

Tadeusz Niezgoda, Wiesław Krasoń, Michał Stankiewicz
Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

PROTOTYPOWY WAGON KOLEJOWY DO PRZEWOZÓW INTERMODALNYCH

PROTOTYPE RAILWAY WAGON FOR INTERMODAL TRANSPORT

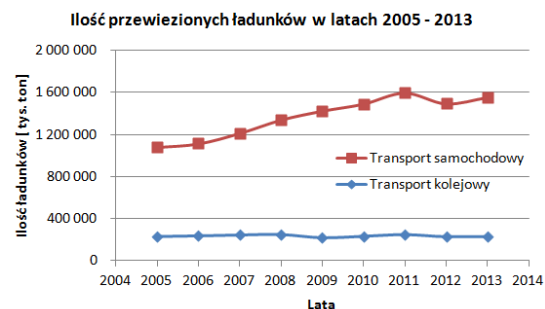
Streszczenie: Przedmiotem pracy jest prototypowy wagon do przewozów naczep samochodów ciężarowych zaprojektowany w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej Wojskowej Akademii Technicznej. Wagon pozwala na łatwy i szybki niezależny załadunek, transport, a następnie rozładunek bez specjalistycznych urządzeń oraz dodatkowej infrastruktury peronów. Może być wykorzystywany do transportu różnego typu pojazdów takich jak ciągniki, samochody, przyczepy, kontenery, ciężki sprzęt.

Abstract: 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 railway wagon allows quick and fast loading, transport and unloading without any platform infrastructure or special terminals. Such a structure can be used for transporting various types of vehicles such as tractors, trucks, trailers, semitrailers, cargo containers.

Słowa kluczowe: transport intermodalny, wagon kolejowy, bezpieczny transport, ochrona środowiska
Keywords: intermodal transport, railway wagon, safe transport, environmental protection

1. Wstęp

Dużym problemem współczesnego świata jest ciągle rosnąca ilość towarów do przetransportowania. Najczęściej spotykanym i generującym najwięcej problemów jest transport kołowy. Rosnąca ciągle liczba ciężarówek powoduje zmniejszenie bezpieczeństwa na drogach oraz skutkuje emitowaniem bardzo dużej ilości dwutlenku węgla do atmosfery. Z tegoż powodu poszukuje się konkretnych rozwiązań dążących do zastąpienia samochodów ciężarowych jako podstawowego środka transportu. Jednym ze sposobów jest przeniesienie transportu drogowego na transport kolejowy. W Polsce w latach 2005-2013 (rys. 1) można zaobserwować ciągły wzrost ilości przewiezionych transportem samochodowym ładunków [1]. Jednak rozpatrując w tym samym okresie transport kolejowy, możemy zauważyć, że utrzymuje on swój stabilny poziom przez cały czas. Przez osiem lat transport kolejowy nie powiększył w znacznym stopniu swojego udziału w rynku przewozu towarów. Aby to zmienić, Unia Europejska definiuje nowe metody transportowe, które są z powodzeniem wdrażane na terenie Unii.



Rys. 1. Charakterystyka przewozu towaru w Polsce w latach 2005-2013 [1]

Do częściowego rozwiązania problemów zarówno środowiskowych, jak i transportowych może przyczynić się transport kombinowany (intermodalny), który jest ważnym elementem polityki zrównoważonego rozwoju systemu transportowego UE. W dniu 8.03.2011 Komisja Europejska przyjęła dokument pt. Biała Księga - Transport do 2050 roku [1]. Jeden z przyjętych celów został sformułowany następująco: "Do 2030 r. 30% drogowego transportu towarów na odległościach większych niż 300 km należy przenieść na inne środki transportu, np. kolej lub transport wodny, zaś do 2050 r. powinno to być ponad 50 % tego typu transportu". Założenie takie polega także na zmniejszeniu emisji szkodliwych substancji do środowiska, utworzenie jednolitego obszaru transportu oraz

osiągnięcie konkurencyjnego i oszczędnego systemu transportu.

