="list-style-type: none"> – Ok. 30% wszystkich miejsc w pojeździe to miejsca siedzące. – Klimatyzowane pojazdy. – Obniżenie poziomu hałasu w pojazdach (autobusy elektryczne). – Nagłe hamowanie może spowodować sytuacje niebezpieczne w pojeździe. – Wpływ innych użytkowników ruchu na płynny przejazd (wydłużony czas przejazdu). – Możliwość obniżenia poziomu wejścia do pojazdu (dla osób niepełnosprawnych potrzebna asysta kierowcy). 	<ul style="list-style-type: none"> – Wpływ warunków atmosferycznych (tj. deszcz, śnieg) na zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia sytuacji niebezpiecznej podczas jazdy. – Wpływ promieni słonecznych na podniesienie temperatury w pojeździe (wymagane jest zainstalowanie odpowiedniego systemu wentylacji/klimatyzacji). – Bezpośredni wpływ warunków atmosferycznych na pasażerów oczekujących na przystankach (najczęściej ograniczony częściowo przez półotwarte przystanki/wiaty). 	<ul style="list-style-type: none"> – Bezpośrednia emisja CO₂ oraz NO_x (nie dotyczy autobusów elektrycznych). – Możliwy wyciek płynów eksploatacyjnych podczas jazdy.
Tramwaj	<ul style="list-style-type: none"> – Ok. 35% wszystkich miejsc w pojeździe to miejsca siedzące. – Klimatyzowane pojazdy. – Poziom hałasu podwyższony w stosunku do innych pojazdów kołowych nieporuszających się po szynach. – Nagłe hamowanie może spowodować sytuacje niebezpieczne w pojeździe. – Wydłużony czas transportu pasażerów poprzez wpływ innych użytkowników ruchu na płynny przejazd (w szczególności gdy torowisko umieszczone jest w ciągu ruchu samochodów). – Brak możliwości ominięcia przeszkody na torach (np. podczas awarii innego pojazdu). – Obniżony poziom wejścia do pojazdu (dla osób niepełnosprawnych potrzebna jest asysta kierowcy/innych pasażerów). 	<ul style="list-style-type: none"> – Wpływ warunków atmosferycznych (tj. deszcz, śnieg) na zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia sytuacji niebezpiecznej podczas jazdy. – Wpływ promieni słonecznych na podniesienie temperatury w pojeździe (wymagane jest zainstalowanie odpowiedniego systemu wentylacji/klimatyzacji). – Bezpośredni wpływ warunków atmosferycznych na pasażerów oczekujących na przystankach (najczęściej ograniczony częściowo przez półotwarte przystanki). – Negatywny wpływ wysokich temperatur na torowisko. 	<ul style="list-style-type: none"> – Brak bezpośredniej emisji CO₂ oraz NO_x. – Możliwy wyciek płynów eksploatacyjnych podczas jazdy.
Bus Rapid Transit	<ul style="list-style-type: none"> – Ok. 30% wszystkich miejsc w pojeździe to miejsca siedzące. – Klimatyzowane pojazdy. – Obniżenie poziomu hałasu w pojazdach (autobusy elektryczne). – Nagłe hamowanie może spowodować sytuacje niebezpieczne. – Brak wpływu innych użytkowników ruchu na płynność przejazdu. – Kasowanie biletu poza autobusem. – Obniżony poziom wejścia do pojazdu, dla osób niepełnosprawnych potrzebna jest asysta. 	