

Marian WÓJCIK¹
Tomasz MAGIERA²

SYSTEM TRAMWAJU LINOWEGO W KOPALNI SOLI W WIELICZCE – KOSZT INWESTYCJI

W referacie zaprezentowano projekt systemu tramwaju linowego w Kopalni Soli w Wieliczce. Wyszczególniono elementy konstrukcyjne systemu i prace związane z przygotowaniem i budową urządzenia transportu linowego. W końcowej części przedstawiono przybliżony koszt tej inwestycji.

CABLE CAR SYSTEM IN WIELICZKA SALT MINE – PROJECT COSTS

The paper presents a cable car construction project in Wieliczka Salt Mine. It gives the specification of construction elements as well as the preparation and construction works. The final part contains an approximate estimation of project costs.

1. WSTĘP

Tramwaje linowe jako uzupełniający środek transportu komunikacji miejskiej, a w niektórych przypadkach jako jedyny możliwy do zastosowania, z roku na rok stają się coraz bardziej popularnym środkiem transportu na świecie. W ostatnim czasie najnowocześniejsze systemy tramwajów linowych zainstalowano w Las Vegas (USA), w Wenecji (Włochy), w Mexico City (Meksyk) oraz w Caracas (Wenezuela). Do tej pory, mimo paru projektów koncepcyjnych, w naszym kraju nie została zaimplementowana żadna instalacja tego typu. Głównymi elementami, które mają znaczący wpływ na ten stan rzeczy, jest dezaprobatą środowisk rządzących oraz koszt samej inwestycji. Dlatego tramwaje linowe największe uznanie znalazły w miejscach, w których głównym celem jest zapewnienie maksymalnego poziomu bezpieczeństwa i luksusowych warunków podróżowania.

W naszym kraju wiele osób mylnie nazywa tramwajami linowymi, koleje linowo-terenowe, które w Polsce występują na Gubałówce w Zakopanem, Górze Parkowej w Krynicy-Zdrój oraz na Górze Żar w Międzybrodzu Żywieckim. Głównymi różnicami

¹ Katedra Transportu Linowego, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo - Hutnicza, al.Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. (+48 12) 6173683, email: marianw@agh.edu.pl

² Katedra Transportu Linowego, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Akademia Górniczo - Hutnicza, al.Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. (+48 12) 6173359, magiera@agh.edu.pl

między tymi dwoma środkami transportu jest budowa pojazdów, w szczególności ich podwozia oraz kąt nachylenia podłoża, po którym się poruszają.



Rys.1. Tramwaj linowy w Birmingham, Anglia

[2]

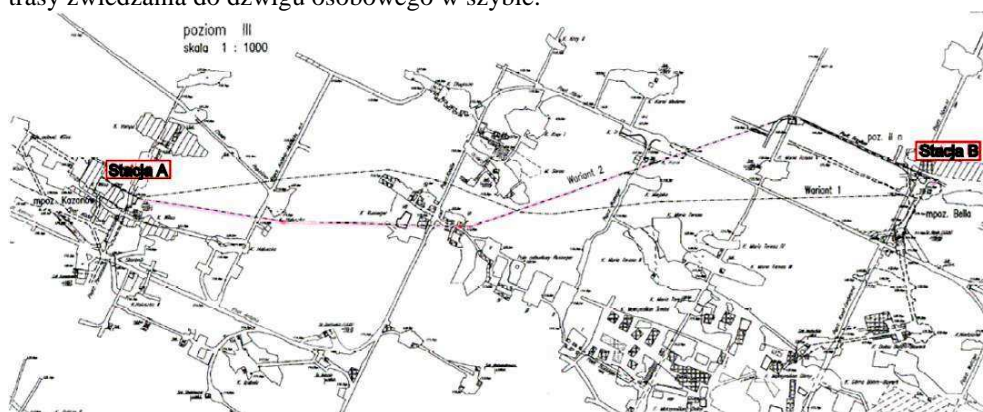
2. PROJEKT TRAMWAJU LINOWEGO W WIELICZCE

Wieliczka, jako najczęściej odwiedzane miejsce przez turystów zarówno polskich jak i zagranicznych przebywających w Krakowie, jest bardzo atrakcyjnym miejscem, gdzie tramwaj linowy mógłby spełnić swoją rolę jako środka transportu, a zarazem stać się jedną z wizytówek miasta.[3] Katedra Transportu Linowego w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie przy współpracy z jednym z producentów tramwajów linowych sporządziła projekt koncepcyjny takiego rozwiązania.

