

KONSTRUKCJA PROTOTYPOWEGO WAGONU I WYBRANE ELEMENTY SYSTEMU KOLEJOWEGO DO TRANSPORTU INTERMODALNEGO

Wiesław BARNAT*, **Wiesław KRASON***, **Michał STANKIEWICZ***

* *Wydział Mechaniczny, Wojskowa Akademia Techniczna*

e-mail: wbarnat@wat.edu.pl

e-mail: wkrason@wat.edu.pl

e-mail: mstankiewicz@wat.edu.pl

Artykuł wpłynął do redakcji 6.12.2012 r. Zweryfikowaną i poprawioną wersję po recenzjach i korekcie otrzymano w czerwcu 2013 r.

W Wojskowej Akademii Technicznej w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej opracowano projekt prototypowej wersji wagonu do przewozu kombinowanego z obrotową platformą niskopodłogową, która stwarza możliwość łatwego i szybkiego autonomicznego załadunku, a następnie przewozu i autonomicznego rozładunku naczep samochodów ciężarowych typu TIR bez konieczności inwestowania w rozwój infrastruktury dodatkowej (szczególnie peronu). Konstrukcja ta może być używana także do transportu różnego typu pojazdów, takich jak ciągniki, ciężarówki, przyczepy, kontenery, ciężki sprzęt. W pracy przedstawiono modyfikacje konstrukcyjne, które wykonano w odniesieniu do wersji pierwotnej wagonu. Opisano także założenia logistyczne w zakresie rampy peronu i dotyczące organizacji ruchu samochodów ciężarowych, załadunku oraz rozładunku naczep. Przedstawiono budowę peronu oraz jego elementy składowe.

Słowa kluczowe: *transport intermodalny, wagon kolejowy z obrotową platformą ładunkową, peron, logistyka*

WSTĘP

W okresie 2000-2005 rozwój ruchu pojazdów poszczególnych kategorii był bardzo zróżnicowany (tabela 1). Największy wzrost ruchu, o ok. 49%, zanotowano dla samochodów ciężarowych z przyczepami, mających decydujący wpływ na warunki ruchu na drogach oraz proces niszczenia nawierzchni. Dla porównania, w poprzednim okresie pięcioletnim (1995-2000) wzrost ruchu tych pojazdów był jeszcze wyższy i wynosił 68%, co daje około 2,5-krotny wzrost ruchu w ciągu ostatnich 10 lat. Ruch samochodów ciężarowych bez przyczep oraz samochodów dostawczych wzrósł w latach 2000-2005 tylko o około 3%, co może świadczyć o pewnych zmianach zachodzących w strukturze transportu drogowego. Ruch samochodów osobowych wzrósł w latach 2000-2005 średnio o 17% i był zbliżony do ogólnego wzrostu ruchu na sieci dróg krajowych. Tak jak się spodziewano, prawie na tym samym poziomie utrzymał się ruch autobusów oraz zdecydowanie zmalał ruch ciągników rolniczych (średnio o 26%).

W odróżnieniu od poprzednich okresów pięcioletnich, w których rejestrowano zdecydowane spadki ruchu motocykli, w okresie 2000-2005 odnotowano ich wzrost o 27%. Nadal mają one jednak znikomy udział w ruchu pojazdów samochodowych ogółem.

W Wojskowej Akademii Technicznej w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej powstał projekt wagonu specjalnego do transportu intermodalnego, którego zastosowanie w praktyce mogłoby w istotny sposób zmienić, omówioną powyżej, strukturę ruchu drogowego w Polsce, szczególnie w zakresie zmniejszenia udziału samochodów ciężarowych z naczepami w przewozach drogowych [10].

W opracowaniu projektu nowego wagonu przyjęto następujące założenia konstrukcyjne:

- masa naczepy z ładunkiem do 40 T, masa własna wagonu do 45 T,
- spełnienie wymogów skrajni kolejowej GB 1,
- nisko osadzona, obrotowa platforma ładunkowa do autonomicznego załadunku – rozładunku, umożliwiająca indywidualny załadunek – rozładunek każdego wagonu,
- zastosowanie standardowych dwuosiowych wózków typu Y25 o dopuszczalnym nacisku na oś 22,5 tony [8, 9].

Podjęcie się badań takiej konstrukcji wynika z ciągle rosnącego zapotrzebowania na zastąpienie tradycyjnego transportu drogowego na większym wykorzystaniu transportu kombinowanego, który coraz bardziej zauważalny jest w naszym państwie. Klasyczna definicja mówi, że ładunek musi być przemieszczany co najmniej dwoma środkami transportu (przewóz towarów lub osób więcej niż jednym środkiem lokomocji, gdzie tylko pierwszy i/lub ostatni jest transportem drogowym). W kombinowanym systemie droga-kolej przewozi się, oprócz znormalizowanych jednostek ładunkowych, również całe zestawy drogowe (ciężarówka z przyczepą lub ciągnik siodłowy z naczepą) [1].

Dzięki zaproponowanej konstrukcji wagonu możliwe będzie zwiększenie bezpieczeństwa w ruchu drogowym, poprzez zmniejszenie ilości pojazdów ciężarowych na drogach oraz, co za tym idzie, zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

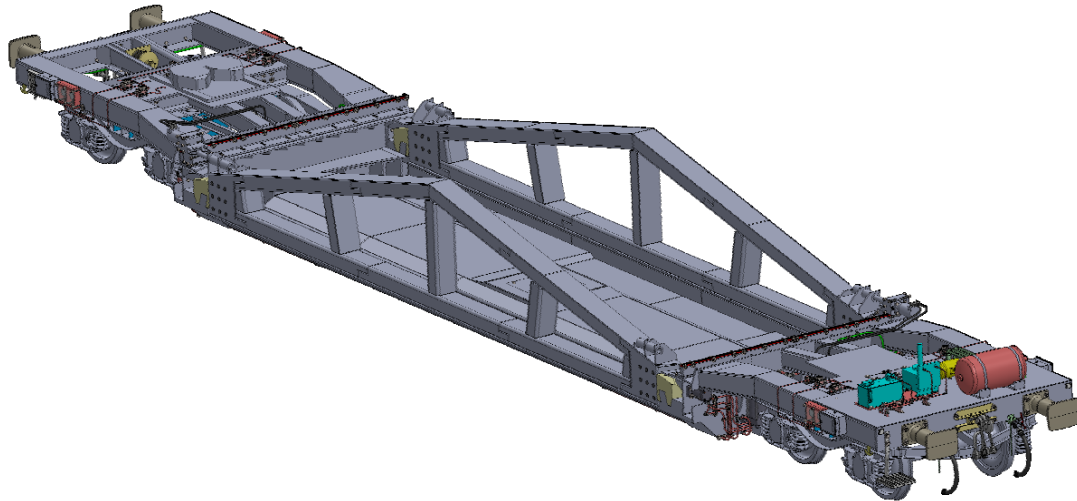
Tabela 1. Procentowy udział poszczególnych kategorii pojazdów w latach 2000-2005