<ul style="list-style-type: none"> – Wpływ warunków atmosferycznych (tj. deszcz, śnieg) na zwiększenie prawdopodobieństwa wystąpienia sytuacji niebezpiecznej podczas jazdy. – Wpływ promieni słonecznych na podniesienie temperatury w pojeździe (wymagane jest zainstalowanie odpowiedniego systemu wentylacji/klimatyzacji). – Możliwy niekorzystny wpływ warunków atmosferycznych na oczekujących pasażerów (przy częściowo zadaszonych platformach). 	<ul style="list-style-type: none"> – Bezpośrednia emisja CO₂ oraz NO_x (nie dotyczy autobusów elektrycznych). – Możliwy wyciek płynów eksploatacyjnych podczas jazdy.
Metro	<ul style="list-style-type: none"> – Ok. 20% wszystkich miejsc w pojeździe to miejsca siedzące. – Brak wpływu innych użytkowników ruchu na płynny przejazd. – Wysoki poziom hałasu. – Bezstopniowe i samoobsługowe wejście do kabiny dla osób niepełnosprawnych. – Niższa jakość podróży ze względu na brak możliwości obserwowania otoczenia. 	<ul style="list-style-type: none"> – Brak wpływu warunków atmosferycznych na eksploatację pojazdu. – Brak wpływu warunków atmosferycznych na oczekujących pasażerów. 	<ul style="list-style-type: none"> – Brak bezpośredniej emisji CO₂ oraz NO_x. – Możliwy wyciek płynów eksploatacyjnych podczas jazdy.
Kolej linowa typ: MGD	<ul style="list-style-type: none"> – Brak rozkładu jazdy (pojazd pojawia się co 10–15 sekund na stacji). – 80–100% wszystkich miejsc w kabinie to miejsca siedzące. – Klimatyzowane pojazdy. – Minimalny poziom hałasu. – Zdefiniowany czas przejazdu (brak wpływu innych użytkowników ruchu na płynny przejazd). – Bezstopniowe i samoobsługowe wejście do kabiny dla osób niepełnosprawnych. 	<ul style="list-style-type: none"> – Minimalny wpływ warunków atmosferycznych (tj. deszczu, śniegu) na eksploatację systemu. – Wpływ promieni słonecznych na podniesienie temperatury w pojeździe (istnieje potrzeba zamontowania odpowiedniego systemu wentylacji/klimatyzacji). – Możliwe wstrzymanie eksploatacji przy wietrze bocznym powyżej 80 km/h. – Brak wpływu warunków atmosferycznych na pasażerów oczekujących w stacjach. 	<ul style="list-style-type: none"> – Brak bezpośredniej emisji CO₂ oraz NO_x. – Brak możliwości wycieku płynów eksploatacyjnych podczas jazdy.
Kolej linowa typ: TGD	<ul style="list-style-type: none"> – Brak rozkładu jazdy (pojazd pojawia się na stacji co ok. 30 sekund). – 70% wszystkich miejsc w kabinie to miejsca siedzące. – Klimatyzowane pojazdy. – Minimalny poziom hałasu. – Zdefiniowany czas przejazdu (brak wpływu innych użytkowników ruchu na płynny przejazd). – Bezstopniowe i samoobsługowe wejście do kabiny dla osób niepełnosprawnych. 	<ul style="list-style-type: none"> – Minimalny wpływ warunków atmosferycznych (tj. deszczu, śniegu) na eksploatację systemu. – Wpływ promieni słonecznych na podniesienie temperatury w pojeździe (istnieje potrzeba zamontowania odpowiedniego systemu wentylacji/klimatyzacji). – Możliwe wstrzymanie eksploatacji przy bocznym wietrze powyżej 100 km/h. 	<ul style="list-style-type: none"> – Brak bezpośredniej emisji CO₂ oraz NO_x. – Brak możliwości wycieku płynów eksploatacyjnych podczas jazdy.