2.1 Trasa tramwaju linowego

Nietypową trasę tramwaju linowego zaproponowano w dwóch wariantach. Obydwa zakładają te same stacje początkowe i końcowe i przebiegają 122 metry pod ziemią. To niecodzienne rozwiązanie ma zapewnić szybki i wygodny transport turystów odwiedzających Kopalnię Soli. Infrastruktura stacji A byłaby zlokalizowana w okolicy Komory Warszawskiej, natomiast stacja B byłaby usytuowana niedaleko szybu Daniłowicza, którym turyści wyjeżdżają na powierzchnię. Celem stworzenia podziemnego

środku transportu jest zapewnienie szybkiego przemieszczania się odwiedzających z końca trasy zwiedzania do dźwigu osobowego w szybie.



Rys.2.Trasa tramwaju linowego z dwoma wariantami

[1]

2.2 Rodzaj zaproponowanego ruchu tramwajów

W projekcie został zaproponowany ruch wahadłowy, który zapewniony byłby przez dwa oddzielne pojazdy poruszające się po konstrukcji trasowej w wyrobisku podziemnym. Pojemność wagonów została przyjęta na poziomie 70 osób, a zostanie ona zapewniona poprzez połączenie dwóch modułów o pojemności 35 osób każdy. Wybrany system o ruchu wahadłowym został zaproponowany, ponieważ w rozpatrywanym projekcie nie jest wymagana duża zdolność przewozowa, a jedynie stosunkowo duża częstotliwość poruszania się pojazdów po trasie.

Ważniejsze wielkości charakterystyczne tego systemu zostały przedstawione w Tab.1.

Tab. 1. Dane techniczne systemu tramwaju linowego

Wielkości charakterystyczne tramwaju linowego	Wartości
Prędkość jazdy pojazdów	10 [m/s]
Przyspieszenia i opóźnienia pojazdów	0,5 [m/s ²]
Długość trasy w poziomie	600 [m]
Liczba pojazdów	2
Godzinowa zdolność przewozowa tramwaju linowego	1000 [osób/godzinę]
Liczba stacji	2
Czas przejazdu(od zamknięcia drzwi na stacji A do otwarcia ich na stacji B)	90 s
Czas przejazdu jednego cyklu(od zamknięcia drzwi na stacji A do dojechania do stacji B i powrotu na stację A)	252 s

[1]

2.3 Elementy konstrukcyjne systemu tramwajów linowych

Głównymi elementami systemu tramwaju, od których między innymi zależy koszt, jaki musi ponieść potencjalny wykonawca są:

- *Jednostka napędowa*, w której skład wchodzi: obudowa napędu, łożyskowane koła napędowe, przekładnia zębata, asynchroniczny silnik trójfazowy, napęd awaryjny, system napinania liny napędowej, układ hamulców awaryjnych oraz szafa z modułami sterującymi.
- Silnik typu Diesel jest w przypadku tego systemu napędem awaryjnym, który podczas wystąpienia awarii zapewnia bezpieczną ewakuację podróżnych. Bezpieczeństwo pasażerów zapewnione jest przez system hamulców. Hamulec ruchowy i główny jako hamulce mechaniczne zapewniają w stanie awaryjnego hamowania szybki wytracenie prędkości z wymaganym opóźnieniem.
- *Układ zwrotny* składa się z łożyskowanych kół zwrotnych i obudowy układu,
- *Wagon* możemy podzielić zasadniczo na dwie części: podwozie i nadwozie. Podwozie składa się z zazwyczaj dwóch wózków jezdnych, na których zainstalowane są koła jezdne-pionowe oraz poziome-stabilizujące pozycję wagonu na konstrukcji, po której porusza się pojazd. Pomiędzy kołami znajdują się wprzęgła, które łączą linę z wagonem. Nadwozie, którym zazwyczaj jest lekka aluminiowa konstrukcja skorupowa, wyposażone jest w najnowsze rozwiązania zapewniając maksymalny komfort podczas podróży tj. klimatyzacja, łączność awaryjna, system głośnomówiący, niski poziom hałasu podczas ruchu, zapewniony przez tłumiki.
- *Trasa*, po której poruszają się pojazdy, jest lekką konstrukcją nośną, zapewniającą bardzo komfortową podróż. Dodatkowo umieszczone na niej krążki trasowe, służą jako prowadnice dla liny napędowej. Najczęściej używanymi konstrukcjami lin są kompaktowane: 6x19 Seale, 6x26, 6x31 Warrington-Seale i 6x21 Filler. Poprawne położenie liny zapewnione jest przez system czujników. Dodatkowo wzdłuż trasy poprowadzony jest światłowód łączący obydwie trasy w celu szybkiej wymiany informacji.



