

Mirosław Nader<sup>1</sup>, Marian Sala, Jarosław Korzeb<sup>2</sup>, Arkadiusz Kostrzewski<sup>3</sup>  
Politechnika Warszawska, Wydział Transportu

## Kolejowy wagon transportowy jako nowatorskie, innowacyjne rozwiązanie konstrukcyjne do przewozu naczep siodłowych i zestawów drogowych dla transportu intermodalnego

### WSTĘP

Pomimo szerokiej dostępności technologii służących do przeładunku i przewozu naczep siodłowych i zestawów drogowych, stosowanych skutecznie na europejskim rynku przewozów intermodalnych, w Polsce dotychczas nie wdrożono na stałe żadnego z rozwiązań. Składa się na to wiele przyczyn. Jedną z nich jest brak odpowiedniego wyposażenia lądowych terminali przeładunkowych w dodatkowy, specjalistyczny sprzęt, który w zależności od zastosowanego systemu przeładunkowego, umożliwiłby w sposób funkcjonalny jego obsługę. Wymaga to często poniesienia znacznych nakładów finansowych. Rozwiązaniem jest zastosowanie takiej technologii przewozowo – przeładunkowej transportu kombinowanego, która umożliwiałaby dokonywanie czynności ładunkowych z transportu drogowego na wagon kolejowy bez konieczności użycia dodatkowego wyposażenia technicznego. W ramach istniejącego zapotrzebowania opracowany został Patent nr 214797 na wynalazek pt: „Kolejowy wagon Transportowy”, który przedstawia taką technologię. Na podstawie przepisów ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r., „Prawo własności przemysłowej”, został on udzielony na rzecz wnioskodawców: Mirosław Nader (Profesor Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej) oraz mgr inż. Marian Sala (Przedsiębiorca). Opisane w nim innowacyjne rozwiązania konstrukcyjne wagonu, z nisko położoną przesuwaną w poziomie platformą umieszczoną na obniżonej płycie ramy wagonu, stwarza możliwość łatwego i szybkiego dokonania czynności ładunkowych na pojazdach ciężarowych (w tym głównie zestawach drogowych) oraz ich przewozu na znaczne odległości w oparciu o transport kolejowy (intermodalny/kombinowany). Dzięki zastosowaniu wspomnianej ruchomej platformy ładunkowej, przy załadunku/rozładunku nie trzeba uwzględniać żadnych dodatkowych urządzeń ładunkowych. Po osiągnięciu przez platformę pozycji ładunkowej na płycie peronu, pojazd ciężarowy najeżdża na nią i wraz z platformą przemieszczany jest do pozycji transportowej na wagon kolejowy. Szczegółowy opis Systemu *Kolejowy Wagon Transportowy* oraz procesu przeładunkowego znajduje się w dalszej części artykułu [2, 5, 6].

Nadrzędnym celem rozwiązania konstrukcyjnego jakim jest Kolejowy Wagon Transportowy jest dostarczenie technologii alternatywnej do istniejących, służącej do przewozu i dokonania czynności ładunkowych na pojazdach ciężarowych, w tym głównie zestawach drogowych, w ramach transportu intermodalnego. Do jej kluczowych rozwiązań (cech), które mogą stworzyć przewagę nad istniejącymi technologiami, można zaliczyć, [3, 4, 5]:

- nieskomplikowaną budowę wagonu, oparta na ogólnie dostępnych materiałach, a przez to niski koszt wykonania;
- zastosowanie nisko położonej ruchomej w poziomie platformy ładunkowej, osadzonej w odpowiedniej, dopuszczalnej wysokości nad główką szyny;
- możliwość zastosowania standardowych wózków jezdnych (np. Y25), o średnicach kół tocznych 920 [mm], dzięki zastosowaniu obniżonej platformy ładunkowej,
- spełnienie wymogów skrajni GB1;
- zastosowanie korzystnego układu napędowego oraz lekkiej platformy ładunkowej, stwarzającego możliwość dokonywania czynności ładunkowych w sposób efektywny;

