

STUDIUM OSOBOWEGO TRANSPORTU LINOWEGO W GDAŃSKU^{1, 2}

TOMASZ ROKITA

dr inż., Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Transportu Linowego, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Tel.: (12) 617-36-82, e-mail: rokitom@agh.edu.pl

MARIAN WÓJCIK

dr hab. inż., prof. AGH, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Transportu Linowego, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Tel.: (12) 617-36-83, e-mail: marianw@agh.edu.pl

GRZEGORZ OLSZYNA

mgr inż., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Transportu Linowego, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Tel.: (12) 617-36-82, e-mail: olszyna@agh.edu.pl

PIOTR PRÓCHNIAK

mgr inż., Transportowy Dozór Techniczny w Warszawie, Laboratorium TDT w Krakowie, ul. Pociuszka 5, 31-408 Kraków, Tel.: (12) 633-10-86, e-mail: piotr.prochniak@tdt.pl

Streszczenie. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki prac nad projektem koncepcyjnym napowietrznej kolei linowej na Górę Gradową w Gdańsku. Na wspomnianym wzniesieniu znajduje się Fort Grodzisko, który ma ogromną szansę, aby stać się jednym z ważniejszych punktów na turystycznej mapie Gdańska. Na terenie Fortu, jak i w jego bliskiej okolicy, wykonywane są projekty mające na celu rozwój miasta na dużą skalę. Realizowany jest tu m.in. projekt Hewelianum, który obok upowszechniania wiedzy o gdańskich zabytkach architektury militarnej i obronnej należy do zadań Parku Kulturowego Fortyfikacji Miejskich (PKFM) „Twierdza Gdańsk”. W bardzo bliskiej odległości od Fortu ma powstać tzw. Młode Miasto, na którego pograniczu budowane jest nowoczesne Europejskie Centrum Solidarności. Należy zauważyć, że następuje ciągle wzrost zainteresowania rejonem Fortu wśród turystów, a także mieszkańców Gdańska. Jednym z poważniejszych problemów jest dość słabe połączenie komunikacyjne pomiędzy ścisłym centrum Gdańska a samym wzgórzem, na którym usytuowany jest Fort Grodzisko.

Autorzy zaproponowali rozwiązanie powyższego problemu poprzez zastosowanie kolei linowej. Kolej ta, oprócz funkcji transportu osób z okolic Starego Miasta, byłaby atrakcją turystyczną oraz umożliwiałaby podziwianie panoramy Gdańska.

W artykule zaprezentowano miejscowe uwarunkowania budowy takiej kolei, proponowane rozwiązania techniczne i wybrane wyniki obliczeń oraz problemy związane z różnymi wariantami prowadzenia trasy kolei linowej. Zwrócono też uwagę na ważną sprawę, jaką jest ewakuacja z kolei linowej.

Słowa kluczowe: koleje jednolinowe, koleje gondolowe, koleje linowe w miastach

Wprowadzenie

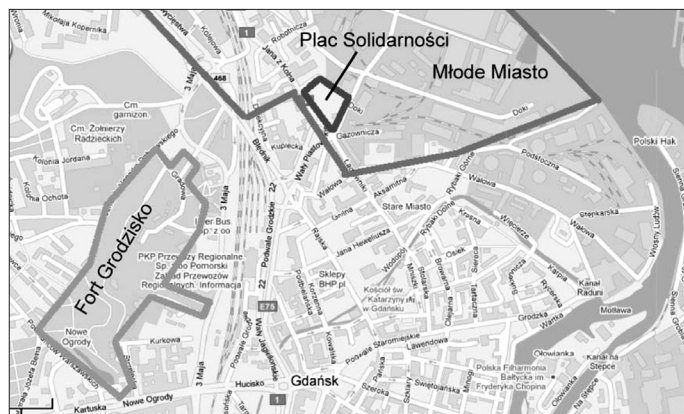
Koleje linowe ze względu na swój charakter są popularne szczególnie w ośrodkach górskich. Coraz częściej jednak różne rodzaje kolei linowych stosowane są w miastach, gdzie są nie tylko środkiem transportu, ale i znakomitą atrakcją, a w niektórych przypadkach są wręcz niezbędne do szybkiego przemieszczania się na niedużych odległościach. Co roku w Europie i na świecie powstaje kilka nowych miejskich kolei linowych w postaci napowietrznej,

bądź w postaci linowej terenowej, czy tzw. tramwaju linowego.