Nie tylko Unia Europejska, ale także i Polska widzi potencjał w przewozach intermodalnych. W przyjętym dokumencie dotyczącym polityki transportowej na lata 2006-2025 Ministerstwo Infrastruktury [3] zakłada, że transport intermodalny może odegrać szczególnie ważną rolę w transportowaniu towarów [3-5]. W ramach tego dokumentu przewiduje się także promowanie i rozwijanie technologii przeładunkowych (nowe systemy do przewozów kombinowanych) w terminalach intermodalnych, a także powstawanie i rozwój całkowicie nowych terminali. W ostatnich latach transport kombinowany w Polsce został znacząco rozwinięty. W tab. 1 przedstawiono charakterystykę tych zmian. W roku 2010 przetransportowano jedynie 28 szt. naczep, co jest ilością o nikłym znaczeniu, wręcz niezauważalnym w codziennym użytkowaniu dróg. Jednak 3 lata później - w 2013 r. - ilość przetransportowanych naczep wyniosła 5280 szt. [1]. Ten duży przeskok ilościowy jest skutkiem podpisania przez PKP Cargo umowy na przewóz naczep z niemiecką firmą DLS. Umowa ta połączyła terminal kontenerowy Cargosped w Warszawie z terminalem w Krefeld k/Duisburga. Naczepy przewożone są w wagonach kieszeniowych, na które ładowane są za pomocą specjalnych dźwigów.

Tab. 1 Transport naczep samochodów ciężarowych drogą kolejową

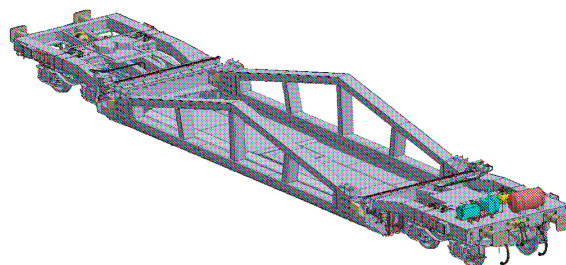
	Transport naczep drogą kolejową		
	Ogółem	W tym	
	szt.	Import [szt.]	Eksport [szt.]
2010	28	9	19
2011	64	39	25
2012	1951	1032	919
2013	5280	2714	2566

W tak zorientowaną politykę transportową naszego państwa doskonale wpisuje się koncepcja zastosowania do przewozów krajowych i zagranicznych specjalnego wagonu kolejowego z obrotową platformą, umożliwiającą samozaładunek i rozładunek naczep samochodów ciężarowych. Dzięki takiej konstrukcji możliwe będzie zwiększenie bezpieczeństwa w ruchu drogowym, poprzez zmniejszenie ilości pojazdów ciężarowych na drogach oraz co za tym idzie zmniejszenie negatywnego ich wpływu na środowisko naturalne.

2. Prototypowa wersja platformy kolejowej

W Wojskowej Akademii Technicznej w Katedrze Mechaniki i Informatyki Stosowanej powstał projekt wagonu specjalnego (rys. 2) do transportu intermodalnego, w którym przyjęto następujące założenia konstrukcyjne [6]:

- 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 dwuosioowych wózków typu Y25 o dopuszczalnym nacisku na oś 22.5 tony.



Rys. 2. Wagon specjalny z nisko osadzoną obrotową platformą ładunkową

Poszczególne etapy załadunku naczepy na innowacyjny wagon zilustrowano na rys.3:

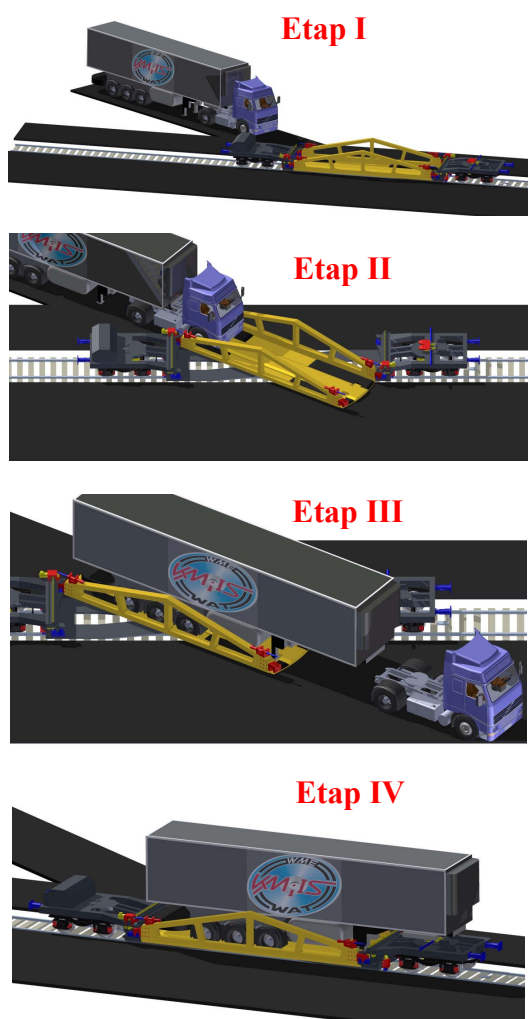
Etap I - ciągnik z naczepą wjeżdża na rampę peronu; w tym czasie wagon jest przygotowywany do załadunku (opuszczanie stabilizatorów, odblokowanie zamków, obrót platformy do pozycji załadunkowej);

Etap II - samochód ciężarowy wjeżdża na wagon;

Etap III - w naczepie zostają opuszczone podpory, a następnie jest ona odpinana od ciągnika, który opuszcza rampę peronu;

Etap IV - platforma z naczepą zostaje obrócona, po czym naczepa jest blokowana w siodle, stabilizatory są podnoszone, złącza burtowe blokowane. Po tych czynnościach wagon jest przygotowany do jazdy;

Etap V - rozładunek - odbywa się w kolejności odwrotnej niż załadunek.

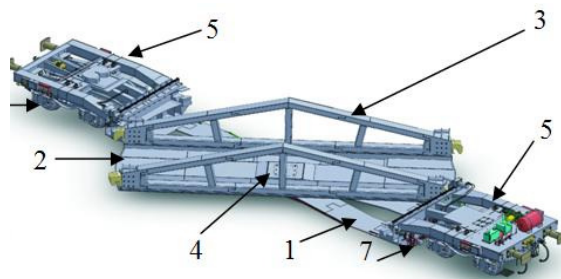


Rys. 3. Etapy załadunku naczepy na wagon

Omawiana konstrukcja zawiera innowacyjne rozwiązania chronione patentami [7].

Pojedynczy wagon (rys. 4) składa się z:

- 1 - nisko umieszczonej ramy podwozia, która spełnia wymogi skrajni GB1,
- 2 - platformy obrotowej nadwozia (przestrzeni ładunkowej),
- 3 - wzmocnienia burt platformy obrotowej,
- 4 - umieszczonego w centralnej części wagonu węzła obrotowego platformy,
- 5 - konstrukcji nośnej wagonu (nadwózkowej),
- 6 - wózków jezdnych typu Y25,
- 7 - podpór hydraulicznych (stabilizatorów).



Rys. 4. Wagon z obróconą platformą ładunkową w pozycji załadunkowo/wyładowczej

Wagon kolejowy do przewozów intermodalnych, omawiany w pracy, wyposażony jest w obniżoną obrotową platformę ładunkową, która z powodzeniem może współpracować z typowymi peronami przeładunkowymi (po wzmocnieniu nawierzchni skrajni peronu). Przyjęto, że największe obciążenia konstrukcji pochodzące od ciężaru ładunku, obciążeń własnych i sił generowanych podczas ruchu wagonu będą dystrybuowane poprzez specjalne zamki burtowe na bocznej części obrotowej platformy, spinającej w konfiguracji transportowej (podczas jazdy) części nadwózkowe wagonu [9].

