

Leszek Mindur

Międzynarodowa Wyższa Szkoła Logistyki i Transportu we Wrocławiu
Wydział Logistyki i Transportu
e-mail: lmindur@vp.pl

Przyszłościowe formy przewozów ładunków drogowo-szynowych w technologii bimodalnej*

Kod JEL: R 41

Słowa kluczowe: transport bimodalny, przewozy drogowo-szynowe

Streszczenie. W artykule przedstawiono istotę transportu bimodalnego, stosowane środki techniczne, technologie zestawiania pociągu bimodalnego oraz systemy transportu bimodalnego. Podsumowanie artykułu stanowi analiza zalet i wad przewozów drogowo-szynowych ładunków w technologii bimodalnej.

Wprowadzenie

W artykule przedstawiono zagadnienia techniczne, eksploatacyjne oraz zalety ekonomiczne transportu bimodalnego. Wskazano również na wady tej technologii przewozów.

Osiągnięcia inżynierii lądowej przyczyniły się do rozwoju nowej techniki przewozów kombinowanych drogowo-szynowych, zwanych transportem bimodalnym. Istota transportu bimodalnego sprowadza się do tego, że specjalne naczepy, spełniające wymagania zarówno naczep drogowych, jak i wagonów

* Artykuł opracowano na podstawie: Mindur (2014) oraz na podstawie materiałów II Ogólnopolskiego Sympozjum Monotematycznego... (1993).

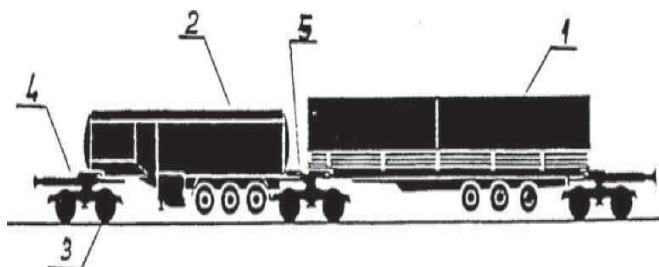
kolejowych, dowożone są ciągnikami do terminali, gdzie uzupełniane są wózkami kolejowymi i formowane w pociąg.

Koncepcja pociągu bimodalnego polega na zastąpieniu niektórych elementów klasycznego pociągu elementami pojazdów drogowych. Chodzi mianowicie o odpowiednio skonstruowane naczepy samochodowe, których ustrój nośny jest w stanie pełnić rolę nadwozi wagonowych z chwilą osadzenia naczepy na wózkach kolejowych wyposażonych w tzw. adaptery.

Koncepcja transportu bimodalnego oraz stosowane środki techniczne

Pociąg bimodalny tworzą powtarzające się elementy w postaci:

- naczepy samochodowej (zamkniętego furgonu lub cysterny),
- adapteru, tj. urządzenia zapewniającego pośrednie oparcie dwóch naczepek na jednym wózku kolejowym lub połączenie zestawu z lokomotywą bądź z pociągiem towarowym,
- dwuosobowego wózka wagonowego, wyposażonego w komplet urządzeń hamulcowych (rys. 1).



1 – skrzyniowa naczepa drogowo-kolejowa, 2 – zbiornikowa naczepa drogowo-kolejowa, 3 – standardowy wózek wagonowy, 4 – adapter skrajny z urządzeniami pociągowo-zderznymi, 5 – adapter środkowy.

Rysunek 1. Elementy składu sekcji pociągu bimodalnego

Źródło: opracowanie własne.

Pomimo że w skład takiego pociągu wchodzi elementy konstrukcyjne naczepek samochodowych, musi on spełniać wszystkie wymagania techniczne stawiane normalnym pociągami towarowym, czyli warunkom wytrzymałościowym określonym w karcie UIC597.

Produkowane seryjnie naczepy samochodowe muszą być więc odpowiednio przekonstruowane, przede wszystkim konstrukcja nośna musi ulec wzmocnieniu, by zapewnić przeniesienie siły statycznej ściskającej i rozciągającej o wielkości 850 kN. Nie powinno to jednak powodować nadmiernego zwiększenia masy