<sup>1</sup> mna@wt.pw.edu.pl

<sup>2</sup> korzeb@wt.pw.edu.pl

<sup>3</sup> a.kostrzewski@poczta.fm

- możliwość dokonywania czynności ładunkowych indywidualnie dla każdego z wagonów, dzięki zastosowaniu obustronnie wysuwanej platformie ładunkowej;
- możliwość zastosowania od 4 do 6 osi jezdnych w zależności od modelu wagonu oraz jego obciążenia jednostką ładunkową;
- dopuszczalny nacisk na oś do 22,5 [t];
- możliwość przewozu jednostki ładunkowej o masie własnej brutto 40 – 44 [t];
- założenie prędkości maksymalnej z jaką może poruszać się wagon 100 – 120 [km/h].

Powyższe cechy są założeniami konstrukcyjnymi, które zostaną zrealizowane w ramach badań nad technologią oraz przy opracowywaniu projektu prototypu *Kolejowego Wagonu Transportowego*. Niniejszy artykuł opracowany został w oparciu o zgłoszenie patentowe na w/w wynalazek oraz zdobytą dotychczas wiedzę jego autorów z zakresu podobnych technologii w ramach transportu intermodalnego.

### 1. OGÓLNE ZASADY TWORZENIA TECHNOLOGII PRZEWOZOWO – PRZEŁADUNKOWEJ NA TLE KLASYCZNEJ TEORII KONSTRUOWANIA

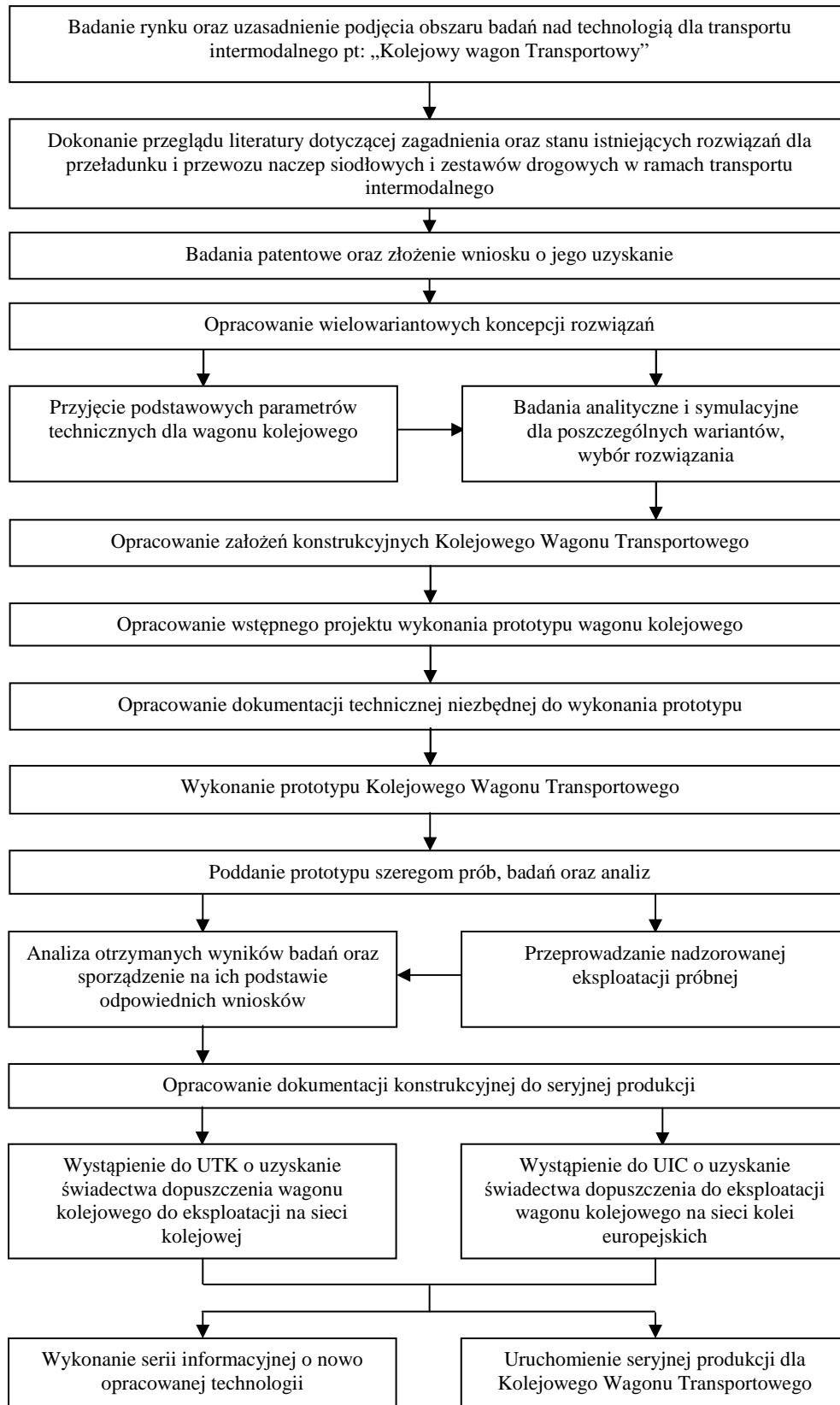
Projektowanie techniczne *Kolejowego Systemu Transportowego* stanowi proces tworzenia logicznej podstawy do działania środka technicznego oraz wyznaczenia zarysu postaci konstrukcyjnej układów materialnych, przy nadaniu jej odpowiednich cech. Wymaga to przestrzegania podstawowych zasad konstruowania. Do najważniejszych z nich należą, [3, 4, 5]:

- funkcjonalność;
- nieskomplikowana budowa konstrukcji;
- zachowania minimalnej masy, przy wymaganej wytrzymałości;
- niezawodność;
- trwałość;
- optymalny rozkład obciążeń przenoszonych przez konstrukcję;
- stosunkowo niskie koszty wykonania oraz eksploatacyjne;
- zastosowanie ogólnodostępnych materiałów do budowy konstrukcji;
- zgodność z obowiązującymi normami, aktami prawnymi oraz przepisami;
- konkurencyjność w stosunku do istniejących rozwiązań
- ergonomiczność;
- zachowanie podstaw estetyki;
- proporcjonalność konstrukcji;
- intuicyjny oraz zapewniający bezpieczeństwo proces obsługi;
- zapewnienie minimalnego czasu niezbędnego do przeprowadzenia czynności technologicznych w ramach obsługi konstrukcji.

Proces projektowania i kształtowania nowatorskiego rozwiązania konstrukcyjnego dla *Kolejowego Wagonu Transportowego* jest procesem interdyscyplinarnym. Wymaga to zastosowania i współdziałania ze sobą różnych dziedzin wiedzy, poczynając od szeroko pojętej mechaniki, techniki wytwarzania, ekonomii, organizacji transportu, wzornictwa przemysłowego oraz innych powiązanych. Projektowany obiekt powinien spełniać założenia funkcjonalne określone przez konstruktora oraz osiągać wymagane parametry techniczno – eksploatacyjne.

Proces wdrożenia gotowej technologii dla *Systemu Kolejowy Wagon Transportowy* przebiegać będzie wieloetapowo. Pierwszym z etapów, który jest aktualnie realizowany, jest proces projektowania. Należy w nim uwzględnić wiele koncepcji rozwiązań, które poddawane są analizie, z zastosowaniem odpowiednich formuł matematycznych, funkcjonalnych oraz ekonomicznych. Na etapie projektowania należy również uwzględnić obowiązujące przepisy, wymagania oraz akty prawne, tak aby projektowana technologia była z nimi w pełni zgodna. Ponadto dla kolejnych koncepcji tworzony jest model obiektu, poddawany symulacjom z wykorzystaniem wspomagania komputerowego. Za jego pomocą dokonuje się wyboru wariantu realizacyjnego, dla którego opracowywany jest kolejny z etapów w postaci prac konstrukcyjnych. Zakończone one zostaną opracowaniem dokumentacji konstrukcyjnej, technologicznej oraz odbiorczej.

Wymagane są one do wykonania prototypu *Kolejowego Wagonu Transportowego*, które stanowią kolejny z etapów wdrażania tej innowacyjnej technologii do seryjnej produkcji. Warunkiem koniecznym jest poddanie prototypu szeregowi prób, badań i analiz, na podstawie których sporządzane zostaną wnioski, uwzględnione przy wykonaniu finalnej wersji wynalazku o rzeczywistych wymiarach.



