

Tabor bimodalny, ekonomicznie uzasadnioną alternatywą dla istniejących systemów transportu kombinowanego

Bimodal rolling stock as the economically justified alternative to the existing combined transport systems

W artykule przedstawiono porównawczą analizę ekonomiczną dla eksploatowanego w Centrum Logistycznym CLIP w Swarzędzu składu pociągu złożonego z wagonów kieszeniowych do transportu 36 naczep drogowych w odniesieniu do taboru bimodalnego złożonego z 36 naczep bimodalnych.

W analizie dokonano porównania masy taboru, współczynnika masy martwej długości pociągu oraz kosztów zakupu taboru dla porównywanych systemów transportowych.

Wyniki przeprowadzonej analizy wykazały ewidentną przewagę systemu bimodalnego dla każdego analizowanego parametru.

The article presents the comparative economic analysis for the composition of train consisting of pocket wagons to transport 36 road semitrailers with reference to the bimodal rolling stock consisting of 36 bimodal semitrailers.

Comparison of rolling stock weight, coefficient of dead weight, train length and costs of rolling stock purchase for the comparable transport systems are made in the analysis.

The results of carried out analysis showed the obvious advantage of the bimodal system for each analysed parameter.

1. Wprowadzenie

Transport intermodalny został zainicjowany w latach 60-tych ubiegłego wieku wraz z wprowadzeniem na rynek jednostki ładunkowej nazwanej kontenerem.

Kontener zrewolucjonizował przewozy towarowe i pozwalał na zwiększenie efektywności transportu oraz stworzył bezpieczne warunki przeładunku i transportu towarów. Kontenery mogą być przemieszczane drogą wodną, powietrzną i lądową, przy czym na lądzie są wykorzystywane dwie gałęzie transportu, transport kolejowy i drogowy.

W transporcie lotniczym wykorzystuje się kontenery specjalistyczne, których gabaryty są przystosowane do przestrzeni ładunkowej luków bagażowych samolotów.

W transporcie wodnym, kolejowym i drogowym mają zastosowanie znormalizowane kontenery, przede wszystkim 20' i 40' stopowe, z których każdy może być przewożony zamiennie środkiem transportu wodnego, kolejowego i drogowego.

W ruchu kombinowanym, kolejowo-drogowym kontenery są przewożone na specjalistycznych platformach kolejowych i drogowych. Przeładowanie kontenera z platformy kolejowej na drogową i odwrotnie jest realizowane na terminalu przeładunkowym wyposażonym w urządzenia przystosowane do przeładunku

1. Introduction

Intermodal transport was initiated in the 60s of the last century with the introduction on the market of the load unit called container.

The container revolutionized freight transport and allowed to increase the efficiency of transport and created the safe conditions for handling and transport of goods. Containers can be transported by water, air and land, at the same time on the land two branches of transport, rail and road transport, are used.

In air transport specialist containers are used whose dimensions are adapted to the load space of baggage compartments of airplane.

In water, rail and road transport the standardized containers are applied, mainly 20 and 40' alloy, each of which can be carried interchangeably by means of water, rail and road transport.

In the combined, rail-road traffic the containers are transported on specialist, rail and road platforms. Loading and unloading the container from the railway platform on the road one and vice versa is carried out on the handling terminal equipped with the devices adapted to the vertical handling. Container transport should be numbered among the most advanced logistically combined transport systems.

ponowego. Transport kontenerowy należy zaliczyć do najbardziej zaawansowanych logistycznie systemów transportu kombinowanego.

Przemiany polityczne i gospodarcze, jakie dokonały się w Europie w ostatnim dwudziestolecu zaowocowały między innymi dynamicznym zwiększeniem wymiany towarowej między „starymi” i „nowymi” krajami członkowskimi Unii Europejskiej.

Zdecydowana większość towarów między krajami członkowskimi Unii jest przewożona drogami kołowymi za pomocą naczep z ciągnikami siodłowymi. Istotny wzrost przewozów masy towarowej drogami kołowymi doprowadził do zatłoczenia tirami dróg i autostrad europejskich.

W dążeniu do przywrócenia równowagi w rozwoju drogowej i kolejowej gałęzi transportowej podjęto w Europie prace badawcze nad wdrożeniem systemów transportowych transportu kombinowanego kolejowo-drogowego. W wyniku prowadzonych prac rozwojowych wdrożono do eksploatacji specjalistyczny tabor kolejowy do przewozu naczep drogowych lub naczep wraz z ciągnikami.

Do najbardziej rozwiniętych systemów w Europie należy zaliczyć wagon kieszeniowy, wagony systemu ruchoma droga i Modalohr. Powstało również szereg innych innowacyjnych rozwiązań, w tym system bimodalny, który pomimo wielu zalet nie został wdrożony do eksploatacji na terenie europejskich sieci kolejowych, chociaż jest on z powodzeniem eksploatowany w Ameryce Północnej, Kanadzie, Australii, Tajlandii.