Rys.3. Jednostka napędowa

[2]

- Stacje wyposażone są w drzwi przesuwne, które zapewniają bezpieczeństwo przed ewentualnym wpadnięciem podróżnych na trasę. Peron połączony z poczekalnią wyposażony jest w system monitoringu, dzięki któremu można łatwo wychwycić zagrożenia, bądź nietypowe zachowania pasażerów. W jednej ze stacji znajduje się pomieszczenie kontrolne, w którym wyszkolone osoby mogą za pomocą monitorów kontrolować cały system tramwajów linowych. Dodatkowo na każdą stację wyposażoną jest w system podtrzymywania energii elektrycznej w razie awarii sieci.

2.4 Koszt inwestycji

Koszt inwestycji systemu tramwaju linowego w Kopalni Soli w Wieliczce uzależniony jest od kilku składowych. Pierwszą z nich jest projekt, w którego skład wchodzi również dokumentacja techniczna, którą należy przedłożyć odpowiedniej jednostce dozoru technicznego. Wykonanie dokumentacji projektu wiąże się dodatkowo z przeprowadzeniem specjalistycznych badań m.in. badań geodezyjnych, które również trzeba wliczyć w cenę systemu.

Główny wykonawca systemu tramwajów linowych zazwyczaj zastrzega sobie, iż wszystkie prace budowlane powinny być wykonane przez inwestora we własnym zakresie, według jego zaleceń. Powoduje to zwiększenie wydatków na inwestycję, poprzez zatrudnienie firmy budowlanej, która musi te prace wykonać. Największy udział w kosztach systemu tramwaju linowego mają elementy konstrukcyjne. Firma dostarczająca cały system tramwajów do inwestora, w swoje koszty wlicza dodatkowo transport oraz

montaż części na miejscu inwestycji. Jednakże w cenie jest pełne szkolenie pracowników, odpowiedni serwis nowego urządzenia oraz dwuletnia gwarancja na części elektryczne i mechaniczne.

Całkowity koszt inwestycji może być podany jedynie z dokładnością +/- 10% i waha się w okolicach 7 000 000 €.

3. PODSUMOWANIE

Inwestycja w system tramwajów linowych, mimo iż jest jednym z najnowocześniejszych i luksusowych środków transportu publicznego, swoim kosztem przewyższa niejedyn budżet potencjalnego inwestora. Jednakże, chcąc podnieść prestiż i wprowadzić element nowoczesności do istniejących obiektów, tramwaj linowy wydaje się dobrym środkiem do osiągnięcia tego celu.

Kopalnia Soli w Wieliczce jest jednym z lepiej rozpoznawanych obiektów turystycznych wśród odwiedzających nasz kraj z zagranicy. Inwestycja w tak innowacyjny system transportu na pewno znalazłaby wielu entuzjastów wśród turystów. Koszt inwestycji dla polskiego inwestora uzależniony jest również od kursu euro, co w niektórych przypadkach może zniechęcać do inwestowania w obiekty zakupywane w tej walucie.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Projekt koncepcyjny zastosowania tramwaju linowego firmy DCC w Kopalni Soli w Wieliczce, Wolfurt, 2008.
- [2] Materiały promocyjne firmy Doppelmayr Cable Car.
- [3] Borkowski K. i inni: *Ruch turystyczny w Krakowie – raport końcowy*. Kraków, Małopolska Organizacja Turystyczna, 2008