Ochrona zabytków architektury militarnej w Gdańsku, rewaloryzacja konserwatorska, rewitalizacja kulturowa, promocja w zakresie upowszechniania wiedzy o gdańskich zabytkach architektury militarnej i obronnej, a także wdrażanie Programu Hewelianum to tylko niektóre z zadań jakie należą do Parku Kulturowego Fortyfikacji Miejskich (PKFM) „Twierdza Gdańsk”. Ciągłe rozwijający się obszar Fortu Grodzisko ma ogromną szansę, aby stać się jednym z ważniejszych punktów na turystycznej mapie Gdańska.

Na terenie Fortu, jak i w jego bliskiej okolicy realizowane są projekty mające na celu rozwój miasta na dużą skalę. Na obszarze Kwartału Grodzisko (rys. 1.) realizowany jest projekt Hewelianum, w bardzo bliskiej odległości (ok. 700 m) powstać ma tzw. Młode Miasto, na którego pograniczu budowane jest nowoczesne Europejskie Centrum Solidarności [1,2,3,4].

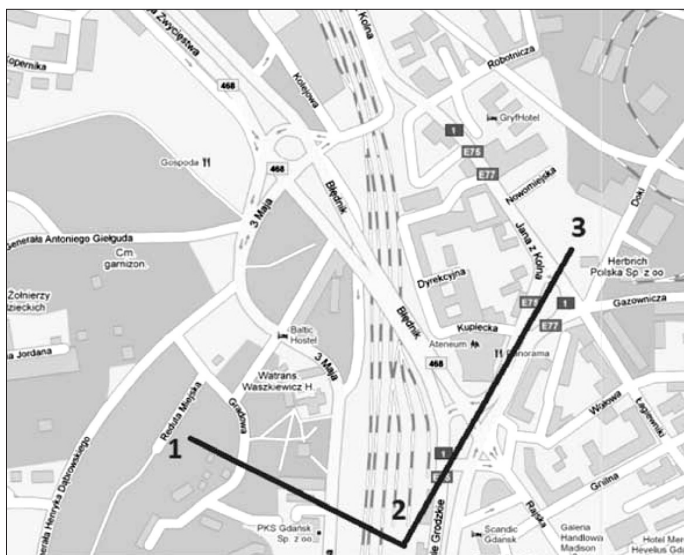
Wszystkie zadania stawiane przed PKFM „Twierdza Gdańsk” wiążą się ze zwiększeniem zainteresowania lokalnej społeczności oraz przyjeżdżających do Gdańska turystów. Jednym z poważniejszych problemów jest dość słabe połączenie komunikacyjne pomiędzy ścisłym centrum Gdańska a samym wzgórzem (Górą Gradową), na którym usytuowa-



Rys. 1. Mapa z zaznaczonymi obszarami Fortu Grodzisko, placu Solidarności oraz Młodego Miasta [5]

¹ © Transport Miejski i Regionalny, 2012.

² Wkład autorów w publikację: T. Rokita – 40%, M. Wójcik – 20%, G. Olszyna – 10%, P. Próchniak – 30 %.



Rys. 3. Koncepcja trasy tramwaju linowego [5]

i trasą tramwajową na ulicę Wały Piastowskie (odcinek pomiędzy punktami 2 i 3).