W latach 1993 do 2013 w Instytucie Pojazdów Szynowych w Poznaniu zaprojektowano i wykonano prototypy dwóch systemów bimodalnych, które zostały poddane wymaganym badaniom statycznym i ruchowym.

Pierwszy system, przystosowany do jazdy z prędkością max. 160 km/h otrzymał czasowe dopuszczenie do eksploatacji na okres 5 lat, Świadectwo nr T/2000/0263/ dopuszczenia do eksploatacji typu pojazdu szynowego, wydane przez Główny Inspektorat Kolejnictwa. Warszawa 01.12.2000 r. Ze względu na to, że system nie został wdrożony do eksploatacji świadectwo nie zostało przedłużone na dłuższy okres. Drugi system został zaprojektowany do ruchu z prędkością 100 i 120 km/h.

2. System bimodalny przystosowany do ruchu z prędkością 160 km/h

Polski system zaprezentowano szczegółowo w wielu wcześniejszych opracowaniach [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Na rys. 2.1 zilustrowano skład pociągu bimodalnego złożonego z dwóch naczep skrzyniowych oraz cysterny do przewozu gazu propan-butan.

Na rys. 2.2 zaprezentowano widok przestrzenny naczepy bimodalnej.

Na rys. 2.3 i 2.4 przedstawiono wózki typu 6TN przystosowane do prędkości ruchu 160 km/h, na których zabudowane adaptery środkowy i końcowy.

Political and economic changes, that have taken place in Europe in the last two decades, have resulted in, among other things, the dynamic increase in interchange of goods between the "old" and "new" of EU member countries.

The vast majority of goods between member countries of the Union is carried by the road using the semitrailers with the saddle tractors. A significant increase of transports of cargo by the roads led to congestion of road and European motorways by trucks.

In the aim to restore the balance in the development of road and rail transport branch in Europe the research works on the implementation of the transport systems of combined rail-road transport were taken. As a result of the carried out, development works it was implemented to use the specialist rolling stock to transport of the road semitrailers or semitrailers with tractor.

The most developed systems in Europe include the pocket wagon, wagons of moving way system and Modalohr. A number of other innovative solutions were created, including a bimodal system, which, despite its many advantages, has not been implemented for operation in the European rail networks, although it is successfully operated in the North America, Canada, Australia, Thailand.

From 1993 to 2013 the Rail Vehicles Institute in Poznan designed and made the prototypes of two bimodal systems that have been subjected to the required static and moving tests.

The first system, designed for max. speed of 160 km/h received the temporary authorization for placing in service for five years, Certificate No. T/2000/0263 of authorization for placing the type of rail vehicle in service, issued by the Chief Railway Inspectorate, Warsaw 12.01.2000. Due to the fact that the system has not been implemented to operation the certificate has not been prolonged for a longer period.

The second system was designed for speed of 100 and 120 km/h.

2. Bimodal system adapted to motion with speed of 160 km/h

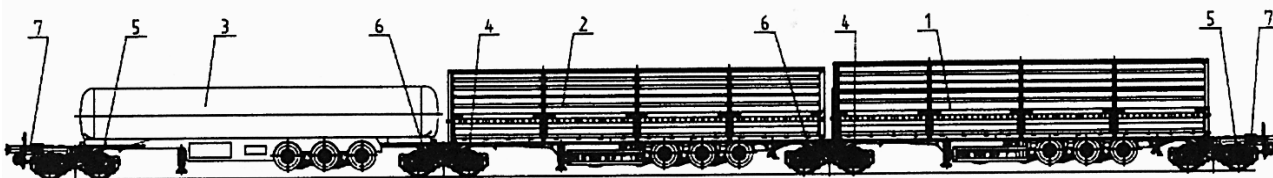
Polish system is presented in detail in many previous studies [1, 2, 3, 4, 5, 6]. In Fig. 2.1 the bimodal train consisting of two box semitrailers and cisterns to transport the propane-butane gas is illustrated.

In Fig. 2.2 the spatial view of the bimodal semitrailer is presented.

In Fig. 2.3 and 2.4 the bogies of type 6TN adapted to motion with speed of 160 km/h, on which the built central and rear adapters, are presented.