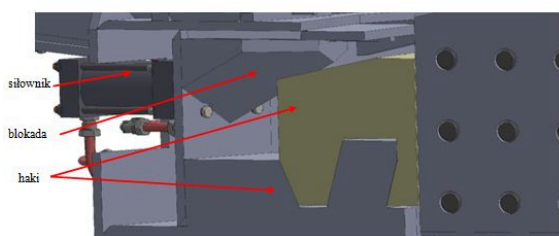
Skład pociągu złożony z wagonów wykonanych według innowacyjnej technologii posiada prostą konstrukcję i celowo w trakcie opracowywania uwzględniano istniejące zaplecze infrastruktury kolejowej PKP. Potencjalny system intermodalny bazujący na proponowanej konstrukcji wagonu może mieć dużą mobilność [10]. Kolejność ładowania i rozładowywania wagonów nie będzie miała tu dużego znaczenia. Czas załadunku zostanie zminimalizowany do kilku minut. Dla kierowców jest to proste rozwiązanie, przyjazne w obsłudze, które dzięki zastosowanej automatyzacji sekwencji załadunkowo/rozładunkowych praktycznie eliminuje ryzyko uszkodzenia platformy, ciągnika siodłowego, czy też naczepy. Należy pamiętać że szkody transportowe negatywnie wpływają na koszt realizowanego transportu. Do zalet stosowania innowacyjnego wagonu i potencjalnego systemu intermodalnego budowanego na jego bazie można zaliczyć:

- przyspieszony tranzyt zestawów ciężarowych przez terytorium Polski,
- zmniejszoną szkodliwość oddziaływania na środowisko naturalne,
- zmniejszony stopień degradacji infrastruktury drogowej, na skutek stale wzrastającego natężenia ruchu drogowego pojazdów ciężarowych,

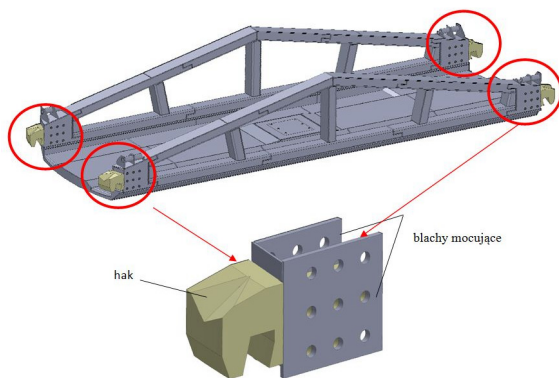
- zwiększone bezpieczeństwo w ruchu drogowym, skrócenie czasu dostawy ładunku do odbiorcy,
- zdolność pokonywania jednorazowo długich tras, możliwość przewożenia ładunków o dużych masach. Zaproponowane rozwiązanie wagonu-platformy umożliwi w konsekwencji opracowanie drogowo-kolejowego systemu transportowego dostosowanego do obecnego stanu istniejącej infrastruktury kolejowej w Polsce. Opracowana technologia pozwoli wyeliminować z użycia kosztowne terminalowe urządzenia przeładunkowe.

2.1. Złącze platformy obrotowej z 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, jeden zamocowany w burtach platformy obrotowej oraz drugi zamocowany do nieruchomej części nadwózkowej ramy (rys. 5). Złącza zamocowane zostały w czterech zestawach tzw. zamków umiejscowionych po każdej ze stron platformy (rys.6) w odległości ok. 4823 mm mierząc od węzła centralnego.



