

# Kolej linowa terenowa w tunelu łącząca centrum Kłodzka z Twierdzą

Marian Wójcik, Grzegorz Olszyna, Tomasz Rokita

*W artykule przedstawiono możliwość połączenia komunikacyjnego miasta Kłodzka z Twierdzą Główną. Zaproponowano zastosowanie kolei linowej terenowej prowadzącej w istniejącym tunelu. Wykonany wstępny projekt koncepcyjny wskazuje, że zaproponowane rozwiązanie jest możliwe technicznie i zgodne z obowiązującymi przepisami (wynikające z dyrektywy 2000/9/WE). Zaproponowana kolej linowa terenowa wraz z napowietrzną koleją linową łączącą Twierdzą Główną z Owczą Górą zapewniłaby ciekawy układ komunikacyjny w tym rejonie i była dodatkową atrakcją turystyczną dla turystów odwiedzających miasto Kłodzko.*

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 12.04.2012

data akceptacji do druku: 25.05.2012



dr hab. inż.  
Marian Wójcik  
prof. AGH, AGH  
w Krakowie, Katedra  
Transportu Linowego  
[marianw@agh.edu.pl](mailto:marianw@agh.edu.pl)



mgr inż.  
Grzegorz Olszyna  
AGH w Krakowie,  
Katedra Transportu  
Linowego  
[olszyna@agh.edu.pl](mailto:olszyna@agh.edu.pl)



dr inż. Tomasz Rokita  
AGH w Krakowie, Katedra  
Transportu Linowego  
[rokitom@agh.edu.pl](mailto:rokitom@agh.edu.pl)



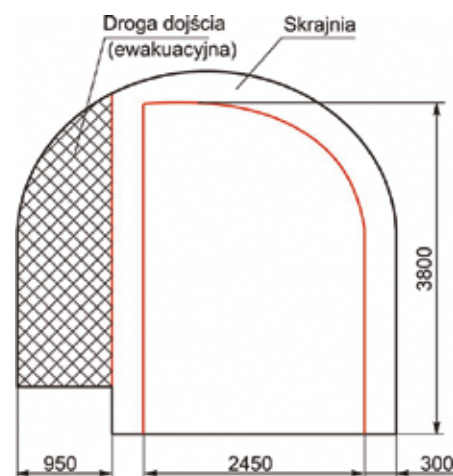
1. Tunel łączący ul. Łukasieńskiego z Twierdzą w Kłodzku, źródło: [7]

cych głównie z Niemiec. Z centrum miasta na dziedziniec Twierdzy prowadzi kilka tajemnych tuneli (fot. 1).

W jednym z tych tuneli w XIX wieku zbudowano wyciąg linowy z torowiskiem, po którym poruszał się wagon towarowy. Wyciąg ten napędzany był siłą mięśni za pomocą kołowrotu. Ta swoista kolej szynowo-linowa służyła do transportu żywności i sprzętu wojskowego z miasta na Twierdzę.

W ramach zagospodarowania turystycznego Twierdzy powstała koncepcja wykorzystania istniejącego tunelu do zbudowania współczesnej kolei linowej terenowej, która dowoziłaby turystów bezpośrednio z centrum miasta Kłodzka na dziedziniec Twierdzy. Dolna stacja kolei zlokalizowana byłaby w rejonie wejścia do tunelu. Wejście do tunelu znajduje się przy ulicy Łukasieńskiego, jednej z centralnych ulic Kłodzka. Obecnie to wejście jest zamknięte murem zamykającym. Mur stanowi zabezpieczenie przestrzeni tunelu przed wejściem osób niepowołanych. Opracowując koncepcję kolei założono, że przekrój i nachylenie tunelu pozostaną niezmienione w stosunku do pierwotnych parametrów z XIX wieku. Z dziedzińca Twierdzy zwiedzający turyści mogliby się przemieszczać na przeciwległe położony Fort „Owca Góra” za pomocą napowietrznej kolei linowej kabinowej, której projekt opracowano już w 2010 roku [4]. Kompletny projekt napo-