Rys. 1. Ogólna postać algorytmu procedury projektowania i wdrożenia Kolejowego Wagonu Transportowego do eksploatacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3, 4, 5].

Na tym etapie wymagane jest również uzyskanie odpowiednich świadectw potwierdzających niezawodność oraz dopuszczenie nowo wyprodukowanej technologii do eksploatacji, jako pojazdu kolejowego. Jedną z nich stanowi świadectwo wydawane na podstawie pozytywnych wyników badań, przez Urząd Transportu Kolejowego (UTK). Za racji tego, iż *Kolejowy Wagon Transportowy* jest elementem taboru kolejowego w ramach technologii intermodalnej/kombinowanej, wymaga również uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji na europejskiej sieci kolei, wystawianego przez Union Internationale des Chemins de Fer (UIC). Ponadto kluczowym jest również fakt, iż zaproponowane rozwiązanie musi spełniać m. in. zalecenia norm: PN-EN 12663-1:2010E oraz PN-EN 12663-2:2010E, [3, 4, 5, 7, 8].

Warto również nadmienić, iż zastosowane rozwiązania na każdym z etapów, decydują w znaczący sposób o kosztach wytworzenia i ostatecznej cenie gotowego wyrobu. Wieloetapowość procesu przedstawiona została na rys. 1.

## 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA KOLEJOWEGO WAGONU TRANSPORTOWEGO

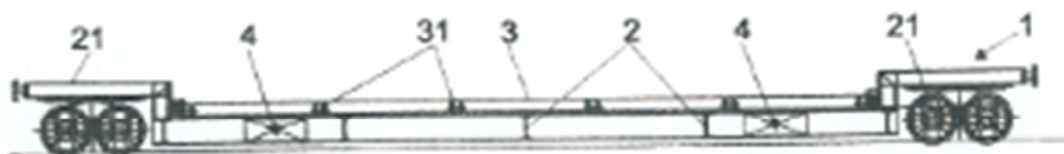
Nadrzędnym aspektem, który towarzyszy projektowaniu technologii do przeładunku i przewozu pojazdów drogowych w ramach transportu intermodalnego jest konieczność zachowania skrajni kolejowej GB1. Narzuca ona maksymalne wymiary zewnętrzne wagonów kolejowych wraz z jednostką ładunkową, których obrys zewnętrzny podczas jazdy musi zostać zachowany zarówno podczas jazdy na odcinku prostym jak również w łukach, gdzie następuje wychylenie jednostek transportowych. W przypadku niezachowania skrajni kolejowej, wagon wraz z załadunkiem może zerwać trakcję elektryczną bądź nie zmieścić się w tunelu czy przy pokonywaniu wiaduktów. Wnioskodawcy patentu nr 214797 wzięli pod uwagę konieczność uwzględniania skrajni kolejowej GB1, stosując odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne, opisane poniżej. Lista głównych elementów *Kolejowego Wagonu Transportowego* obejmuje:

- podwozie jezdne o budowie kratownicowej (2);
- wózki jezdne (np. Y25) o standardowych średnicach kół tocznych, tj. 920 [mm] (21), co stanowi korzystne rozwiązanie wpływające na niezawodności oraz żywotność układu jezdnego, przekładające się na częstotliwość przeprowadzania przeglądów technicznych (taką jak dla wagonów towarowych posiadających tożsamą średnicę kół);
- nisko położoną ruchomą platformę w centralnej części płyty wagonu (3), wyposażoną w grupę urządzeń wsporczych, w postaci od dwóch do sześciu rzędów rolek (31);