Rys. 5. Zestawienie elementów złącza platformy obrotowej (widok z boku)



Rys. 6. Hak złącza – część załadunkowa (widok izometryczny)

Zadaniem złącza jest połączenie na czas transportu obrotowej części ładunkowej z ramą wa-

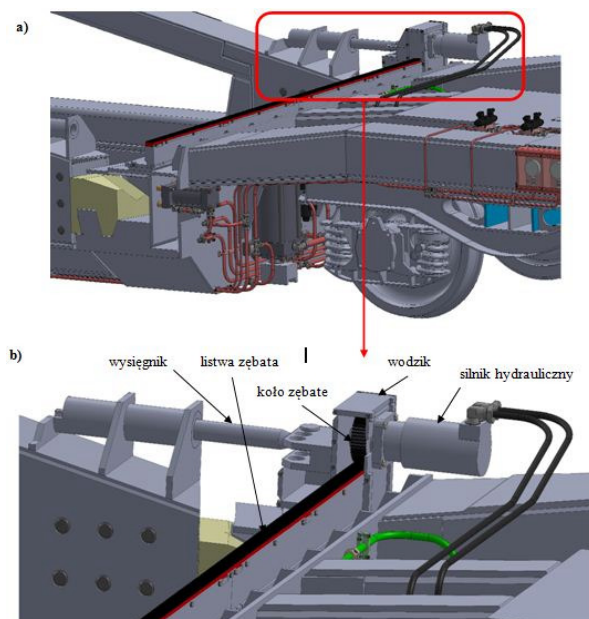
gonu. Pomiędzy elementami zamka występuje odpowiedni luz montażowy, dzięki któremu platforma może swobodnie się obracać. Konstrukcja złącza pozwala wyłącznie na przeniesienie obciążenia wzdłużnego, co umożliwi obrót platformy oraz nie blokuje jej ruchu obrotowego w operacji rozładowczo-wyładowczej. Funkcję blokady zamków spełnia element w postaci klina, który jest dociskany do haka i blokowany za pomocą siłownika hydraulicznego. Precyzyjne prowadzenie klina zapewniają dwie powierzchnie skośne, nacięte na górnej powierzchni zamków. Zarówno ukształtowanie zamka-haka, jak i klina są tak dobrane, aby podczas dosuwania klina zredukowane były wszelkie luzy pionowe oraz poprzeczne do osi wagonu. W trakcie załadunku lub rozładunku siłownik odsuwa klin od zamka, co skutkuje zwolnieniem blokady haka i umożliwia mechanizmowi obrotu otwarcie wagonu. W trakcie obrotu platforma ruchoma opiera się na węźle obrotowym na środku wagonu oraz dwóch bieżniach, po których przemieszczają się elementy zamka. Bieżnie te tworzą łuki o środku pokrywającym się ze środkiem obrotu platformy.

Elementy złącza zamków w konfiguracji zamkniętej obciążone są głównie podłużnymi siłami ściskającymi i rozciągającymi. Tak zaprojektowane złącza powodują również odciążenie węzła centralnego służącego głównie do pozycjonowania i obrotu platformy ładunkowej wagonu.

2.2. 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 prezentowanego mechanizmu obracającego platformę wagonu specjalnego przedstawiono na rys. 7a. Składa się on z płyty, do której przymocowana jest listwa zębata, silnika hydraulicznego napędzającego mechanizm obrotu, koła zębatego współpracującego z listwą zębatą (przenosząc napęd z silnika hydraulicznego), osadzonego na osi silnika hydraulicznego zamocowanego w korpusie wóznika, który prowadzony jest za pomocą wysięgnika burty nadwozia wagonu podczas operacji obrotu. Widok złożenia oraz głównych podzespołów, z których składa

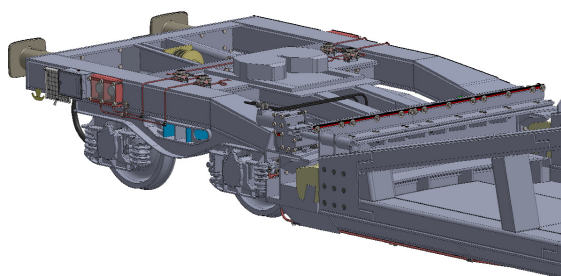
się mechanizm obrotu platformy ładunkowej przedstawiono na rys. 7a i 7b.