Wyniki analizy ilościowej i jakościowej

Przedstawione w tabeli 1 parametry ilościowe wskazują, iż napowietrzne koleje linowe powinny być brane pod uwagę jako jedno z rozwiązań transportu publicznego. W artykule celowo nie podjęto oceny przedstawionych parametrów w odniesieniu do poszczególnych środków transportu. Ocena w ujęciu kryterium ilościowego mogłaby się odnosić jedynie do poszczególnych parametrów, a nie do całościowego porównania środków transportu publicznego, która jest oceną wielokryterialną z przypisanymi zmiennymi wagami poszczególnych kryteriów (np. porównując jedynie zdolność przewożącą, metro jest bezkonkurencyjne w stosunku do autobusów czy kolei linowych, jednakże na wybór środka transportu wpływają również inne czynniki, m.in. czas konstrukcji, koszt oraz warunki topograficzne i geologiczne).

Należy mieć również na względzie, że pozostałe parametry ilościowe, przedstawione w tabeli 1, tj. prędkość komunikacyjna czy liczba wypadków na tysiąc przewożonych pasażerów, odnoszą się do lokalnych warunków, w których wartości tych parametrów były określone lub zmierzone. Obiektywna ocena tych parametrów pomiędzy sobą jest możliwa jedynie przy założeniu takich samych warunków eksploatacyjnych, np. przy założeniu wyłączności prawa drogi dla wszystkich środków transportu.

Parametry określone w tabeli 2 częściowo podlegają ocenie subiektywnej. Parametr komfortu jazdy będzie różnie definiowany przez pasażerów. Dlatego w celu przeprowadzenia oceny powinny zostać nadane wartości liczbowe cechom wpływającym na ten parametr.

Brak bezpośredniego wpływu warunków atmosferycznych na zapewnienie ciągłości eksploatacji faworyzuje metro. Ponadto również koleje linowe, ze względu na umiejscowienie jednostki napędowej w stacji oraz siłę napędową przenoszoną przez ciągną na wszystkie pojazdy, gwarantują wysoką gotowość operacyjną w stosunku do pozostałych środków komunikacji publicznej.

Analizując parametr wpływu na środowisko, wszystkie pojazdy elektryczne mają zdecydowaną przewagę nad pojazdami spalinowymi. Ponadto nieuwzględniony w analizie porównawczej poziomu hałasu również faworyzuje pojazdy z napędem elektrycznym oraz te, które nie poruszają się po szynach.

Parametrami, które nie zostały poddane analizie, oprócz wspomnianego poziomu hałasu, a które mogą mieć wpływ na wybór środka transportu są m.in.: koszt inwestycji, koszt eksploatacji, uwarunkowania topograficzne (naturalne przeszkody), posiadana infrastruktura przystosowana do już eksploatowanych środków transportu, wymagana powierzchnia do instalacji/eksploatacji środka transportu czy doświadczenia wynikające z eksploatacji pojazdów przez personel firmy zarządzającej miejskim transportem. Każdy z tych parametrów, w procesie wyboru środka transportu do instalacji/budowy, może mieć przypisaną inną wagę, która może wpłynąć na kryterium wyboru najbardziej odpowiedniego systemu do warunków lokalnych.

Przy wyborze środka transportu publicznego decydującym parametrem może być również koszt. Kolej linowa typu MGD może być co najmniej dwukrotnie tańsza niż linia tramwajowa, a nawet dziesięciokrotnie od metra [15]. Należy jednak mieć na uwadze, że finalny koszt instalacji/zakupu systemu transportowego zależy również od dodatkowych inwestycji, które w przypadku niektórych systemów transportowych nie muszą zostać poniesione (m.in. mogą to być: istniejące zajezdnie dla autobusów i tramwajów, przystanki czy wspólne stacje).

Podsumowanie

Analiza porównawcza środków transportu publicznego i napowietrznych kolei linowych wykazała, iż parametry opisujące koleje linowe w sposób ilościowy i jakościowy są porównywalne z innymi środkami transportu publicznego, a w niektórych przypadkach są korzystniejsze. Niski koszt instalacji i eksploatacji kolei linowych oraz bardzo małe oddziaływanie na środowisko w stosunku do innych środków transportu również wskazuje na atrakcyjność tych systemów jako środka komunikacji publicznej. Pomimo wielu argumentów przemawiających za wprowadzeniem kolei linowych w systemy transportu publicznego wciąż niewiele miast się na nie decyduje. Głównymi przyczynami są przekonanie o utracie prywatności przez osoby posiadające nieruchomości pod trasą kolei oraz wpływ wizualny na krajobraz. Niechęć do instalowania miejskich kolei linowych wynika ponadto z braku wiedzy o podstawowych parametrach u osób odpowiedzialnych za transport w miastach oraz z braku doświadczenia w eksploatacji takich urządzeń.