3. Bimodal system to motion with speed of 100 and 120 km/h for axle-loads of 225 KN and 200 KN respectively.

Developed in the 80s of the last century strategy for the development of railway freight transport in Europe expected to increase the maximum speed for

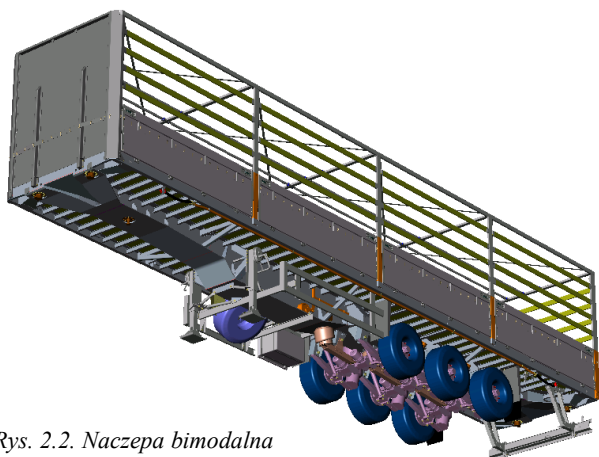


Rys. 2.1. Trzy-naczepowy skład pociągu [1]

1 – naczepa skrzyniowa typu NSK; 2 – naczepa skrzyniowa typu NSK 25; 3 – naczepa zbiornikowa; 4 – wózek kolejowy środkowy; 5 – wózek kolejowy końcowy; 6 – adapter środkowy; 7 – adapter końcowy

Fig. 2.1. Three-semitrailer train set [1]

1 – box semitrailer of type NSK; 2 – box semitrailer of type NSK 25; 3 – tank semitrailer; 4 – railway central bogie; 5 – railway rear bogie; 6 – central adapter; 7 – rear adapter



Rys. 2.2. Naczepa bimodalna [Archiwum IPS „TABOR”]

Fig. 2.2. Bimodal semitrailer [IPS „TABOR” archive]

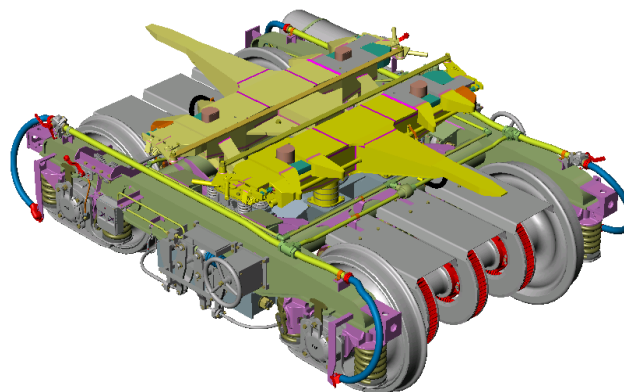
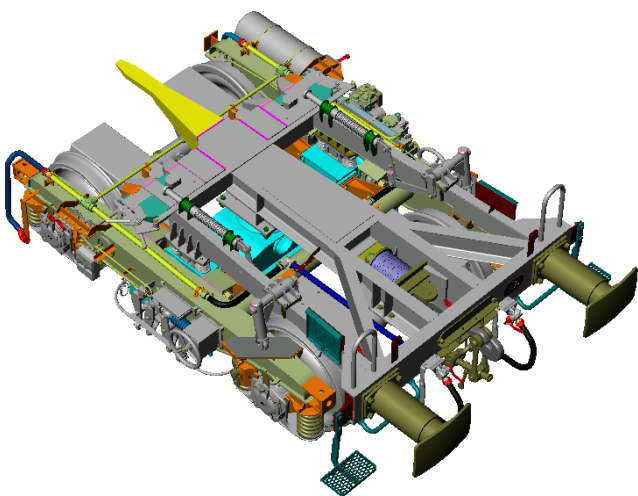


Fig. 2.4. Rear bogie with adapter for system $V = 160$ km/h [IPS „TABOR” archive]



Rys. 2.3. Wózek środkowy z adapterem dla systemu $V = 160$ km/h [Archiwum IPS „TABOR”]

Fig. 2.3. Central bogie with adapter for system $V = 160$ km/h [IPS „TABOR” archive]

3. System bimodalny do ruchu z prędkością 100 i 120 km/h dla nacisków osi na tor odpowiednio 225 kN i 200 kN.

Opracowana w latach 80-tych ubiegłego wieku strategia rozwoju kolejowego transportu towarowego w Europie przewidywała zwiększenie maksymalnej prędkości jazdy w ruchu towarowym do 160 km/h, co stanowiło podstawę do opracowania taboru bimodalnego przystosowanego do tych wymagań.

freight traffic to 160 km/h, which was the basis for the development of bimodal rolling stock adapted to these requirements.

Occurring in Europe in recent years the economic crises have stopped the development of rail freight transport. The result of which was maintained in the vast majority of freight rolling stock adapted to the motion "S" and "SS" built mainly based on the proven by many years of operation bogies of type 25TN.