własnej naczepy, aby nie dopuścić do wzrostu tary oraz nadmiernego nacisku na osie. Jednocześnie wszystkie wystające części naczepy, jak również zasadnicze gabaryty naczepy muszą się mieścić w skrajni kinematycznej UIC. Wymaga to między innymi załamania narożników górnego zarysu naczepy lub zmniejszenia jej wysokości oraz unoszenia na czas przewozu koleją kół jezdnych naczepy za pomocą pneumatycznych urządzeń podnośnikowych. Naczepa samochodowa, pracująca w systemie transportu bimodalnego, musi mieć tak zamontowany zbiornik główny powietrza oraz przewód hamulcowy, by nie był narażony na uszkodzenia, a każdy przewód musi być zaopatrzony w główkę sprzęgu w taki sposób, aby było możliwe szczelne połączenie przewodu głównego z instalacją pneumatyczną wózków wagonowych. Ze względu na to, że odległość między naczepami transportowanymi na wózkach kolejowych nie może być większa niż 450 mm, zachodzi konieczność zaopatrzenia naczepy w tylny zderzak odchylany do góry oraz odpowiednie jego zabezpieczenie na czas transportu na wózkach wagonowych, aby nie spowodować przekroczenia dopuszczalnej odległości między naczepami.

Wspomniana karta UIC597 ujmuje również zbiór wymagań technicznych, dotyczących obciążeń wózków wagonowych adapterów, elementów mechanizmu sprzęgającego i regulującego, określających ściśle pożądane parametry techniczno-eksploatacyjne.

Z przedstawionej struktury elementów tworzących pociąg bimodalny wynika, że kolejowe środki transportu zredukowane zostały do standardowych wózków dwuosiowych, wyposażonych w tzw. adaptory oraz kompletny układ hamulcowy. To samo dotyczy transportu samochodowego, gdyż w systemie tym przewiduje się wyłącznie naczepy w formie zamkniętego furgonu lub cysterny z własnymi ustrojami nośnymi oraz typowe ciągniki siodłowe.

Wyposażenie naczep we własne podnośniki powoduje, że sformowanie i rozformowanie pociągu bimodalnego jest możliwe bez konieczności używania specjalistycznych maszyn i urządzeń ładunkowych, gdyż czynności te można wykonać za pomocą wspomnianych podnośników obsługiwanych przez kierowcę. Jedynym wymogiem jest utwardzony plac z ułożonymi torami zagłębionymi tak, aby płaszczyzna główek szyn była zrównana z płaszczyzną placu, umożliwiając swobodne manewrowanie zespołem samochodowym podczas formowania lub rozformowywania pociągu bimodalnego. Wymagania takie wynikają ponadto z możliwości wykorzystywania ciągnika siodłowego do ewentualnego przemieszania w obrębie terminalu wózków wagonowych podczas zestawiania pociągu bimodalnego.

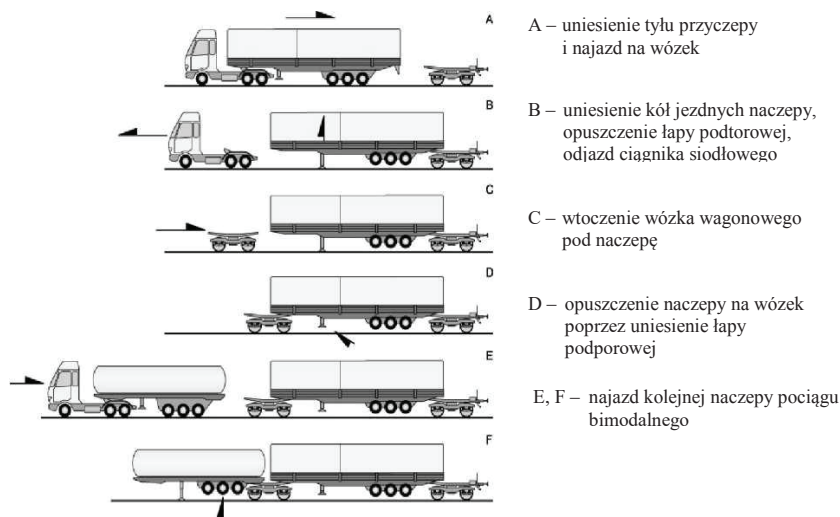
Metody zestawiania pociągu bimodalnego

Założeniem transportu bimodalnego jest jego wysoka efektywność ekonomiczna i społeczna oraz prostota procesu transportowego. Z tych też względów projektuje się nieskomplikowane urządzenia łączące naczepę drogowo-kolejową z wózkiem wagonowym, zapewniające możliwość formowania składu pociągu bimodalnego przez jedną osobę. Wymaga to takiego konstruowania układów współpracujących, by przy osadzaniu naczepy na wózkach wagonowych nie trzeba było tracić czasu na dokładność „celowania”.

Pod względem oparcia naczep na wózkach i wzajemnego ich powiązania wyróżnić można trzy grupy rozwiązań konstrukcyjnych.