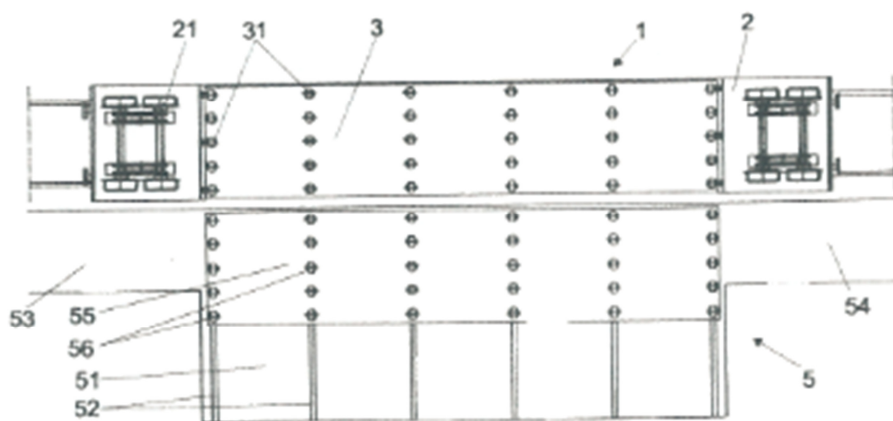
Umiejscowienie rolek bezpośrednio pod platformą, w zadanej odległości od siebie, poczynając od jej krańców, pełni rolę nie tylko podparcia, ale również umożliwia swobodny ruch platformy w poziomie, względem płyty podłogowej wagonu oraz utwardzonej płyty peronu, podczas realizowania czynności ładunkowych.

W ramach zastosowanego rozwiązania dla wynalazku pt. *Kolejowy Wagon Transportowy*, przeładunek jednostki transportowej odbywa się w pozycji poziomej, przy wykorzystaniu jej własnego napędu. Umożliwia to na dokonywanie czynności ładunkowych bezpośrednio pod siecią trakcyjną.

Opisywana technologia należy do tzw. systemów towarzyszących, w których ciągnik siodłowy transportowany jest na wagonie razem z naczepą. Ponadto załadunek boczny umożliwia prowadzenie czynności ładunkowych dla każdego z wagonów z osobna, [5, 6, 9]. Na rys. 2, 3, 4. przedstawiony został *Kolejowy Wagon Transportowy* dla poszczególnych widoków schematycznych.

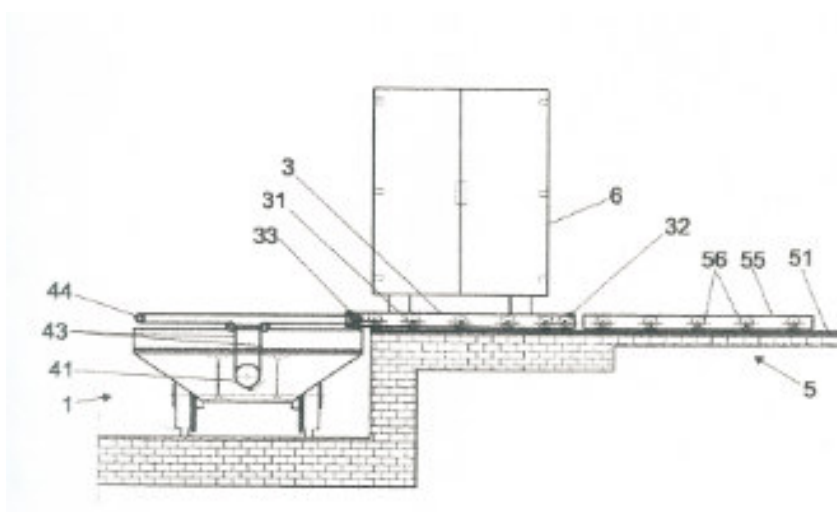


Rys. 2. Kolejowy Wagon Transportowy według wynalazku w widoku schematycznym z boku  
Źródło: [5].



Rys. 3. Kolejowy Wagon Transportowy według wynalazku w widoku schematycznym z góry, w pozycji ustawienia go wzdłuż rampy

Źródło: [5].



Rys. 4. Kolejowy Wagon Transportowy według wynalazku w pozycji załadunkowo/wyładunkowej, w widoku schematycznym z boku

Źródło: [5].