W pierwszej kolejności należy wziąć pod uwagę konieczność przejścia trasy tramwaju nad ulicą 3 Maja, dalej nad peronami (rys. 4) oraz dojazd w okolice dworca PKP. Sam teren dworca objęty jest nadzorem konserwatora zabytków. Kolejnym problemem jest przejście przez duży węzeł drogowy będący skrzyżowaniem dróg Podwałe Grodzkie, ulic Wały Piastowskie i Błędnik. Oprócz skrzyżowania trzech dróg przez węzeł ten przebiega również trasa tramwaju, co wiąże się z koniecznością ominięcia trakcji elektrycznej. Następnym problemem jest poprowadzenie trasy wzdłuż ulicy Wały Piastowskie. Wzdłuż drogi biegnie trakcja elektryczna (podobnie jak w przypadku węzła drogowego), co mocno ogranicza możliwość ustawienia podpór (wymagana jest także odpowiednia odległość budowli od przewodów elektrycznych). Po przejściu przez ulicę Wały Piastowskie trasa wchodzi bezpośrednio na plac Solidarności.

Pomimo niewątpliwych zalet tramwaju linowego, takich jak możliwość kursowania przy złej pogodzie, budowa takiego systemu może wiązać się z licznymi utrudnieniami. Biorąc także pod uwagę aspekt ekonomiczny, trzeba mieć na uwadze, że budowa takiego systemu jest dużo droższa od typowej kolei napowietrznej, co w przypadku wymaganej niskiej zdolności przewozowej może okazać się nieopłacalne.

Bardzo ważnym problemem występującym w przypadku kolei linowych jest ewakuacja ludzi. Przepisy umożliwiają ewakuację osób poprzez opuszczanie na linie do wysokości 100 metrów nad poziomem terenu. W przypadku gdy na odcinkach pomiędzy podporami porusza się więcej niż 5 pojazdów, maksymalna wysokość jazdy wynosi 30 metrów. Jeśli wysokość ta przekracza 30 metrów, wtedy na każdym przęśle może poruszać się maksymalnie 5 pojazdów.

Dla koncepcji pierwszej – odcinek 1–2 nie istnieją przeszkody, które mogłyby uniemożliwić bezpieczne opuszczenie pojazdów przez pasażerów. Stosunkowo niska wysokość jazdy nad terenem (nie przekraczająca 30 m) nie sprawiłaby problemów dla służb ratowniczych. Także sama charakterystyka te-

renu (teren o małej różnicy wysokości) powoduje, że zachowane zostaną wymagania bezpieczeństwa dotyczące ewakuacji ludzi. W przypadku odcinka 2–3 koncepcji I problemem może być długi odcinek trasy, gdzie pojazdy poruszają się bezpośrednio nad budynkami użyteczności publicznej oraz mieszkalnymi, a także nad trakcjami elektrycznymi linii tramwajowych i kolejowych (wysokość jazdy przekroczy 30 m nad terenem). Mógłby tu wystąpić problem z dostępem do pojazdów, które zatrzymałyby się bezpośrednio nad przedstawionymi miejscami. W takim przypadku należałoby uwzględnić potrzebę ewakuacji pasażerów poprzez zastosowanie dodatkowego napędu do sprowadzania pojazdów do stacji lub użycie specjalnego pojazdu z własnym napędem, mogącego poruszać się po trasie w sposób niezależny od innych pojazdów. Należy zwrócić uwagę na fakt, że z racji płaskiego profilu wzdłużnego terenu oraz charakteru kolei (oba toki mogą być obciążone) trzeba liczyć się z brakiem możliwości ewakuacji grawitacyjnej, czyli poprzez samoistne zjeżdżanie pojazdów do stacji dolnej dzięki działaniu siły grawitacji.

Odnosząc się do problemu ewakuacji dla tramwaju linowego, najbardziej niebezpiecznym miejscem jest przejście trasy nad peronami dworca PKP, gdzie znacznie utrudniony jest dostęp służb ratowniczych. Jednak w tym przypadku (użycie jednego pojazdu poruszającego się wahadłowo) możliwe byłoby zastosowanie ewakuacji grawitacyjnej – pojazd poruszałby się w kierunku stacji pośredniej. Na odcinku 2–3 nie ma znaczących przeszkód uniemożliwiających ewakuację osób znajdujących się w pojeździe. Tu ewakuacja mogłaby być przeprowadzana z ziemi.

Rozwiązania szczegółowe

Oceniając oba warianty trasy kolei (z uwzględnieniem zastosowania różnych systemów) pod względem mniejszej liczby problemów napotkanych podczas wizji lokalnej i omówionego problemu ewakuacji, dużo większe prawdopodobieństwo realizacji ma koncepcja I – napowietrzna kolej gondolowa.