To adapt to the existing economic and operating conditions the Institute in 2013 built a prototype of bimodal rolling stock on bogies 25TN, adapted to the motion "S" and "SS", which is significantly cheaper in comparison to the rolling stock with speed of 160 km/h.

In Fig. 3.1 the two-semitrailer train composition is shown, in which the semitrailers with increased to ~ 2700 mm height of the load space, achieved in standard road semitrailers with maintaining the vehicle gauge of GB1 class.

In Fig. 3.2 the assembly drawing of the semitrailer is presented, in which the basic constructional dimensions of semitrailer are applied.

In Fig. 3.3 and 3.4 the bogie 25TN with central and rear adapters is illustrated. The description of marked positions: see [6].

Nawiedzające w ostatnich latach Europę kryzysy gospodarcze zahamowały rozwój szynowego transportu towarowego, w skutek czego utrzymano w zdecydowanej większości towarowy tabor kolejowy przystosowany do ruchu „S” i „SS” budowany przeważnie w oparciu o sprawdzone przez długie lata eksploatacji wózki typu 25TN.

Aby dostosować się do istniejących uwarunkowań ekonomicznych i eksploatacyjnych Instytut w 2013 roku zbudował prototyp taboru bimodalnego na wózkach 25TN, przystosowany do ruchu „S” i „SS”, który jest znacząco tańszy w porównaniu do taboru na prędkość 160 km/h.

Na rys. 3.1 pokazano dwu-naczepowy skład pociągu, w którym zastosowano naczepy o zwiększonej do ~2700 mm wysokości przestrzeni ładunkowej, osiąganą w standardowych naczepach drogowych z zachowaniem skrajni taboru klasy GB1.

Na rys. 3.2 zaprezentowano rysunek zestawieniowy naczepy, na którym naniesiono podstawowe wymiary konstrukcyjne naczepy.

Na rys. 3.3 i 3.4 zilustrowano wózek 25TN z adaptorem środkowym i końcowym. Opis zaznaczonych pozycji: patrz [6].

4. Comparative analysis of the selected technical and economic parameters of the pocket wagon and bimodal rolling stock to motion „S” and „SS”.

For analysis the following parameters were selected:

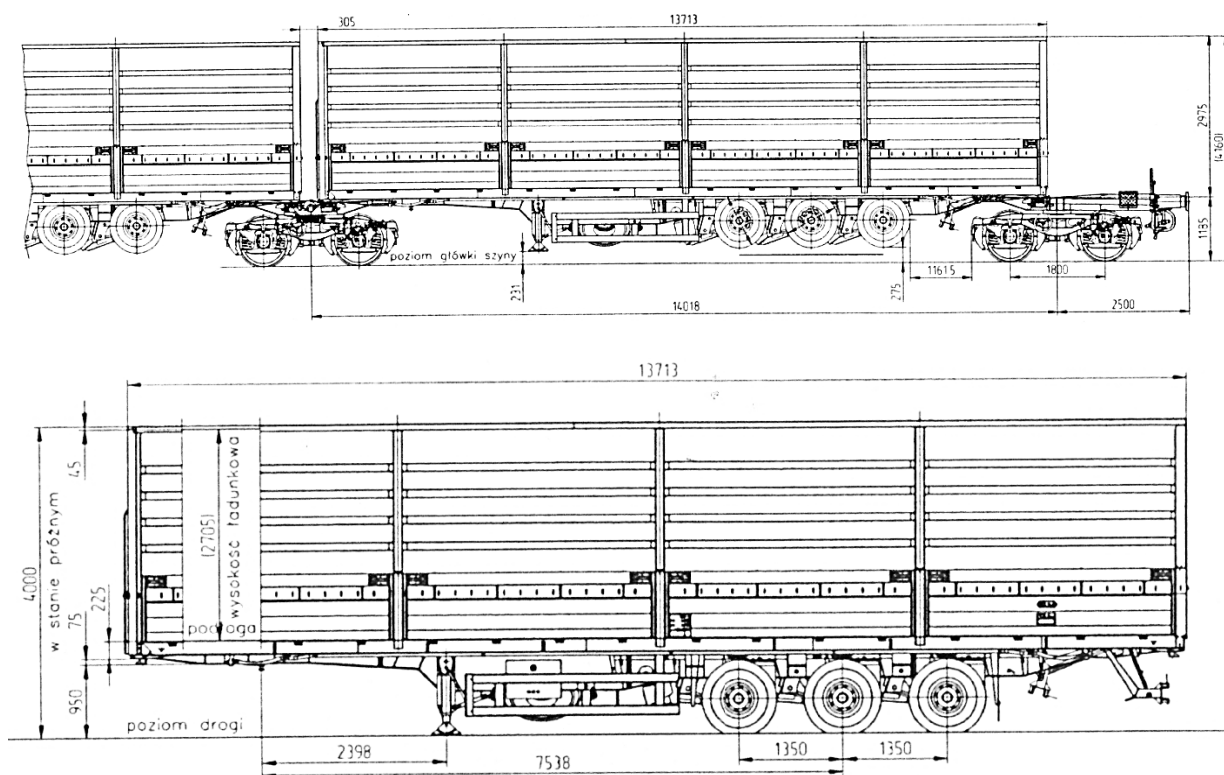
- total weight of the rolling stock
- dead weight of the rolling stock
- train length
- cost of purchase.