Skład wagonowy złożony z Systemu *Kolejowych Wagonów Transportowych* posiadać będzie prostą konstrukcję, posiadając przy tym dużą mobilność. Do przeprowadzenia czynności ładunkowych wymagany jest jedynie utwardzony peron lub inne dogodnie, płaskie miejsce, bez konieczności zastosowania dodatkowej infrastruktury, jako elementu wyposażenia terminala przeładunkowego. Dla zwiększenia efektywności załadunku, może on być przeprowadzany naprzemiennie co drugi wagon lub w sposób: platforma pierwszego z wagonów zostaje wysunięta na lewą jego stronę, a drugiego z nich – na prawą stronę i tak naprzemiennie. Proces załadunku lub wyładunku dla całego zespołu transportowego, złożonego np. z kilkunastu wagonów transportowych według wynalazku, liczony będzie w minutach. Ponadto przy opracowywaniu wymienionej technologii uwzględniono istniejące zaplecze infrastruktury kolejowej, [5].

### 3. PROCES ZAŁADUNKU ZESTAWU DROGOWEGO NA KOLEJOWY WAGON TRANSPORTOWY

Dzięki zastosowaniu ruchomej w poziomie platformy, która za pomocą rzędu rolek tocznych przesuwa się po utwardzonej płycie peronu, dokonanie czynności ładunkowych odbywa się bez konieczności użycia dodatkowych urządzeń pomocniczych. Proces załadunku zestawu drogowego na Kolejowy Wagon Transportowy odbywa się w następujący sposób, [1, 5, 6, 9]:

- 1 Podstawienie na stałe uformowanego składu złożonego z określonej liczby *Kolejowych Wagonów Transportowych*, na tor ładunkowy;

2. Podstawienie zestawu drogowego na wyznaczone przez pracownika terminala miejsce załadunku na froncie ładunkowym;
3. Odbezpieczenie ruchomej platformy, celem przygotowania jej do wysunięcia;
4. Uruchomienie zespołu elektrycznego, w tym napędowego wagonu;
5. Wysunięcie platformy w płaszczyźnie poziomej równoległe do osi wzdłużnej wagonu kolejowego, aż do osiągnięcia wyznaczonego na załadunek miejsca na płycie peronu;
6. Najazd ciągnika siodłowego wraz z naczepą na ruchomą platformę;
7. Zabezpieczenie zestawu drogowego uniemożliwiające jego swobodne przemieszczanie się podczas ruchu platformy ładunkowej;
8. Powrót platformy wraz z jednostką ładunkową do pozycji wyjściowej (transportowej);
9. Zabezpieczenie pozycji platformy przed niekontrolowanym przetaczaniem się jej w prowadnicach, podczas jazdy wagonu;
10. Wyłączenie układu zasilającego wagon oraz dokonanie czynności sprawdzenia poprawności załadunku zestawu drogowego;
11. Dojazd lokomotywy do składu wagonowego złożonego z *Kolejowych Wagonów Transportowych*, dokonanie sprzęgnięcia oraz podstawowej próby hamulców i oględzin technicznych wagonów kolejowych.
12. Wyprawienie składu pociągowego

Minimalną długość torów ładunkowych dla składu złożonego z *Kolejowych Wagonów Transportowych* można wyznaczyć korzystając ze wzoru, [2, 6]:

$$L_{KWT} = (n_w \cdot l_w) + l_{mlok} + l_{bezp} \quad (1)$$

gdzie:

$L_{KWT}$  – długość torów na froncie ładunkowym dla składu pociągowego złożonego z *Kolejowych Wagonów Transportowych*, [m];

$n_w$  – liczba wagonów w składzie pociągu, [-];

$l_w$  – długość pojedynczego wagonu, [m];

$l_{lok}$  – długość lokomotywy manewrowej, [m];

$l_{bezp}$  – naddatek bezpieczeństwa, 10 – 15 [m].

Całkowity czas cyklu transportowego dla jednego *Kolejowego Wagonu Transportowego* wyznaczyć można ze wzoru, [2, 6]:

$$T_{CKWT} = t_p + t_{op} + t_k + t_{pm} \quad (2)$$

$T_{CKWT}$  – całkowity czas cyklu transportowego dla systemu *Kolejowy Wagon Transportowy*, [min];

$t_p$  – czas przygotowania jednostki ładunkowej do załadunku (czynności administracyjno - pomiarowe), [min];

$t_{op}$  – czas trwania operacji ładunkowej na pojazdach drogowych (jednostkach ładunkowych), [min];

$t_k$  – czas końcowy zawierający m.in. sprawdzenie poprawnego załadunku jednostek ładunkowych, dojazd lokomotywy z kuszetką, próbę hamulców i odjazd składu pociągowego, [min];

$t_{pm}$  – czas przerw między operacyjnymi, [min].