Na podstawie wyznaczonej zdolności przewozowej, określonej na poziomie około 1500 osób/godzinę, można dokonać wyboru podstawowych parametrów kinematycznych.

Założono kilka wariantów doboru pojemności pojazdów, prędkości jazdy i odległości pomiędzy pojazdami. Wyniki analizy zostały przedstawione poniżej.

Tabela 1

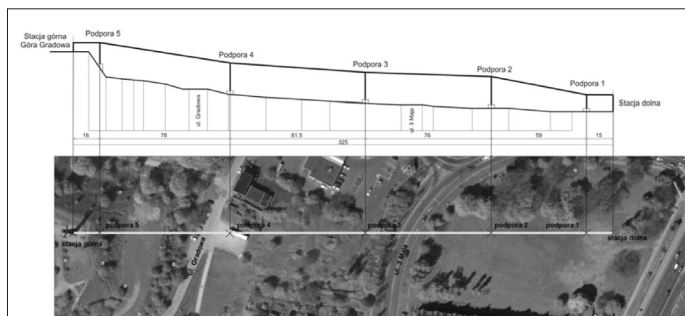
Parametry kinematyczne kolei gondolowej przy założeniu stałej odległości pomiędzy pojazdami			
Pojemność pojazdów	Prędkość jazdy	Odległość pomiędzy pojazdami	Czas jazdy
6 osób	2,0 m/s	30 m	2 min 40 s
8 osób	1,5 m/s	30 m	3 min 40 s

Tabela 2

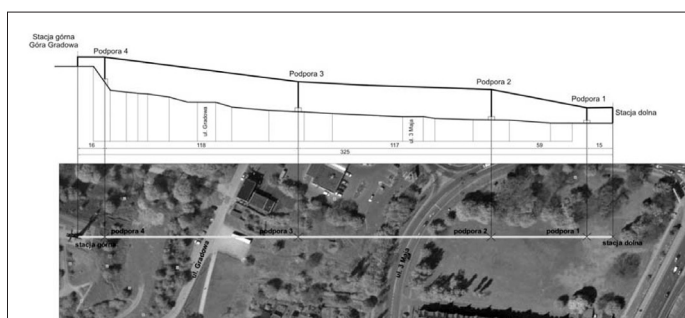
Parametry kinematyczne kolei gondolowej przy założeniu stałej prędkości jazdy			
Pojemność pojazdów	Prędkość jazdy	Odległość pomiędzy pojazdami	Czas jazdy
6 osób	3,0 m/s	40 m	1 min 50 s
8 osób	3,0 m/s	58 m	1 min 50 s

Z przeprowadzonej analizy wynika, że dla 30-metrowej odległości pomiędzy pojazdami czasy jazdy w jednym kierunku są stosunkowo długie (biorąc pod uwagę długość trasy 325 m), dlatego też najkorzystniejszy wydaje się wariant gondoli 6-osobowej, z 40 metrową odległością między pojazdami. Dla zapewnienia założonej zdolności przewozowej należy zastosować 9 pojazdów (gondol).

Maksymalna prędkość ruchu pojazdów to 3 m/s, ale istnieje oczywiście możliwość płynnej regulacji prędkości (w zakresie od 0 do 3 m/s) w zależności od potrzeb przewozowych. Ze względu na przewidywany transport pasażerów również po zmroku można zastosować podświetlenie gondol z wykorzystaniem paneli słonecznych. Koncepcje rozstawienia podpór dla tego wariantu przedstawiono na rysunkach 4 i 5.