Miejskie koleje linowe na pewno nie stanowią całościowego rozwiązania problemów transportowych w miastach, jednakże jako część zrównoważonego transportu miejskiego mogą mieć wpływ na rozwiązanie lokalnych problemów transportowych. Ponadto kolej linowa jako jeden z nielicznych systemów transportu publicznego może mieć dodatni bilans ekonomiczny.

Literatura

1. Januschke P., *Seilbahn in Kempten: Nach Fachgespräch mit Ministerium soll Studie folgen*, Das Allgaeu online, all-in.de, data dostępu: 27.06.2019
2. Beltran A., Tardieu B. iinni, *Urban Transportation: French Cities Opting for Cable Cars*, Planete-Energies, <https://www.planete-energies.com/en/medias/close/urban-transportation-french-cities-opting-cable-cars> data dostępu: 26.06.2019
3. Mbereyaho L., Dushimimana A., Nzafakumunsi A., *Proposal of Aerial Cable Car as an Alternative Means of Public Transport in Kigali City*, "International Journal of Applied Engineering Research", Volume 13, Number 8, 2018.
4. Bendix A., *A gondola network that flies at 30 miles per hour could be a solution to New York City's broken subway system*, Business Insider, 10 maja 2019, <https://www.businessinsider.com/gondola-new-york-manchattan-staten-island-2019-5?IR=T>, data dostępu: 27.06.2019
5. *French gov't to fund feasibility study for cable car system*, Business World, <https://www.bworldonline.com/french-govt-to-fund-feasibility-study-for-cable-car-system/> data dostępu: 27.06.2019
6. Gładysz A., Czech P., Łazarz B., Matyja T., Juzek M., *Uwarunkowania techniczne dotyczące pojazdów wykorzystywanych w regularnym przewozie osób na przykładzie tyskich linii trolejbusowych*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe” 2016, nr 6.
7. Sołtysiak A., Migawa K., Sołtysiak R., Maćkowiak P., *Analiza czasu wymiany potoków pasażerskich na przystankach autobusowych w Bydgoszczy*, „Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe”, 2017, nr 6.
8. *Volvo i NTU przetestują w Singapurze autonomiczne elektrobuse*, portal internetowy Transport Publiczny, <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/volvo-i-ntu-przetestuja-w-singapurze--autonomiczne-elektrobuse-57388.html>, data dostępu: 25.06.2019
9. Informacje dotyczące taboru, Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne SA w Krakowie <http://www.mpk.krakow.pl/pl/tabor/> data dostępu: 26.06.2019
10. *Prędkość komunikacyjna tramwajów i autobusów w wybranych miastach w Polsce – dane za I półrocze 2013 i 2014. System Analiz Samorządowych SAS*, <http://www.plantap.pl/wskazniki/zbiorowy/dane-techniczne/#w2>, data dostępu: 20.06.2019
11. Wirasinghe S.C, Kattan L., Rahman M., Anowar S., *Bus Rapid Transit (BRT) – a review*, "International Journal of Urban Sciences", 2013, 17(1).
12. Tanvi M., *Why Did Bus Rapid Transit Go Bust in Delhi?*, portal CityLab, <https://www.citylab.com/solutions/2016/12/why-did-bus-rapid-transit-go-bust-in-delhi/510431/>, data dostępu: 25.06.2019
13. Dale S., *Are Gondolas and Cable Cars Safe?*, Portal GondolaProject, <http://gondolaproject.com/2015/11/16/are-gondolas-and-cable-cars-safe/>, data dostępu: 25.06.2019
14. Hidalgo D., Lleras G., Hernández E., *Methodology for calculating passenger capacity in bus rapid transit systems: Application to the TransMilenio system in Bogotá, Colombia*, "Research in Transportation Economics", 2013, Volume 39, Issue 1.
15. Materiały promocyjne firmy Leitner, <https://www.leitner-ropeways.com/de/einsatzbereiche/urbane-seilbahnen/> data dostępu: 24.06.2019