Kategorie pojazdów	Procentowy udział poszczególnych kategorii pojazdów w latach				Wskaźnik wzrostu w latach 2000-2005
	2000		2005		
	SDR poj/dobę	%	SDR poj/dobę	%	
Motocykle	15	0,2	19	0,2	1,27
Samochody osobowe	4931	70,3	5792	70,3	1,17
Lekkie samochody ciężarowe (dostawcze)	800	11,4	822	10,0	1,03
Samochody ciężarowe bez przyczep	428	6,1	440	5,3	1,03
Samochody ciężarowe z przyczepami	700	10,0	1040	12,6	1,49
Autobusy	116	1,7	117	1,4	1,01
Ciągniki rolnicze	19	0,3	14	0,2	0,74
Ogółem	7009	100,0	8244	100,0	1,18

Źródło: Opracowanie własne

1. PROTOTYPOWA WERSJA PLATFORMY KOLEJOWEJ

Wagon (platforma kolejowa) składa się z następujących części: podwozia, nadwozia, układów pneumatycznych, wózka i odresorowania, urządzeń pociągowo-zderzakowych, urządzeń zewnętrznych, aparatury elektrycznej oraz układów hydraulicznych. Widok ogólny wagonu w wersji prototypowej przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wagon specjalny z nisko – osadzoną obrotową platformą ładunkową

Źródło: Opracowanie własne

W wyniku wielu obliczeń, analiz numerycznych oraz prac konstrukcyjnych [2] opracowano prototypową wersję wagonu (rys. 1). Wprowadzono w niej następujące zmiany konstrukcyjne (w odniesieniu do koncepcji wstępnej wagonu [5] z platformą obracaną siłownikami zamontowanymi w burtach):

- zmieniono platformę obrotową nadwozia (wysokość i ażurowa konstrukcja burt, budowa łożyska obrotu),
- zmodyfikowano zamki łączące nadwozie z częścią nadwózkową ramy wagonu,
- zmieniono mechanizm obrotu platformy nadwozia wraz z węzłem centralnym,
- zmodyfikowano konstrukcję części nadwózkowej ramy-ostoi wraz z bieżnią prowadzącą ruchomej platformy obrotowej.

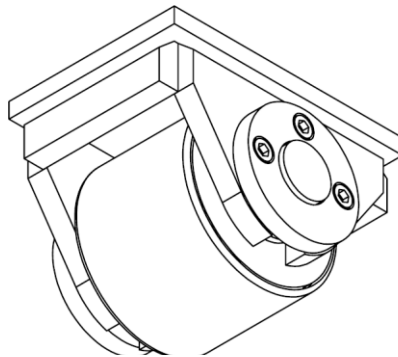
Platforma kolejowa do przewozu naczep typu TIR musi spełniać wiele norm kolejowych, które warunkują dopuszczenie jej do ruchu. Przykładami dokumentów opisujących wymagania techniczne, jakie musi spełniać platforma, są m. in. norma PN-70/K-02056 [4], która określa skrajnie dla ruchu międzynarodowego i krajowego oraz specyfikacja interoperacyjności 2006/861/WE opisująca skrajnie GB1 oraz GB2.

Poza wymaganiami określonymi w normach wymiary zewnętrzne platformy uwarunkowane są także infrastrukturą potrzebną do załadunku oraz rozładunku taboru kolejowego. Również zasada pracy konstrukcji musi współgrać z dostępną infrastrukturą, tak by możliwe było realizowanie wszystkich jej funkcji. Poniżej przedstawiono główne elementy wchodzące w skład całej konstrukcji. Na podstawie takich wymagań

opracowano prototypową wersję wagonu do przewozu naczep samochodów ciężarowych.

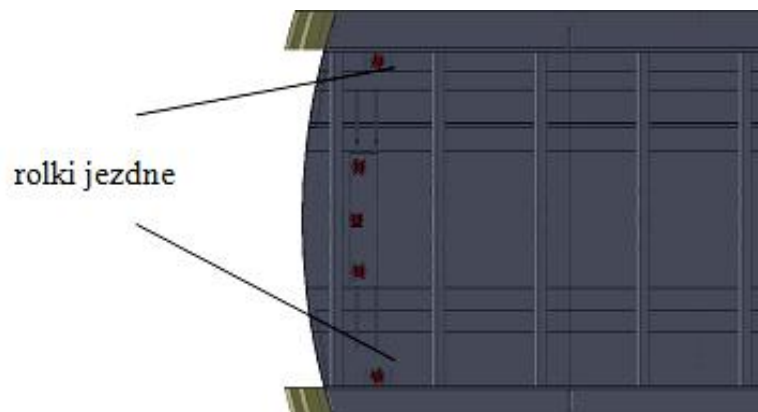
1.1. Rolki

Opracowana przez zespół Katedry Mechaniki i Informatyki Stosowanej platforma kolejowa składa się z części nieruchomej połączonej za pomocą ramy z wózkami oraz ruchomej, obrotowej części, która podczas załadunku lub rozładunku obraca się w zakresie $\pm 45^\circ$, umożliwiając naczepie wjechanie i wyjechanie z wagonu (rys. 13-14). Przyjęto, że taki ruch platformy ładunkowej wagonu wspomagają odpowiednio dobrane rolki, przedstawione na rysunku 2. Rolki jezdne zabudowano na spodzie obrotowej platformy ładunkowej w postaci zestawów po pięć sztuk na każdej stronie płyty dna platformy. Wspomagają one obrót platformy, jak również służą do płynnego najazdu platformy podczas obrotu na rampę peronu do załadunku lub rozładunku naczepy. Rolki mają również za zadanie przenosić obciążenie pochodzące od naczepy podczas wykonywania operacji załadowczo-wyładowczych na wagonie. Zapewniają korzystniejszą dystrybucję obciążeń pomiędzy platformą a ostoją, jak również między platformą obrotową a rampą peronu, na którym odbywa się załadunek bądź rozładunek naczepy. Sposób rozmieszczenia rolek jezdnych, po 5 sztuk po obu stronach od środka obrotu platformy, widoczny jest na rysunku 3.