The analysis was carried out for 36 standard road semitrailers on the pocket wagons and 36 bimodal semitrailers on bogies 25TN with adapters.

In Fig. 4.1 and 4.2 the composition of pocket and bimodal trains to transport four semitrailers is shown schematically.

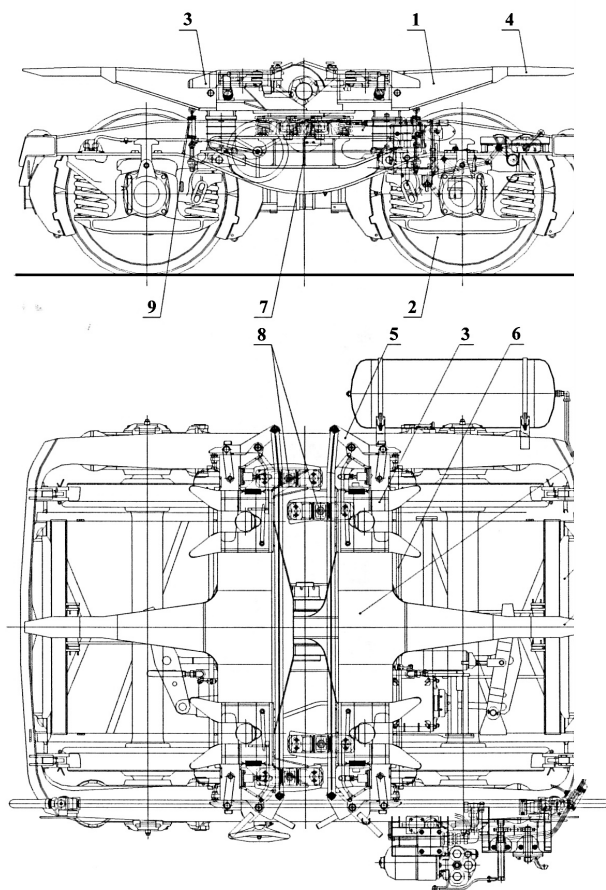
In composition of the pocket train are the following sets:

- the number of two-section platforms – 18 pcs.
- the number of bogies - $18 \cdot 3 = 54$ pcs.
- the number of road semitrailers adapted to vertical handling – 36 pcs.

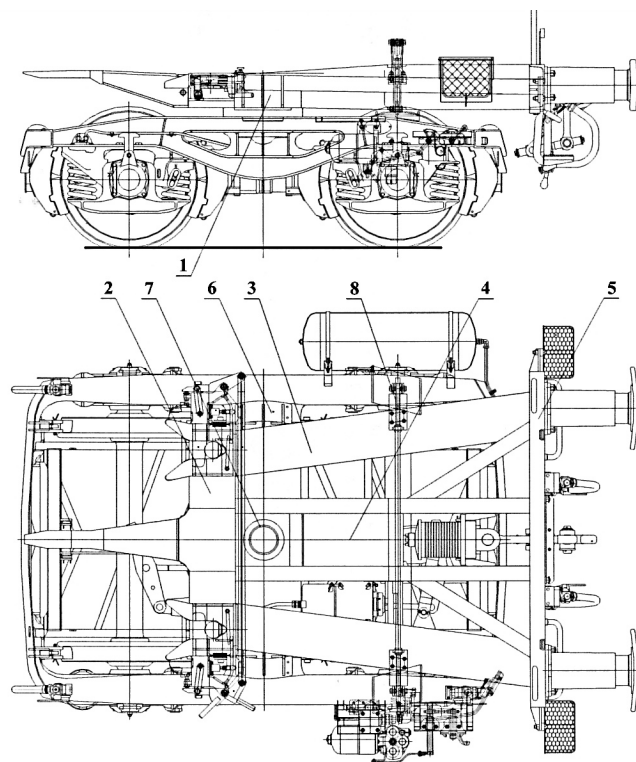


Rys. 3.2. Skrzyniowa naczepa bimodalna o powiększonej wysokości przestrzeni ładunkowej [6]

Fig. 3.2. Box bimodal semitrailer with increased height of the load space [6]



Rys. 3.3. Wózek 25TN z adapterem środkowym [6]
Fig. 3.3. Bogie 25TN with central adapter [6]



Rys. 3.4. Wózek 25TN z adapterem końcowym [6]
Fig. 3.4. Bogie 25TN with rear adapter [6]

4. Analiza porównawcza wybranych parametrów technicznych i ekonomicznych wagonu kieszeniowego i taboru bimodalnego do ruchu „S” i „SS”.