Rys. 4. Profil wzdłużny terenu – Koncepcja I – Wariant I – Odcinek 1–2 [5]



Rys. 5. Profil wzdłużny terenu – Koncepcja I – Wariant II – Odcinek 1–2 [5]

Podsumowanie

Analizując wyniki obliczeń dla obu wariantów, można stwierdzić:

1. Współczynniki bezpieczeństwa linii na rozciąganie mają mniejsze wartości w przypadku wariantu II, co wynika z zastosowania większej siły napinającej dla linii o takich samych własnościach (średnicy, budowie, minimalnej sile zrywającej linę). Dla obu wariantów ich wartości znajdują się w bezpiecznym przedziale.
2. Odwrotna sytuacja ma miejsce dla rzeczywistego współczynnika tarcia. Większe wartości występują dla wariantu I, co ma bezpośredni związek z mniejszą siłą napinającą. W żadnej sytuacji ich wartości nie zbliżają się jednak do wartości maksymalnej.
3. W przypadku strzałek ugięcia linii pomiędzy podporami znacznie większe wartości uzyskujemy w drugim przypadku. Jest to związane z większymi odległościami pomiędzy podporami, podczas gdy na obu tokach znaj-

duje się taka sama ilość pojazdów. Biorąc pod uwagę największą jej wartość wynoszącą 5,24 metra, oraz uwzględniając wysokość kabiny wraz z zawieszaniem (3 m) i podpór (18 m), w najniższym punkcie gondole będą znajdować się około 10 metrów nad terenem. W ten sposób, pomimo dużego zapasu wysokości, zrealizowane będzie założenie, że kolej, oprócz funkcji transportowej, miałaby również być kolej widokową.

4. Patrząc na wartości nacisków na podporach, najbardziej obciążoną jest podpora 1 (znajdująca się 15 m za stacją dolną). W obu wariantach jest to podpora gniotąca.
5. Dla obu wariantów zapotrzebowanie na moc jest na takim samym poziomie (silnik o mocy 40 kW).

Porównując oba warianty, rozsądniejszym nie tylko z ekonomicznego punktu widzenia jest wariant II. Pomimo mniejszej liczby podpór (co daje dużą przewagę w mieście z racji problemów w braku miejsca) wszystkie parametry mieszczą się w wymaganych granicach. Należy jednak podkreślić, że punktem wyjściowym podczas doboru parametrów kolei była wydajność godzinowa, dlatego nawet w przypadku realizacji wariantu I, użytkownik będzie mógł w pełni wykorzystać możliwości przewozowe.

Na tej podstawie można stwierdzić, iż najlepszym miejscem na budowę stacji dolnej (pośredniej) jest niezagospodarowany obszar znajdujący się na skrzyżowaniu ulic Błędnik oraz 3 Maja. W domyśle stacja ta stałaby się stacją pośrednią po realizacji budowy drugiego odcinka, który prowadziłby ze wspomnianego placu na plac Solidarności. W związku z licznymi inwestycjami w tym obszarze miasta budowa stacji kolei w pobliżu historycznych doków wydaje się być w pełni uzasadniona. Położenie stacji górnej także nie budzi wątpliwości ze względu na bliskość budynków, w których realizowane są obecnie liczne projekty. Pamiętać trzeba, że głównym zadaniem kolei miało być skomunikowanie Fortu Grodzisko z centrum miasta. Także system gondolowej kolei napowietrznej jest dobrym rozwiązaniem ze względu na dodatkową możliwość oglądania panoramy miasta.

Literatura

1. Biuro Konsultacyjno-Projektowe Inżynierii Drogowej „Trafik”, *Studium lokalnej dostępności Fortu Grodzisko w Gdańsku*, Gdańsk 2007.
2. Portal internetowy Centrum Hewelianum: www.hewelianum.pl
3. Portal internetowy Trójmiasto: www.trojmiasto.pl
4. Portal internetowy miasta Gdańsk: www.gdansk.pl
5. Próchniak P., *Projekt koncepcyjny napowietrznej kolei linowej widokowej w Gdańsku*, praca dyplomowa magisterska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, promotor dr inż. Rokita Tomasz, Kraków 2011.
6. Dyrektywa Unii Europejskiej i Rady Nr 2000/9/WE odnosząca się do urządzeń kolei linowych przeznaczonych do przewozu osób. Dz. U. UE 2005/C 230/C, marzec 2000.
7. Rozporządzenie ministra infrastruktury w sprawie zasadniczych wymagań dla kolei linowych przeznaczonych do przewozu osób, Dziennik Ustaw Nr 15, poz. 130, 11 grudnia 2003.