Rys. 2. Rolka jezdna

Źródło: Opracowanie własne

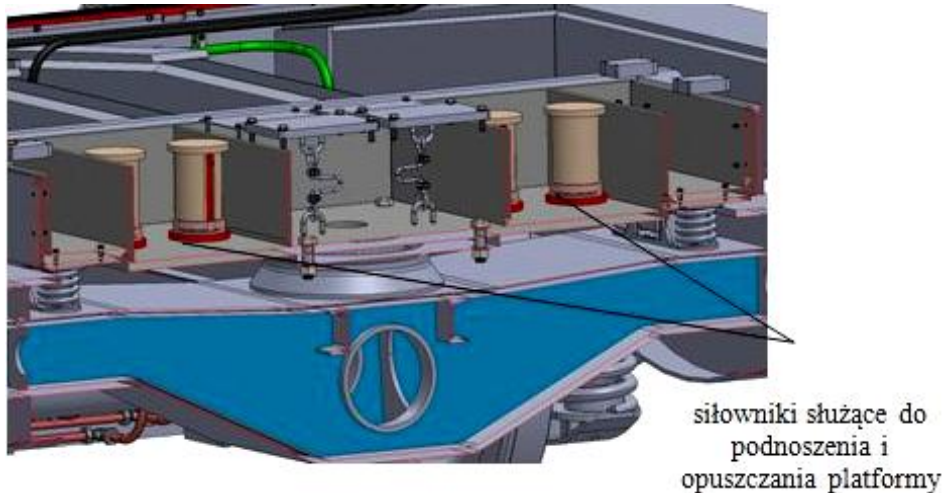


Rys. 3. Układ rozmieszczenia zestawu rolek jezdnych po dennej stronie płyty dna platformy obrotowej

Źródło: Opracowanie własne

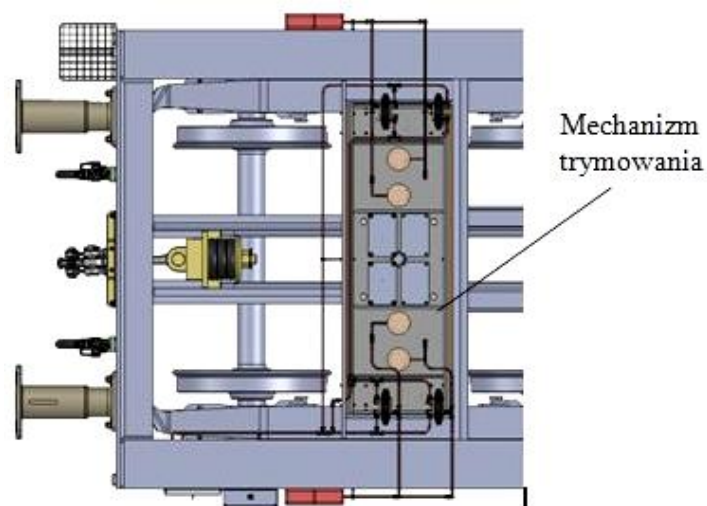
1.2. Mechanizm trymowania

Mechanizm trymowania służy do podnoszenia oraz do opuszczania ramy wagonu wraz z platformą ładunkową na odpowiednią wysokość, zależną od wysokości rampy peronu załadunkowego. Mechanizm ten napędzany jest odpowiednio dobranymi siłownikami hydraulicznymi. W wyniku wnikliwych analiz wielu różnych typów układów podjęto decyzję o umieszczeniu układu trymującego pomiędzy wózkiem kolejowym a częścią nadwózkową ramy ostoi (rys. 4). Położenie takie zostało wybrane ze względu na niewielką ilość dostępnej przestrzeni konstrukcyjnej oraz możliwość łatwego doprowadzenia zasilania i układu sterowania (rys. 5).



Rys. 4. Widok mechanizmu trymowania z siłownikami hydraulicznymi w przekroju części nadwózkowej wagonu specjalnego

Źródło: Opracowanie własne

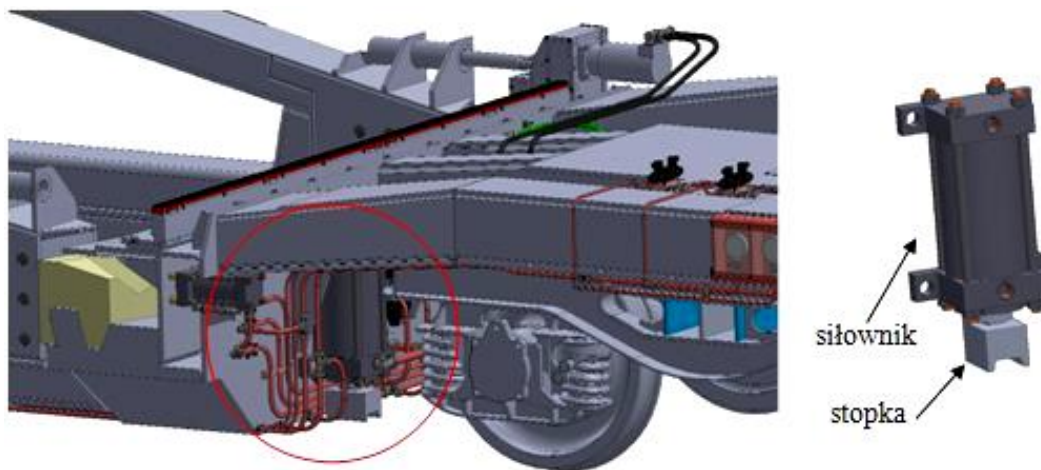


Rys. 5. Mechanizm trymowania w widoku z góry

Źródło: Opracowanie własne

1.3. Mechanizm podporowy

Mechanizm ten nazywany jest podporowym (rys. 6), ponieważ służy do wprowadzenia dodatkowych punktów podparcia, tzw. stopiek z siłownikiem hydraulicznym. Jego zasadniczym zadaniem jest dodatkowe usztywnienie i ustabilizowanie ramy-ostoi wagonu, podczas gdy zamki złączy burtowych, łączących część nadwózkową ramy z burtami platformy obrotowej, są rozpięte (w operacjach załadowczo-rozładowczych). Mechanizm ten zamontowano pod ramą wagonu, jak na rysunku 6. Uruchamiany jest za pomocą siłownika hydraulicznego, który opuszcza stopkę podporową bezpośrednio na główkę szyny kolejowej, odciążając w ten sposób wózki kolejowe. Siły pochodzące od ciężaru transportowanego ładunku oraz ciężaru własnego platformy przenoszone są na szynę nie tylko za pośrednictwem kół jezdnych wózków. Dzięki temu rozładunek lub załadunek naczep samochodów ciężarowych staje się bezpieczniejszy.