Do analizy wybrano następujące parametry:

- masa całkowita taboru
- masa martwa taboru
- długość pociągu
- koszt zakupu.

Analizę przeprowadzono dla 36-ciu standardowych naczip drogowych na wagonach kieszeniowych oraz 36-ciu naczip bimodalnych na wózkach 25TN z adapterami.

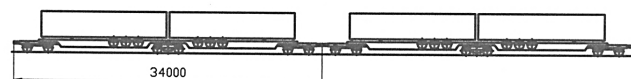
Na rys. 4.1 i 4.2 pokazano schematycznie skład pociągu kieszeniowego i bimodalnego do transportu czterech naczip.

W składzie pociągu kieszeniowego występują następujące zespoły:

- liczba dwuczłonowych platform – 18 szt.
- liczba wózków - $18 \cdot 3 = 54$ szt.
- liczba naczip drogowych przystosowanych do pionowego przeładunku – 36 szt.

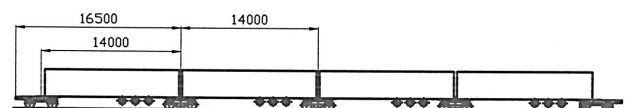
W składzie pociągu bimodalnego występują następujące zespoły:

- liczba wózków końcowych – 2 szt.
- liczba wózków środkowych – 35 szt.
- liczba naczip bimodalnych – 36 szt.



Rys. 4.1. Skład pociągu złożonego z wagonów kieszeniowych [opracowanie własne]

Fig. 4.1. Train composition consisting of pocket wagons [own elaboration]



Rys. 4.2. Skład pociągu bimodalnego [opracowanie własne]

Fig. 4.2. Composition of bimodal train [own elaboration]

In composition of the pocket train are the following sets:

- the number of rear bogies – 2 pcs.
- the number of central bogies – 35 pcs.
- the number of bimodal semitrailers – 36 pcs.

Total 37 bogies with adapters

Razem 37 wózków z adapterami

4.1. Obliczenia masy pociągu

4.1.1. Wyznaczenie masy pociągu złożonego z wagonów kieszeniowych

Do obliczeń przyjęto następujące wartości mas:

- dwuczłonowy wagon kieszeniowy na trzech wózkach (wagon firmy TATRA-WAGONKA typu Sdggmrss). Masa wagonu wynosi 35 t.
- naczepa firmy Wielton S.A. przystosowana do przeładunku pionowego. Masa próżnej naczepy wynosi 7 t.

Masa pociągu wynosi:

$$36 \cdot 7 \text{ t} + 18 \cdot 35 \text{ t} = \underline{\underline{882 \text{ t}}}$$

4.1.2. Wyznaczenie masy dla pociągu bimodalnego

Do obliczeń przyjęto następujące wartości mas:

- masa próżnej naczepy wynosi 10 t
- masa wózka środkowego z adapterem wynosi 6,3 t
- masa wózka końcowego z adapterem wynosi 7 t.

Masa pociągu wynosi:

$$36 \cdot 10 \text{ t} + 2 \cdot 7 \text{ t} + 35 \cdot 6,3 \text{ t} = 594,5 \text{ t}$$

Różnica mas pociągu złożonego z wagonów kieszeniowych i pociągu bimodalnego wynosi:

$$287,5 \text{ t} \text{ na korzyść pociągu bimodalnego.}$$

nego.

Obliczenia przeprowadzono dla naczep próżnych.

Ładowność naczep:

Naczepa standardowa:

$$3 \cdot 8 \text{ t} + 10 \text{ t} = \underline{\underline{34 \text{ t}}}$$

gdzie:

8 t – nacisk osi na jezdnię

10 t – nacisk naczepy na siodło ciągnika.

Ładowność naczepy wynosi:

$$m_c - m_p = 34 \text{ t} - 7 \text{ t} = 27 \text{ t}$$

gdzie:

m_c – masa całkowita naczepy

m_p – masa próżnej naczepy

Naczepa bimodalna:

$$3 \cdot 9 \text{ t} + 10 \text{ t} = 37 \text{ t}$$

gdzie:

9 t – nacisk osi na jezdnię (dla naczep bimodalnych)

10 t – nacisk naczepy na siodło ciągnika.