wietrznej kolei dwulinowej łączącej Twierdżę Kłodzką z „Owcą Górą” posiada potrzebne uzgodnienia, a był oceniany między innymi w zakresie historyczno-konserwatorskim uzyskując pozytywną ocenę. Potwierdzeniem tego jest uzyskanie przez Urząd Miasta w Kłodzku w 2010 roku prawomocnej decyzji pozwolenia na budowę kolei. Formalnie budowa tej inwestycji rozpoczęła się w 2012 roku. Opracowana w niniejszym artykule koncepcja kolei w tunelu w Kłodzku wynikała z naturalnej potrzeby połączenia miasta z Twierdzą Kłodzką w kontekście odbudowy



2. Przekrój tunelu w Kłodzku, źródło: [opracowanie własne]

Miasto Kłodzko, którego historia sięga X wieku posiada na swoim terenie wyjątkowy obiekt będący zabytkiem architektury militarnej tzw. Twierdzą Kłodzką.

Jest to jeden z nielicznych w Europie dobrze zachowany obiekt militarny wybudowany według pruskich zasad budowy twierdz wojskowych. Na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku Twierdza została uznana za zabytek kultury materialnej i udostępniona turystom. Władze Kłodzka czynią starania dla przystosowania Twierdzy do coraz większej liczby turystów pochodzą-

istniejącego w XIX wieku takiego połączenia. Zrealizowanie tych dwóch projektów kolei linowych stanowiłoby w Kłodzku nie lada atrakcję turystyczną przyczyniając się do dalszego rozwoju tego uroczego miasta i regionu Kotliny Kłodzkiej.

## Koncepcja techniczna kolei w tunelu

Wymiary przekroju poprzecznego tunelu przedstawiono na rysunku 2, a podstawowe parametry geometryczne tunelu zestawiono w tabeli 1. Prezentowane wymiary przekroju są wymiarami pierwotnymi i nie muszą być zmieniane przy realizacji kolei. Przy budowie kolei konieczne jest wykonanie specjalistycznych badań stanu obudowy tunelu. Obudowa tunelu pewnie będzie wymagać wykonania prac renowacyjnych.

Koleje linowe terenowe prowadzone w tunelach muszą spełniać wiele wymagań określonych w Dyrektywie Unii Europejskiej i normach z nią zharmonizowanych. Musi być zapewniony odpowiedni poziom bezpieczeństwa pasażerów. Przy opracowywaniu koncepcji tej kolei założono takie parametry techniczne układu: torowisko – wagon – przejście obok, aby nie naruszać wymiarów gabarytowych istniejącego tunelu.

Wymiary przekroju poprzecznego tunelu sprawiają, że można tam zastosować tani system kolei linowej terenowej z pojedynczym zamkniętym pojazdem poruszającym się wahadłowo po torze o rozstawie szyn 1000 mm.

Tunel posiada stałe nachylenie równe ok. 18,5°, dlatego powierzchnia podłogi kabiny w stosunku do wózka jezdny będzie pochylona pod kątem równym nachyleniu tunelu, przez co w każdym punkcie trasy uzyskane zostanie poziome położenie podłogi kabiny.

Według obowiązujących obecnie wymagań wszystkie elementy kolei oraz wyposażenie tunelu muszą być wykonane z materiałów niepalnych.

Wagon będzie zamocowany na końcu liny napędowej ułożonej na krążkach trasowych usytuowanych w osi torowiska.

Dla zapewnienia założonej zdolności przewozowej na poziomie około 300 osób/godz. kolej będzie poruszała się z prędkością maksymalną 1,4 m/s, a kabina miałaby pomieścić około 20 osób.