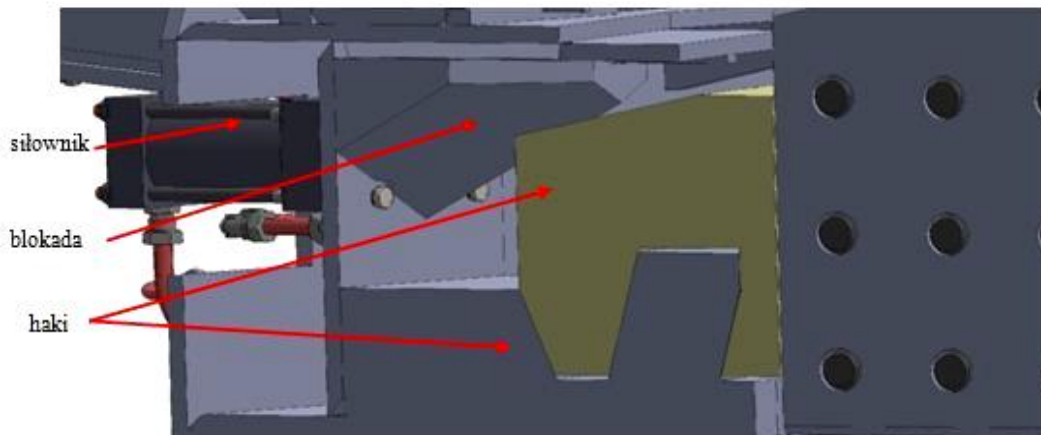
Rys. 6. Mechanizm podporowy – budowa mechanizmu podporowego

Źródło: Opracowanie własne

1.4. Złącze burtowe platformy obrotowej wagonu

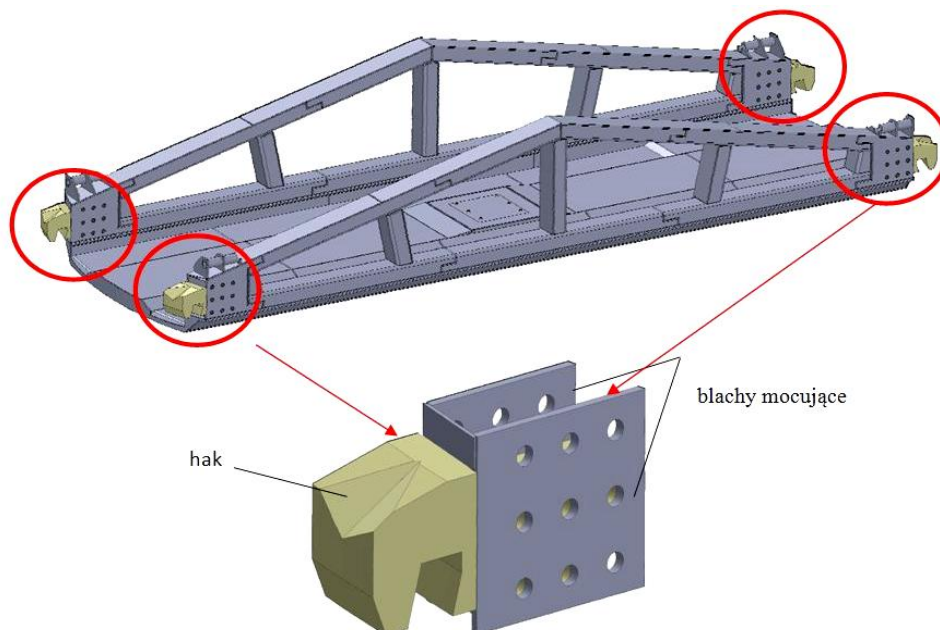
Złącze burtowe wraz z obszarem jego mocowania jest najbardziej wyężonym podzespołem wagonu specjalnego, sprzęgającym platformę obrotową z częścią nieruchomą ramy-ostoi. Zamek sprzęgający składa się z siłownika hydraulicznego, blokady (klina) oraz haków, jednego zamocowanego w burtach platformy obrotowej oraz drugiego zamocowanego do nieruchomej części nadwózkowej ramy (rys. 7). Złącza zamocowane zostały w czterech zestawach tzw. zamków umiejscowionych po każdej ze stron platformy (rys. 8) w odległości 4822,9 mm mierząc od węzła centralnego.

Zadaniem każdego złącza jest sztywne połączenie na czas transportu burty platformy obrotowej, na której znajduje się naczepa, z częścią nadwózkową ramy-ostoi wagonu. Konstrukcja złącza pozwala wyłącznie na przenoszenie obciążenia wzdłużnego, a więc umożliwia w ten sposób obrót platformy oraz nie blokuje jej ruchu poprzecznego w operacji rozładowczo-wyładowczej. Funkcję blokady ruchu w płaszczyźnie poprzecznej platformy obrotowej spełnia mechanizm klinowy. W konfiguracji transportowej platformy ładunkowej klin pokazany na rysunku 7 jest dociskany do elementu zamka-haka i blokowany za pomocą siłownika hydraulicznego.



Rys. 7. Widok podzespołów złącza platformy obrotowej (rzut ukośny z boku)

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 8. Widok rozmieszczenia zamków i element pojedynczego złącza – część załadunkowa (rzut izometryczny)

Źródło: Opracowanie własne

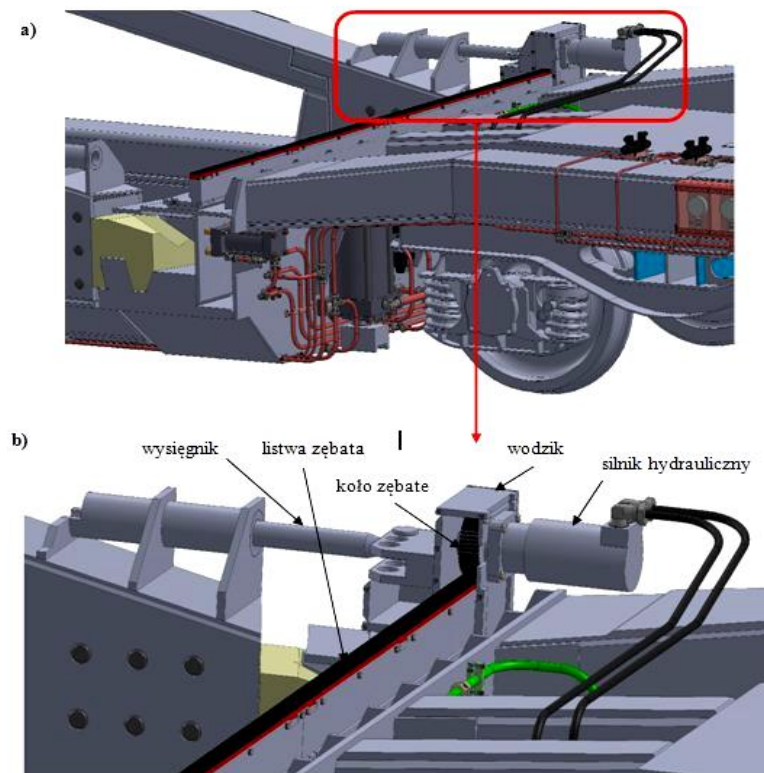
1.5. Mechanizm obrotowy

Mechanizm obrotowy służy do obrotu platformy ładunkowej podczas załadunku oraz rozładunku naczep samochodów ciężarowych. Mechanizm obrotu został umiejscowiony po obu wewnętrznych stronach części nadwózkowej wagonu, umożliwiając w ten sposób obrót dwustronny platformy [3]. Budowę mechanizmu obracającego platformę wagonu specjalnego przedstawiono na rysunku 9a. Składa się on z płyty, do której przymocowana jest listwa zębata, silnika hydraulicznego napędzającego mechanizm obrotu, koła zębatego współpracującego z listwą zębatą (przenosząc obciążenie z silnika hydraulicznego), osadzonego na silniku hydraulicznym i zamocowanego w korpusie wodzi-

ka, który prowadzony jest za pomocą wysięgnika burty nadwozia wagonu podczas operacji obrotu. Główne części, z jakich się składa mechanizm przedstawiono na rysunku 9b.