Ładowność naczepy wynosi:

$$m_c - m_p = 37 \text{ t} - 10 \text{ t} = 27 \text{ t}$$

Ładowność naczep standardowych i bimodalnych jest jednakowa i wynosi 27 t.

4.2. Współczynnik masy martwej

4.2.1. Dla pociągu złożonego z wagonów kieszeniowych

$$\eta = \frac{\text{masa ładunku}}{\text{masa taboru}}$$

masa ładunku:

4.1. Calculations of train weight

4.1.1. Determination of the train weight consisting of the pocket wagons

For calculations the following values of weights are assumed:

- two-section pocket wagon on three bogies (wagon of TATRA-WAGONKA company of type Sdggmrss). Wagon weight is 35 t.
- semitrailer of Wielton S.A. company adapted to the vertical handling. Weight of empty semitrailer is 7 t.

Train weight is: $36 \cdot 7 \text{ t} + 18 \cdot 35 \text{ t} = \underline{\underline{882 \text{ t}}}$

4.1.2. Determination of bimodal train weight

For calculations the following values of weights are assumed:

- weight of empty semitrailer is 10 t
- weight of central bogie with adapter is 6,3 t
- weight of rear bogie with adapter is 7 t.

Train weight is:

$$36 \cdot 10 \text{ t} + 2 \cdot 7 \text{ t} + 35 \cdot 6,3 \text{ t} = 594,5 \text{ t}$$

The difference between the weights of train consisting of pocket wagons and the bimodal train is:

$$287,5 \text{ t} \text{ in favor of the bimodal train.}$$

The calculations were done for the empty semitrailers:

Semitrailer payload:

Standard semitrailer:

$$3 \cdot 8 \text{ t} + 10 \text{ t} = \underline{\underline{34 \text{ t}}}$$

where:

8 t – axleload on the road

10 t – pressure of semitrailer on the tractor saddle.

Payload of semitrailer is:

$$m_c - m_p = 34 \text{ t} - 7 \text{ t} = 27 \text{ t}$$

where:

m_c – total mass of semitrailer

m_p – mass of empty semitrailer

Bimodal semitrailer:

$$3 \cdot 9 \text{ t} + 10 \text{ t} = 37 \text{ t}$$

where:

9 t – axleload on the road (for bimodal semitrailers)

10 t – pressure of semitrailer on the tractor saddle.

Payload of semitrailer is:

$$m_c - m_p = 37 \text{ t} - 10 \text{ t} = 27 \text{ t}$$

Payload of standard and bimodal semitrailers is the same and it is 27 t.

4.2. Coefficient of dead mass

4.2.1. For train consisting of the pocket wagon

$$\eta = \frac{\text{load mass}}{\text{mass of rolling stock}}$$

load mass:

mass of rolling stock:

masa taboru:

$$18 \text{ wagonów} \cdot 35 \text{ t} + 36 \text{ naczep} \cdot 7 \text{ t} = 630 + 252 = \mathbf{882 \text{ t}}$$
$$\eta = \frac{972 \text{ t}}{882 \text{ t}} = 1,1$$

4.2.2. Dla pociągu bimodalnego

$$\eta = \frac{972 \text{ t}}{594,5 \text{ t}} = 1,63 \text{ około } 50 \% \text{ na korzyść pociągu bimodalnego}$$

4.3. Długość składu pociągu

4.3.1. Dla pociągu złożonego z wagonów kieszeniowych

- długość pociągu wynosi:

$$18 * 34 \text{ m} = \mathbf{612 \text{ m}}$$

4.3.2. Dla pociągu bimodalnego

- długość pociągu wynosi:

$$2 * 16,5 \text{ m} + 34 * 14 \text{ m} = 33 \text{ m} + 476 + \mathbf{509 \text{ m}}$$

Różnica długości składów pociągu wynosi: 3 m

4.4. Koszt zakupu taboru

4.4.1. Dla pociągu kieszeniowego

- Cena jednego dwuczłonowego wagonu wynosi: **164 000 Euro**
- Cena naczepy przystosowanej do przeładunku pionowego wynosi: **27 000 Euro**
- Cena składu pociągu wynosi:

$$18 * 164000 + 36 * 27000 = 2952000 + 972 000 =$$

4.4.2. Dla pociągu bimodalnego

- Cena zakupu naczepy bimodalnej 32 000 Euro
- Cena wózka końcowego z adapterem 27 000 Euro
- Cena wózka środkowego z adapterem 25 000 Euro.