Przykładem podobnego rozwiązania kolei linowej terenowej jest kolej w Mühleggbahn w St. Gallen (Szwajcaria) przedstawiona na fot. 3. Trasa tej kolei, podobnie jak w przedstawanym rozwiązaniu, prowadzona jest w tunelu.

Przyjmując obowiązujące wymagania bezpieczeństwa dotyczące powierzchni przypadającej na jednego pasażera oraz zachowanie wymaganej skrajni dla bezpiecznego transportu pasażerów wymiary podłogi



3. Mühleggbahn St. Gallen, Szwajcaria, źródło: [6]

kabiny dla 20 osób wynosiłyby 2600x1650 mm. Takie rozwiązanie kabiny przedstawiono na fot. 4 kolei linowej terenowej w Lublanie.

## Zespoły kolei linowej terenowej

W skład tego typu kolei wchodzi następujące zespoły:

- napęd z układem sterowania (rys. 5),
- torowisko z układem krążków prowadzących linę,
- lina napędowa,
- wózek jezdny wagonu.

Napęd składa się z silnika elektrycznego prądu stałego lub przemiennego, hamulca ruchowego HR, przekładni i bębna nawijającego linę napędową oraz hamulca głównego HG.

Napęd musi być wyposażony w hydrauliczny zespół zasilająco-sterujący dwóch niezależnych hamulców. Wagon kolei linowej terenowej musi być wyposażony w tzw. hamulec pojazdu unieruchamiający wagon względem szyn torowiska. Hamulec ten uruchamia się samoczynnie w takich przypadkach awaryjnych, jak między innymi: zerwanie bądź zluźnienie liny napędowej, wzrost prędkości wagonu itp.

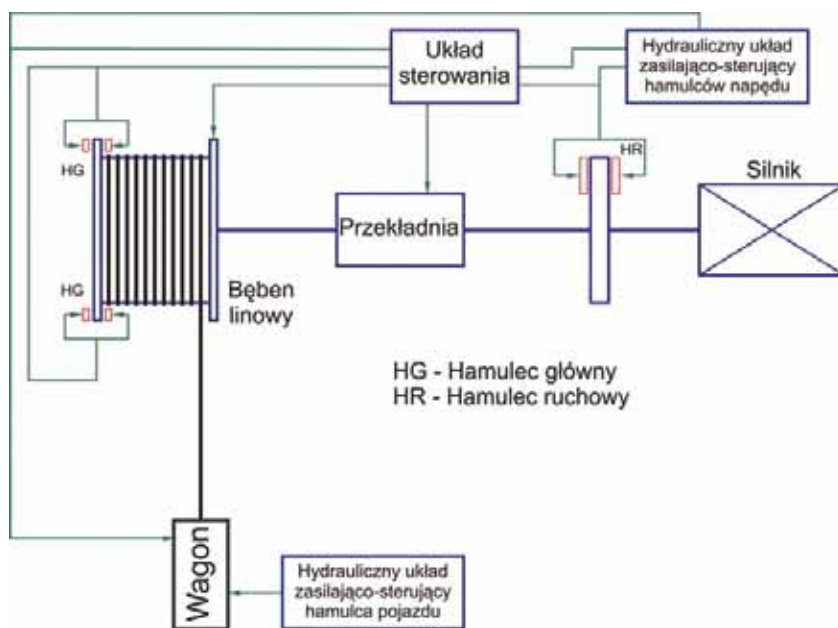
Torowisko kolei zbudowane jest ze standardowych szyn typu S30 lub S33 ułożonych na sztywnej konstrukcji stalowej lub żelbetonowej.

Ze względu na siły działające na torowisko w czasie działania hamulca pojazdu musi ono być dodatkowo kotwione w podłożu.

W osi torowiska mocuje się w określonym



4. Kabina kolei „Ljubljana Castle” w Lublanie, źródło: [5]



5. Blokowy schemat systemu kolei linowej terenowej, źródło: [opracowanie własne]

rozstawie krążki trasowe z wykładziną podtrzymującą linę napędową kolei.