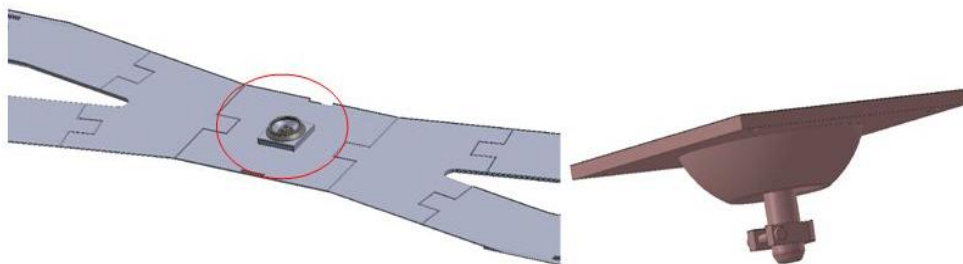
1.6. Czop skrzętny

Czopy skrzętne znormalizowane (rys. 10) stanowią połączenie części nadwózkowej ramy wagonu z wózkami. Dodatkowy standardowy czop skrzętu zaadaptowano na węzeł centralny obrotu platformy ładunkowej i umiejscowiono go w centralnym przekroju wagonu, jak na rysunku 10. Jego zadaniem jest umożliwienie dwustronnego obrotu platformy ładunkowej. Podzespoły czopa skrzętu pełniące rolę węzła centralnego zamocowane są zarówno na spodzie nisko osadzonej platformy ładunkowej, jak również na powierzchni górnej płyty dna ramy-ostoi wagonu. Złożenie zastosowanego czopa skrzętnego razem z miską zilustrowano na rysunku 11.



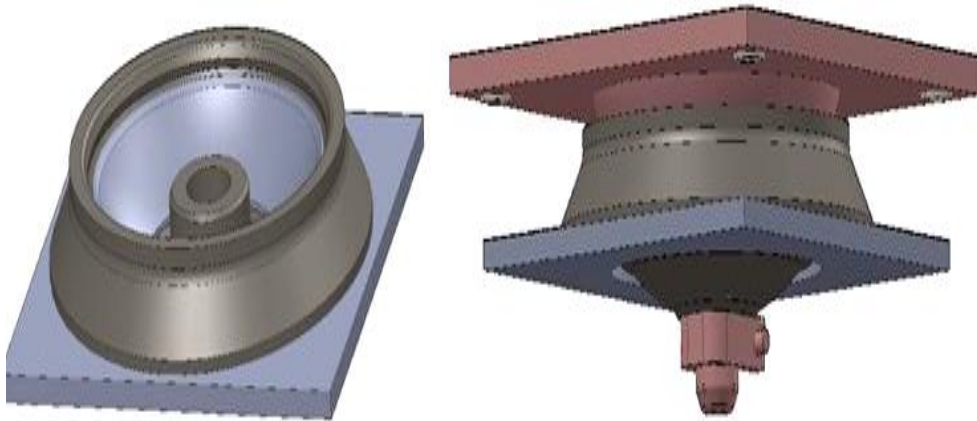
Rys. 9. Mechanizm obrotowy części ładunkowej wagonu:
a) widok miejsca zamontowania mechanizmu, b) części składowe mechanizmu obrotowego

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 10. Czop skrzętny

Źródło: Opracowanie własne

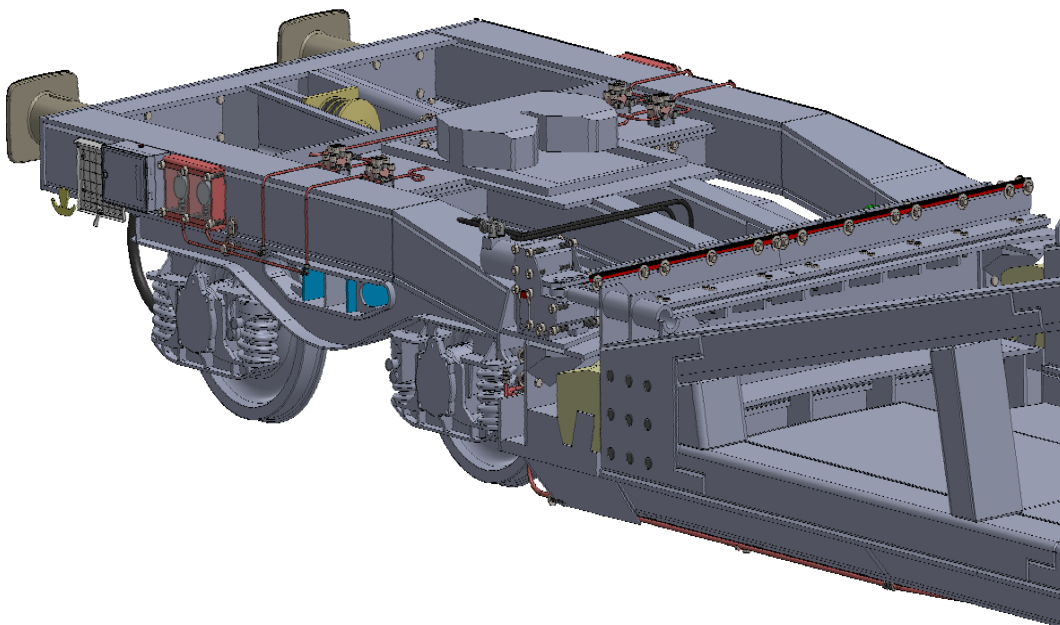


Rys. 11. Miska czopu skrętnego i widok złożenia czopu skrętnego

Źródło: Opracowanie własne

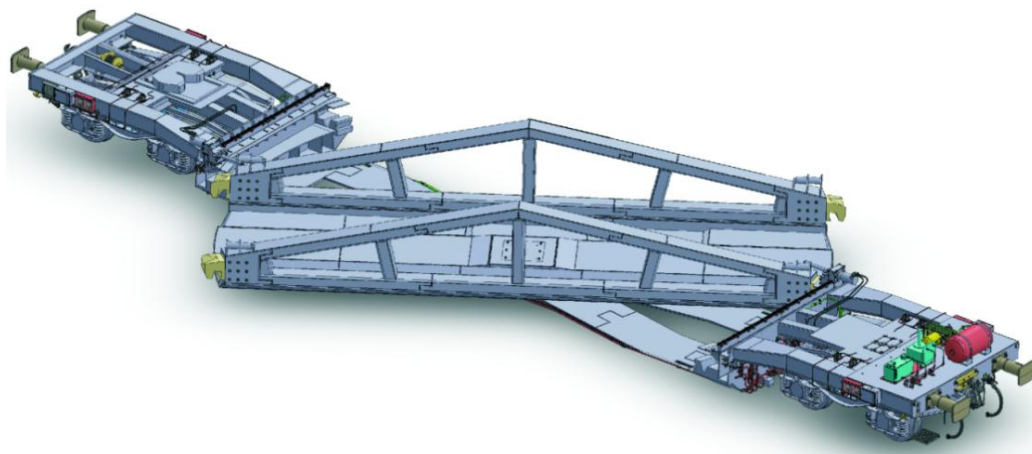
1.7. Siodło – mechanizm mocowania naczepy na części nadwózkowej wagonu