Dla wszystkich składowych powyższego wzoru należy wyznaczyć oddzielne wzory opisujące, co będzie przedmiotem badań nad całkowitym czasem niezbędnym do przeprowadzenia czynności ładunkowych dla jednego oraz wielu wagonów w technologii *Kolejowy Wagon Transportowy*.

#### 4. WNIOSKI

Celem zespołu projektowego jest opracowanie systemu transportowego, który będzie wykorzystywany do przeładunku i przewozu naczep siodłowych i zestawów drogowych w ramach transportu intermodalnego. Swym rozwiązaniem konstrukcyjnym musi być dostosowany do obecnie panującego stanu infrastruktury kolejowej. Proponowane rozwiązanie jakim jest *Kolejowy Wagon Transportowy* nie wymaga

zastosowania skomplikowanych, często kosztownych terminalowych urządzeń przeładunkowych, stosowanych np. w Systemie Modalohr, [2, 5, 9].

Jeden z jego głównych atutów stanowi możliwość dokonywania czynności ładunkowych na dowolnym utwardzonym placu, zlokalizowanym przy torze ładunkowym. Poza tym cechuje go nieskomplikowana budowa, zastosowanie standardowych wózków oraz innowacyjnego rozwiązania jakim jest wysuwana w poziomie platforma ładunkowa.

Praktyczne zastosowanie technologii *Kolejowy Wagon Transportowy* może zapewnić wiele korzyści zarówno pod względem ochrony środowiska jak również finansowych, czy społecznych. Realizowanie przewozu pojazdów ciężarowych na specjalistycznych wagonach kolejowych wpływa w bezpośredni sposób na zmniejszenie tranzytowego transportu drogowego, a co za tym idzie, odciążenie przede wszystkim głównych arterii komunikacyjnych.

Prezentowana w artykule technologia do transportu pojazdów drogowych w ramach transportu kombinowanego, stanowi innowacyjne oraz oryginalne rozwiązanie konstrukcyjne. Chroniona jest patentem i stanowi podstawę do podjęcia badań oraz zrealizowania uproszczonego modelu, a później kompletnego prototypu wagonu w skali rzeczywistej oraz dokonanie szeregu badań dynamicznych i analiz numerycznych i prób stanowiskowych.

Prace konstrukcyjne oparte o uproszony model obiektu posłużą do optymalizacji konstrukcji wagonu oraz jej rozwinięciu z godnie z wymogami potencjalnych inwestorów. Niezbędnym etapem oraz głównym problemem jaki stoi przed autorami rozwiązania objętego prawem patentowym jest budowa prototypu innowacyjnego wagonu w skali rzeczywistej. Umożliwi to pełną weryfikację zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych oraz sprawdzenie funkcjonalności wagonu kolejowego w praktyce. Pozwoli również na dokonanie niezbędnych badań eksperymentalnych i eksploatacyjnych przewidzianych w krajowych normach i regulacjach branżowych. Ponadto umożliwi opracowanie dokumentacji technicznej niezbędnej do wykonania serii próbnej wagonów i wdrożenia seryjnej produkcji. Należy przy tym nadmienić, iż dzięki zastosowaniu ogólnie dostępnych materiałów niezbędnych do budowy *Kolejowego Wagonu Transportowego*, uruchomienie produkcji jest możliwe przez krajowe przedsiębiorstwa, [3, 4].