Na podstawie przeprowadzonej analizy sił w linie napędowej po przyjęciu odpowiedniej wartości współczynnika bezpieczeństwa dobrano linę o średnicy 16 mm i minimalnej sile zrywającej 150 kN.

Dla przyjętej średnicy liny została określona średnica bębna napędowego równa 1300 mm oraz przeprowadzone zostało obliczenie zapotrzebowania mocy napędu dla możliwych przypadków ruchu.

Przeprowadzone obliczenia zapotrzebowania mocy przedstawionego napędu kolei

Kłodzko-Twierdza wskazują, że silnik główny powinien mieć moc rzędu 36 kW.

Napęd awaryjny dla tego rozwiązania nie jest wymagany, ponieważ na całej długości tunelu jest przewidziana droga ewakuacyjna dla pasażerów.

W tabeli 2 zestawiono główne parametry techniczne projektowanej kolei linowej terenowej w Kłodzku.

## Podsumowanie

Przedstawiona w artykule techniczna koncepcja kolei linowej terenowej w starym

tunelu prowadzącym z Kłodzka na Twierdzę odpowiada współcześnie obowiązującym wymaganiom dla kolei służących do transportu ludzi [1]. Należy dodać, że odtworzenie starej historycznej wersji „kolei” w tunelu z napędem ręcznym nie może być brane pod uwagę ze względu na między innymi współczesne wymagania techniczne. Forma „architektoniczna” kolei może nawiązywać do starych historycznych rozwiązań.

Obliczone i przedstawione w treści artykułu parametry techniczne kolei w tunelu w Kłodzku pozwalają na określenie zakresu prac i kosztów budowy tego urządzenia. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] 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
- [2] Wójcik M: Koleje linowe w Europie i na świecie. Zeszyty Naukowe KTL-AGH, Kraków 2000, nr 20 s. 14-30.
- [3] Rokita T., Wójcik M: Nowoczesne systemy transportu linowego w miastach - Transport XXI wieku - 21 Międzynarodowa Konferencja Naukowa Politechnika Warszawska Wydział Transportu, 18-21 września 2007, Stare Jabłonki, s. 387-394.
- [4] Rokita T., Wójcik M: Miejska kolej linowa dla Kłodzka. Transport miejski i regionalny, 2010, nr 12, s. 10-12.
- [5] [www.funimag.com](http://www.funimag.com), dostęp 21.02.2012
- [6] Strona internetowa <http://www.st.gallen.ch>, dostęp 21.02.2012
- [7] Strona internetowa <http://www.twierdza.klodzko.pl>, dostęp 21.02.2012

Tab.1: Parametry geometryczne tunelu

|                                              |                   |
|----------------------------------------------|-------------------|
| Długość po nachyleniu                        | 118 [m]           |
| Położenie wejścia do tunelu n.p.m            | 304,7 [m]         |
| Położenie wyjścia z tunelu na Twierdzę n.p.m | 344,0 [m]         |
| Różnica poziomów wejścia i wyjścia z tunelu  | 39,3 [m]          |
| Średnie nachylenie                           | 33,30 [%] 18,5[°] |

Źródło: Opracowanie własne

Tab.2: Parametry techniczne projektowanej kolei

|                                                 |                  |
|-------------------------------------------------|------------------|
| Długość kolei po stoku                          | 124 [m]          |
| Różnica położenia stacji początkowej i końcowej | 40,9 [m]         |
| Średnie nachylenie                              | 33,30 % 18,5°    |
| Liczba pojazdów                                 | 1                |
| Pojemność pojazdu                               | 20+1 osób        |
| Prędkość jazdy                                  | 1,4 [m/s]        |
| Czas jazdy                                      | 92 [s]           |
| Zdolność przewozowa                             | 310 [osób/godz.] |
| Nominalna średnica liny                         | 16 [mm]          |
| Moc silnika napędowego                          | 36 [kW]          |

Źródło: Opracowanie własne