Mechanizm mocowania naczepy względem części nadwózkowej ramy wagonu służy do mocowania naczepy w przedniej części nadwózkowej ramy podwozia wagonu specjalnego. Wykorzystano elementy standardowego siodła samochodowego, jak na rysunku 12. Mechanizm taki jest głównym elementem unieruchamiającym naczepę w kierunku podłużnym wagonu. Powinien on także częściowo odciążać część środkową ramy-ostoi wagonu wraz z platformą obrotową.



Rys. 12. Położenie siodła względem części nadwózkowej wagonu

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 13. Platforma kolejowa w pozycji otwartej (przygotowanie do załadowania)

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 14. Platforma kolejowa w pozycji otwartej (po załadowaniu naczepy)

Źródło: Opracowanie własne

2. PROJEKT KONSTRUKCYJNY I WYKONAWCZY SEGMENTU PERONU

W celu zapewnienia odpowiedniej logistyki przy operacji załadunku – rozładunku platformy kolejowej, opracowano specjalną rampę kolejową składającą się z następujących elementów:

- toru;
- drogi dojazdowej;
- 2 peronów (placów);
- 2 dróg manewrowych przy peronach;
- drogi objazdowej.

Zaproponowano dwa możliwe rozwiązania rampy kolejowej:

- a) załadunek i rozładunek 1 platformy (rys. 15-16);
- b) załadunek i rozładunek 10 platform (rys. 17-18).

Rozwiązanie „a” można zastosować po spełnieniu następujących warunków:

- rampa będzie się składać z toru bocznikowego lub toru żeberkowego o długości większej od długości pełnego składu (ponad 800,0 m);

- perony będą się znajdować na początku pociągu;
- w długości peronów należy uwzględnić niedokładności z ustawienia wagonu (platformy);
- „przesuwanie” pociągu będzie się odbywać po załadowaniu/rozładowaniu jednego pojazdu;
- czas przejazdu jednego pojazdu będzie uzależniony od długości drogi dojazdowej i objazdowej;
- droga dojazdowa będzie wykonana jako dwukierunkowa, natomiast droga objazdowa będzie jednokierunkowa;
- w długości drogi objazdowej należy uwzględnić:
 - długość pociągu, w przypadku przejazdu przez tory (w jednym poziomie), można wykonać dwie drogi objazdowe – przed i za pociągiem (o długości ok. 400,0 m każda);
 - lub długość wykopu (nasypu) w przypadku przejazdu bezkolizyjnego nad torami (budowa wiaduktu) lub pod torami (budowa przepustu).

Rozwiązanie „b” można zastosować po spełnieniu następujących warunków:

- rampa będzie posiadać tor żeberkowy;
- długość peronów pozwoli na jednoczesny załadunek/rozładunek minimum 10 platform;
- „przesuwanie” pociągu będzie się odbywać po załadowaniu/rozładowaniu 10 platform (konieczność budowy dodatkowego toru z rozjazdem służącego do sformowania pełnego składu);
- droga dojazdowa będzie wykonana jako dwukierunkowa, natomiast droga objazdowa będzie jednokierunkowa;
- czas przejazdu jednego pojazdu będzie uzależniony od długości drogi dojazdowej i objazdowej.

2.1. Rozwiązania geometryczne

Tor kolejowy w przypadku rozwiązania „a” powinien mieć długość większą od długości pełnego składu lub powinien być to tor bocznicy (przelotowy). W przypadku rozwiązania „b” tor powinien mieć długość pozwalającą na jednoczesny załadunek/rozładunek minimum 10 platform. Przyjęto, że długość wagonu jest równa 20 m otrzymujemy zatem: $10 \cdot 20 = 200$ m. Tory powinny być zakończone min. 10-metrowym odcinkiem bezpieczeństwa, który powinien być zasypany warstwą piasku o grubości od 0,1 do 0,3 m. Zakończeniem takich torów są kozły oporowe. Odległość pomiędzy krawędziami peronów wynosi 4,2 m (lub może być równa tylko szerokości skrajni kolejowej dla odpowiedniej prędkości projektowej).

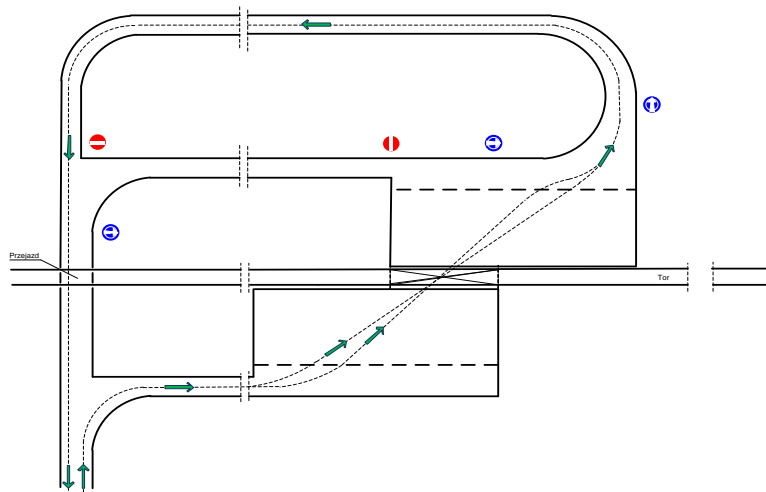
Perony (place) powinny umożliwiać swobodę manewrów podczas załadunku i rozładunku naczep. Szerokość peronu jest sumą długości ciągnika z naczepą, który zatrzyma się przed wjazdem na platformę, długości platformy (ustawionych pod odpowiednim kątem) i szerokości drogi manewrowej. Jeżeli kąt jest równy 45° , to szerokość jest równa 21,0 m, natomiast w przypadku ustawienia platformy pod kątem 36° szerokość

kość peronu wyniesie 18,0 m (wartości w nawiasach). Długość peronów w rozwiązaniu „a” wynosi 56,0 (66,0) m lub 207,0 (217,0) m w rozwiązaniu „b”.