Cena zakupu składu pociągu bimodalnego wynosi:

$$36 * 32000 + 35 * 25000 + 2 * 27000 = 1152000 + 875000 + 54000 =$$

Różnica ceny pociągu kieszeniowego i bimodalnego wynosi:

$$3 924 000 - 2 135 000 = 1 789 000$$

EURO na korzyść pociągu bimodalnego

5. Wnioski

Bazą odniesienia dla przeprowadzonej analizy jest osiemnastowagonowy skład złożony z dwuczłonowych wagonów kieszeniowych i 36 naczep drogowych eksploatowanych przez Centrum Logistyczno-Inwestycyjne z siedzibą w Swarzędzu – Jasinie k/Poznań.

Analizę porównawczą przeprowadzono w celu wykazania istotnych korzyści ekonomicznych i eksploatacyjnych z wykorzystania taboru bimodalnego w ruchu kombinowanym kolejowo-drogowym.

Jeżeli by przeprowadzoną analizę rozszerzyć na systemy Modalohr i Ruchoma droga to wynik byłby jeszcze bardziej korzystny dla systemu bimodalnego.

$$18 \text{ wagonów} \cdot 35 \text{ t} + 36 \text{ naczep} \cdot 7 \text{ t} = 630 + 252 = \mathbf{882 \text{ t}}$$

$$\eta = \frac{972 \text{ t}}{882 \text{ t}} = 1,1$$

4.2.2. For the bimodal train

$$\eta = \frac{972 \text{ t}}{594,5 \text{ t}} = 1,63 \text{ około } 50 \% \text{ na korzyść pociągu bimodalnego}$$

4.3. Length of the train composition

4.3.1. For train consisting of the pocket wagons

- train length is:

$$18 * 34 \text{ m} = \mathbf{612 \text{ m}}$$

4.3.2. For bimodal train

- train length is:

$$2 * 16,5 \text{ m} + 34 * 14 \text{ m} = 33 \text{ m} + 476 + \mathbf{509 \text{ m}}$$

The difference between the lengths of train composition is: 3 m

4.4. Cost of rolling stock purchase

4.4.1. For the pocket train

- Price of a two-section wagon is: 164 000 EUR
- Price of semitrailer adapted to vertical handling is: 27 000 EUR
- Price of train composition is:

$$18 * 164000 + 36 * 27000 = 2952000 + 972 000 =$$

4.4.2. For the bimodal train

- price of bimodal semitrailer purchase 32 000 EUR
- price of rear bogie with adapters 27 000 EUR
- price of central bogie with adapters 25 000 EUR.

Price of purchase of bimodal train composition is:

$$36 * 32000 + 35 * 25000 + 2 * 27000 = 1152000 + 875000 + 54000 =$$

The difference between the price of pocket and bimodal trains is :

$$3 924 000 - 2 135 000 = 1 789 000$$

EUR i favor of the bimodal train

5. Conclusions

As the reference base for the carried out analysis it was assumed the characteristic for operation the 18 - wagon composition consisting of two-section pocket wagons and 36 road semitrailers.

The comparative analysis was carried out to present the significant economic and operation benefits with using the bimodal rolling stock in the combined rail-road traffic.

If the carried out analysis were expanded to Modalohr system and the Movable Way the result would be even more favourable for the bimodal system.

The additional incalculable economic effects are the reduced operation costs resulting from the reduced

Dodatkowe nie oszacowane efekty ekonomiczne to mniejsze koszty eksploatacji wynikające z mniejszych opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej naliczane zależności od masy pociągu i długości trasy przewozowej oraz mniejsze koszty zużytej energii przez lokomotywę.

fees for using the railway infrastructure, calculated dependences on the train weight and the length of transport route as well as the lower costs of consumed energy by locomotive.

Literatura

Bibliography

- [1] *Medwid M.: Polski system transportu kolejowo-drogowego (Bimodalnego) typu „TABOR”. Wydawnictwo IPS Poznań, Poznań 2006, ss. 231.*
- [2] *Rozprawa Nr 422. Medwid M.: „Studium tworzenia intermodalnych środków technicznych transportu lądowego w szczególności taboru bimodalnego”. Poznań 2008. Politechnika Poznańska.*
- [3] *Medwid M.: Modernisierter Eisenbahnpark für den bimodalen Transport an die Geschwindigkeit von 160 km/h angepasst. Pojazdy Szynowe, nr 2/02, 2002, s. 5-55.*
- [4] *Medwid M.: Tabor bimodalny do przewozów kombinowanych kolejowo-drogowych. Technika Transportu Szynowego, nr 1-2, 2006, s. 41-51.*
- [5] *Medwid M.: Badania prototypowego pociągu. Technika Transportu Szynowego, nr 4, 2006, s. 60-69.*
- [6] *Medwid M., Stawecki W., Czerwiński J., Cichy R.: System transportu bimodalnego przystosowany do ruchu „S” i „SS”. Pojazdy Szynowe 4/2011.*