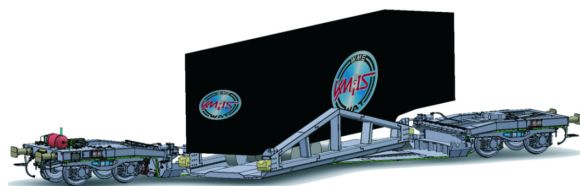
Rys. 7. Mechanizm obrotowy części załadunkowej wagonu: a) widok miejsca zamontowania mechanizmu napędowego, b) części składowe mechanizmu obrotowego

2.3. Siodło – mechanizm mocowania naczepy

Siodło (rys. 8, 9) służy do mocowania naczepy w przedniej części nadwózkowej ramy podwozia wagonu specjalnego. Jest głównym elementem unieruchamiającym naczepę w kierunku podłużnym wagonu. Mechanizm ten powinien także częściowo odciążać platformę ładunkową z naczepą.



Rys. 8. Umieszczenie siodła



Rys. 9. Platforma kolejowa w pozycji otwartej (po załadunku)

Podsumowanie

Do ważniejszych zalet wynikających z możliwości zastosowania omawianego wagonu specjalnego i potencjalnego systemu transportu intermodalnego, budowanego na jego bazie, można zaliczyć:

- przyspieszony tranzyt zestawów ciężarowych przez terytorium Polski,
- zmniejszona szkodliwość oddziaływania na środowisko naturalne,
- zmniejszony stopień degradacji infrastruktury drogowej, na skutek stale wzrastającego natężenia ruchu drogowego pojazdów ciężarowych,
- zwiększone bezpieczeństwo w ruchu drogowym,
- skrócenie czasu dostawy ładunku do odbiorcy,
- zdolność pokonywania jednorazowo długich tras,
- możliwość przewożenia ładunków o dużych masach.

Wprowadzenie innowacyjnego systemu transportu zestawów samochodowych ciężarowych, opracowanego w WAT, pozwoli ponadto na uzyskanie następujących korzyści:

- poprawa stanu infrastruktury kolejowej, przez umiejętne wykorzystanie funduszy strukturalnych Unii Europejskiej,
- zmniejszenie nakładów na utrzymanie infrastruktury drogowej, poprzez ograniczenie degradacji szlaków komunikacyjnych, na skutek ograniczenia ruchu zestawów drogowych,
- podniesienie jakości i rozszerzenie zakresu świadczonych usług transportu kolejowego,
- wzrost konkurencyjności krajowych przewoźników w ramach liberalizacji polityki transportowej Unii Europejskiej,
- obniżenie kosztów społecznych transportu poprzez poprawę jego bezpieczeństwa oraz obniżenie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne transportu drogowego.

Literatura

- [1]. Transport - wyniki działalności 2010, 2011, 2012, 2013 r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- [2]. http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en.htm.
- [3]. Polityka transportowa państwa na lata 2006–2025, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa, 2005.
- [4]. Analiza rynku kolejowych przewozów intermodalnych, Urząd Transportu Kolejowego, Departament Regulacji Rynku Kolejowego, Warszawa, 2012.
- [5]. S. Kwaśniewski, T. Nowakowski, M. Zajac "Transport intermodalny w sieciach logistycznych",

Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008.

[6]. Wojskowa Akademia Techniczna, „Innowacyjna technologia kolejowego transportu samochodów ciężarowych typu TIR”, *Sprawozdanie wewnętrzne z projektu PBR R10 0023 06/2009*

[7]. Military University of Technology, "A railway wagon and a mechanism for rotating and blocking a loading floor of a railway wagon for combined transportation", *European Patent Application*, EP12170915, 2012.

[8]. Military University of Technology, "A railway wagon with a rotatable loading floor", *EU Patent*, EP10461528, 2013.

[9]. T. Niezgoda, W. Krason, W. Barnat, "Idea and tests of the railway wagon with a rotatable platform for intermodal transport", *2nd International Conference on Road and Rail Infrastructure CETRA*, 1041-1047, 2012.

[10]. T. Niezgoda, W. Krason, "Railway System for Intermodal Transport based on the Special Wagon with Rotatable Loading Platform", *The second international Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance*, Corsica, France, 2014.