Przekrój porzeczný, ilustrujący budowę i wzmocnienie krawędzi skraju rampy kolejowej, przedstawiono na rysunku 19.

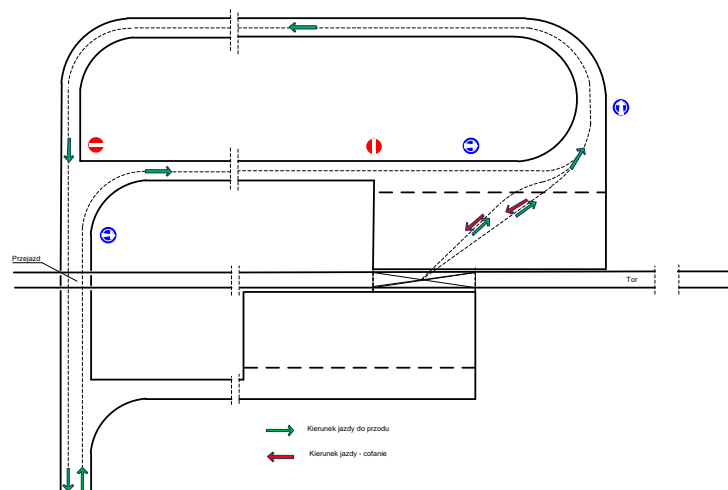
2.2. Organizacja ruchu

W przypadku rozwiązania „a” i „b” organizacja ruchu będzie taka sama. Załadunek przedstawiono na rysunkach 15 i 17, rozładunek przedstawiono na rysunkach 16 i 18. Do załadunku przejazd będzie odbywał się drogą dojazdową i peronem, dalej wjazd na platformę, odłączenie naczepy i zjazd ciągnika w prawą stronę przez peron i drogę manewrową, dalej drogą objazdową do drogi dojazdowej. Rozładunek będzie realizowany w ten sposób, że ciągnik pojedzie drogą dojazdową, skręci w prawo w drugą drogę manewrową i przejedzie taką odległość, by mógł wykonać manewr cofania na platformę. Po podłączeniu naczepy zjazd odbędzie się tak samo jak w przypadku załadunku.



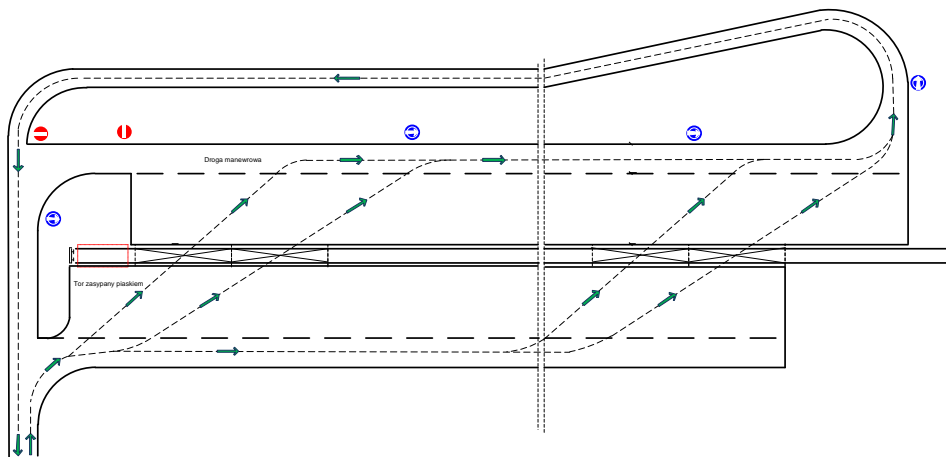
Rys. 15. Przypadek „a” – organizacja ruchu – załadunek

Źródło: Opracowanie własne



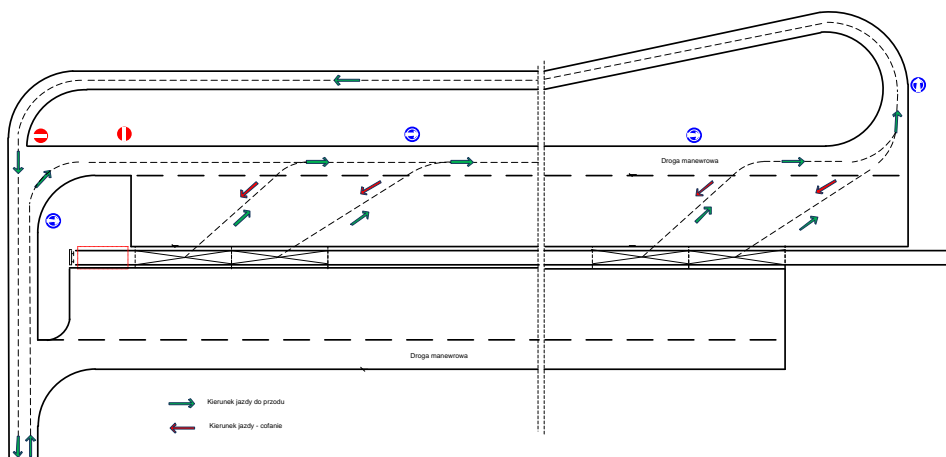
Rys. 16. Przypadek „a” – organizacja ruchu – rozładunek

Źródło: Opracowanie własne



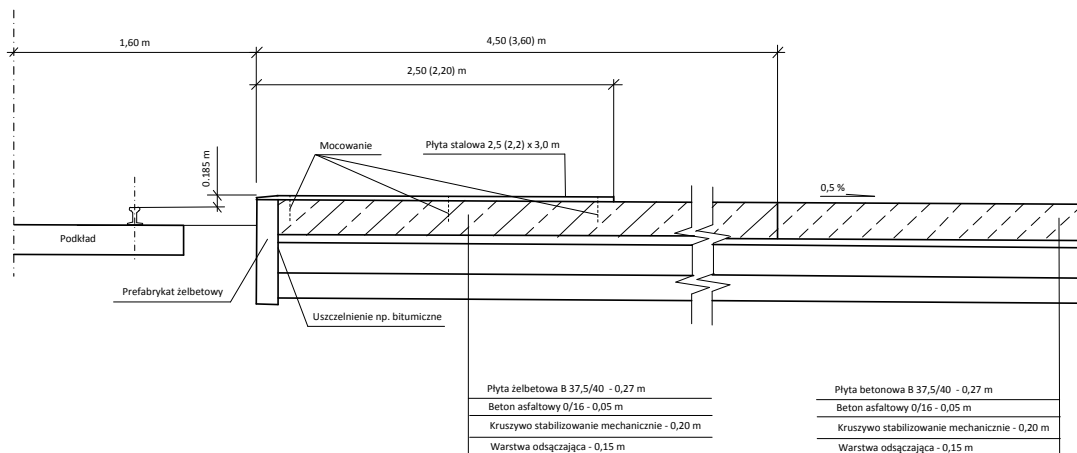
Rys. 17. Przypadek „b” – organizacja ruchu – załadunek