## Streszczenie

W artykule przedstawione zostało nowatorskie rozwiązanie budowy wagonu kolejowego, z płaską i nisko położoną ruchomą w poziomie platformą. Konstrukcja służy do przewozu pojazdów drogowych, w tym głównie naczep siodłowych i zestawów drogowych w ramach transportu intermodalnego. Przedstawiony w artykule opis technologii oparty został na podstawie Patentu nr 214797, na wynalazek pt.: „*Kolejowy Wagon Transportowy*”. W artykule przedstawiono ogólną charakterystykę wspomnianego rozwiązania konstrukcyjnego. Opisano również ogólne zasady tworzenia technologii przewozowo – przeładunkowej dla transportu intermodalnego, na tle klasycznej teorii konstruowania. Przedstawiony został ogólny proces załadunku zestawu drogowego na *Kolejowy Wagon transportowy*. Ponadto opisane zostały korzyści jakie wynikają z wdrożenia opisywanej technologii.

Słowa kluczowe: *Kolejowy Wagon Transportowy*, wagon kolejowy, technologia przeładunkowa transportu intermodalnego.

## Rail transport wagon as a new, innovative constructional solution for the transport of semi-trailers and truck combinations for intermodal transport

### Abstract

In the paper was presented an innovative solution to build a rail wagon with flat and low-lying horizontally moving platform. The construction is used for the transport of road vehicles, mainly semi-trailers and truck combinations, as part of intermodal transport. Presented in the paper description of the technology is based on Patent No. No. 214797, for an invention: "Rail Transport Wagon". The paper presents the general characteristics of that design solution. Also been described the general rules for the creation of the freight technologies - for reloading intermodal transport on a background of classical theory of construction. Presented has been the general process of loading a road set on Rail Wagon transportation. Also described are the benefits that result from the implementation of the described technology.

Keywords: rail transport wagon, cargo wagon, intermodal reloading technology.

## LITERATURA

- [1] Kostrzewski A., Korzeb J.: „Ocena i rola technologicznych aspektów przeładunku samobieźnych zestawów drogowych w transporcie intermodalny”, Instytut Logistyki i Magazynowania, ISSN 1231 – 5478, Poznań, VI Międzynarodowa Konferencja Naukowo Techniczna Systemy Logistyczne Teoria i Praktyka, Centrum Szkoleniowe Cztery Wiatry, Korytnica, Zakład Logistyki i Systemów Transportowych, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, 11 – 14 września 2012 r., Logistyka 4/2012, str. 399 – 406.
- [2] Kwaśniewski S., Nowakowski T., Zajac M.: „Transport intermodalny w sieciach logistycznych”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, ISSN 1425 – 0993, Wrocław 2008.
- [3] Medwid M.: „Studium tworzenia intermodalnych środków technicznych transportu lądowego w szczególności taboru bimodalnego”, Monografia nr 422, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2008.
- [4] Medwid M.: „Polski system transportu kolejowo – drogowego [bimodalnego] typu TABOR”, Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”, Poznań, 2006.
- [5] Nader M., Sala M.: „Kolejowy Wagon Transportowy”, Patent nr 214797, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, Wiadomości Urzędu Patentowego RP Nr 9/2013, ISSN-1689-0132, Warszawa, 2013.
- [6] Nader M., Kostrzewski A.: Technologiczne uwarunkowania krajowych lądowych baz przeładunkowych pośredniczących w transporcie intermodalnym”, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport Z. 97”, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, (4 pkt.), ISSN 1230 - 9265, Międzynarodowa Konferencja Naukowa. Transport XXI Wieku, Szeroko pojęte zagadnienia związane z transportem i logistyką, Wydział Transportu, Politechnika Warszawska Ryn, 16 – 19 września 2013 r., str. 389 - 398.
- [7] Norma PN-EN 12663-1:2010E: Kolejnictwo – Wymagania konstrukcyjno – wytrzymałościowe dotyczące pudeł kolejowych pojazdów szynowych – Część 1: Lokomotywy i tabor pasażerski (i metoda alternatywna dla wagonów towarowych).
- [8] Norma PN-EN 12663-2:2010E: Kolejnictwo – Wymagania konstrukcyjno – wytrzymałościowe dotyczące pudeł kolejowych pojazdów szynowych – Część 2: Wagony Towarowe.
- [9] Zielaskiewicz H.: „Transport intermodalny na rynku usług przewozowych”, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB, ISBN 978-83-7204-961-2, Radom 2010.