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 18. Przypadek „b” – organizacja ruchu – rozładunek

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 19. Rampa kolejowa – przekrój poprzeczny z widokiem wzmocnienia krawędzi peronu

Źródło: Opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników obliczeń oraz analiz przeprowadzono szereg zmian konstrukcyjnych, mających na celu zapewnienie wytrzymałości konstrukcji i przede wszystkim poprawę warunków eksploatacji wagonu. Wprowadzono mechanizm regulacji wysokości wagonu i zmieniono podstawowe podzespoły konstrukcji platformy obrotowej. W stosunku do wersji poprzedniej masa całej konstrukcji została zmniejszona z 50,8 tony do 48,1 tony, przy nieco zmniejszonej strzałce ugięcia (38,4mm poprzednio, 36,4mm obecnie). W analizach przyjęto, że projektowana konstrukcja platformy nowego typu powinna spełniać wymagania dotyczące skrajni. W związku z tym górna część skrajni przyjętej do rozważań odpowiada zarysowi skrajni statycznej GB1. Zaprojektowano infrastrukturę wraz z drogami dojazdowymi peronu oraz ustalono organizację ruchu samochodów ciężarowych podczas załadunku – rozładunku. Prezentowany w opracowaniu wagon specjalny do przewozu naczep jest konstrukcją oryginalną, chronioną krajowymi i zagranicznymi zgłoszeniami patentowymi [5-7].

Praca powstała w ramach projektu badawczego PBR R10 0023 06/2009 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki w latach 2009 – 2012.

LITERATURA

1. Kwaśniewski S., Nowakowski T., Zajac M., *Transport intermodalny w sieciach logistycznych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008.
2. Niezgoda T. i inni, *Badania numeryczne wagonu kolejowego z obrotową platformą ładunkową w wybranych wariantach konstrukcyjnych*, [w:] „Mechanik”, nr 5-6/2012, Warszawa 2012.
3. Sławiński G., Krasoń W., Niezgoda T., Barnat W., *Badania numeryczne mechanizmu obrotu nadwozia wagonu platformy kolejowej do przewozu samochodów ciężarowych*, *Badania w kolejnictwie – osiągnięcia i wyzwania, 60-lecie Instytutu kolejnictwa*, Warszawa, wrzesień 2011.
4. Polska Norma PN-70/K-02056: Tabor kolejowy normalnotorowy – Skrajnie statyczne.
5. Zespół KMİS WAT, *Układ wagonu platformy kolejowej z peronem do transportu kombinowanego*, Krajowe zgłoszenie patentowe, Urząd Patentowy RP, P.391269, 19.05.2010.
6. Zespół KMİS WAT, *A railway wagon with a rotatably loading floor*, European patent application, EP10461528.1, 14.09.2010.
7. Zespół KMİS WAT, *Mechanizm obrotu i blokowania platformy nadwozia wagonu kolejowego zwłaszcza do transportu kombinowanego*, Krajowe zgłoszenie patentowe P.395135, 06.06.2011.
8. Niezgoda T., Krasoń W., Stankiewicz M., *Simulations of Motion of Prototype Railway Wagon with Rotatable Loading Floor Carried Out in MSC Adams Software*, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, vol. 19, no. 4/2012.

9. Niezgoda T., Krasoń W., Barnat W., *Idea and tests of the railway wagon with a rotatable platform for intermodal transport*, CETRA 2012 STR 1041-1046.
10. Niezgoda T., Krasoń W., Barnat W., Gieleta R., Damaziak K., Sybilski K., *European patent application*, EP12170915 pt. *A railway wagon and a mechanism for rotating and blocking a loading floor of a railway wagon for combined transportation*.

STRUCTURE OF PROTOTYPE WAGON AND SELECTED ELEMENTS OF INNOVATIVE RAILWAY SYSTEM FOR INTERMODAL TRANSPORT

Summary

A prototype model of a wagon with a low rotating floor for combined transport was designed at the Department of Mechanics and Applied Computer Science, Military University of Technology. The designed wagon allows for easy and fast independent loading and then transportation, and independent unloading of semitrailers of truck type vehicles without investing in the development of spare infrastructure, such as a platform. The construction may be also utilised for the transport of various types of vehicles, such as tractors, trucks, trailers, containers and heavy equipment. The paper presents constructional modifications which were carried out in respect to the original model of the construction. It also discusses logistic assumptions concerning both the loading and unloading of semitrailers as well as the organisation of truck traffic in the area of the platform. The construction of the platform and its elements are presented.

Keywords: *intermodal transport, railway wagon with rotating loading floor, platform, logistics*

NOTY BIOGRAFICZNE

dr hab. inż. Wiesław BARNAT, prof. WAT – Pełnomocnik Szefa Katedry ds. Strategii Projektowej Katedry Mechaniki i Informatyki Stosowanej Wydziału Wojskowej Akademii Technicznej. Zajmuje się zagadnieniami numerycznej analizy zjawisk szybkozmiennych w aspekcie: rozpraszania energii udaru lub wybuchu, przebijalności (nożo i igłoodporności), oddziaływania sprzężonego zjawiska odłamka i wybuchu na osłony m.in. kompozytowe, oporów pływania pojazdów pływających, crash testów i odpowiedzi konstrukcji pojazdów wojskowych na strzał z broni pokładowej dużego kalibru. Jest autorem wielu publikacji.

dr inż. Wiesław KRASOŃ – ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej w specjalność samoloty i śmigłowce. Pracował jako wykładowca w Centralnym Ośrodku Szkolenia Specjalistów Wojsk Lotniczych w Oleśnicy. Od 1992 roku pracuje w Wojskowej Akademii Technicznej. Obecnie jest adiunktem w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej w Wydziale Mechanicznym WAT. Zajmuje się modelowaniem i analizą wytrzymałości konstrukcji inżynierskich metodami numerycznymi. Uczestniczy we wprowadzaniu techniki CAD/CAM/CAE do proce-

su dydaktycznego i w popularyzacji nowoczesnych metod komputerowych. Jest autorem i współautorem ponad 200 prac publikowanych w czasopismach naukowych, materiałach konferencji krajowych i międzynarodowych, kilku zgłoszeń patentowych oraz patentów krajowych i zagranicznych.

mgr inż. Michał STANKIEWICZ – doktorant w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej w Wydziale Mechanicznym WAT. Pełni funkcję przewodniczącego Koła Naukowego Mechaniki i Informatyki Stosowanej. Zajmuje się numerycznymi obliczeniami oraz projektowaniem konstrukcji. Jest autorem i współautorem około 10 prac publikowanych w czasopismach naukowych, materiałach konferencji krajowych i międzynarodowych.