Pierwszą grupę stanowią systemy z tzw. adapterowym oparciem naczepy na wózku, które umożliwiają umieszczenie wszystkich urządzeń regulujących (ruchomych) na wózku, co zwiększa bezpieczną eksploatację pociągu.

Do drugiej grupy należy system tzw. sprzęgnięcia naczepowego, polegający na tym, że tył naczepy opiera się albo bezpośrednio na kulistym czopie skrzytu wózka i ślizgach bocznych, albo na specjalnej belce poprzecznej opartej na ramie wózka przez kulisty czop skrzytu i ślizgi boczne. Przód naczepy natomiast łączy się bezpośrednio z tyłem sąsiedniej naczepy za pomocą węzła przegubowego przenoszącego obciążenia pionowe oraz siły wzdłużne i poprzeczne na tył sąsiedniej naczepy i wózek wagonowy. Wadą tego systemu jest konieczność stosowania



Rysunek 2. Etapy formowania składu pociągu bimodalnego oraz operacje czynnościowe z tym związane

Źródło: <http://www.wiz.pl/1997/97112300.asp> (9.10.2006).

dwóch rodzajów wózków wagonowych (pośrednich i końcowych) oraz umieszczenie w podwoziach naczepek węzła łączącego.

Do trzeciej grupy konstrukcyjnej należy system z oparciem naczepy na wózkach wagonowych za pośrednictwem dwóch niezależnych belek skrętowych zamontowanych na ramie wózka przez czopy skreću i ślizgi boczne. System ten wymaga również stosowania dwóch rodzajów wózków wagonowych, a ponadto nie zapewnia jednakowych nacisków zestawów kołowych na tor.

Z przytoczonej charakterystyki wynika, że najodpowiedniejsze rozwiązania konstrukcyjne ma system z tzw. adapterowym oparciem naczepy na wózku. Operacje formowania pociągu bimodalnego w tym systemie są przedstawione na rysunku 2.

Rozformowywanie pociągu bimodalnego następuje w odwrotnej kolejności, przy czym można go rozłączyć w dowolnym miejscu i wyczepić ze składu pociągu pożądaną liczbę naczep.

Systemy transportu bimodalnego

Największe doświadczenia w stosowaniu systemu bimodalnego mają Stany Zjednoczone, dzięki korzystniejszym niż w Europie warunkom eksploatacyjnym na kolejach. Tam też zrodziła się koncepcja kombinowanego transportu drogowo-szynowego, którego jedną z odmian jest transport bimodalny¹.

Zalety systemu bimodalnego sprawiły, że w końcu lat 80. XX w. również w Europie Zachodniej opracowano i wprowadzono do próbnej eksploatacji kilka odmian konstrukcyjnych systemu bimodalnego. Nazwy stosowanych przez niektóre zarządy europejskich kolei systemów transportu bimodalnego podano w tabeli 1.

Tabela 1

Europejskie systemy transportu bimodalnego

Nazwa systemu	Kraj lub producent	Zarządy kolejowe prowadzące próbną eksploatację systemu
1	2	3
Kombitrailer	RFN TALBOT ACKERMANN-FRUEHAUF	DB, NSB, SBB
Coda-E	Holandia STORK ALPHA ENG AAB HENSCHEL – Wagon Union	NS, SJ
Semirail	Francja REMAFER FRUEHAUF FRANCE	SNCF
Transtrailer	Hiszpania	RENFE

¹ W USA od lat są eksploatowane z dużym powodzeniem pociągi systemu Roadrailer, należącego do grupy konstrukcyjnej z tzw. sprzęgiem naczepowym.

1	2	3
Roadrailer	RFN	DB, SBB, DSB
Kombirail	RFN–Francja TALBOT FRUEHAUF	eksponowany po raz pierwszy w październiku 1992 r. w Hadze
Railtrailer	Francja SAMBRE ET MEUSE KAISER	brak danych

Źródło: opracowanie własne.

Każdy z wymienionych w tabeli 1 systemów bazuje na naczepie samochodowo-kolejowej. Różnice tkwią przede wszystkim w konstrukcji urządzeń sprzęgowych.

Systemy Kombitrailer, CODA-E, Kombirail i Semirail należą do grupy konstrukcyjnej z oparciem adapterowym, a systemy Transtrailer i Roadrailer do grupy konstrukcyjnej ze sprzęgiem naczepowym, natomiast systemy Railtrailer do grupy konstrukcyjnej z dwoma belkami skrętowymi (SMK).

Cechy techniczno-eksploatacyjne wymienionych systemów bimodalnego transportu drogowo-szynowego podano w tabeli 2.

Według oceny ekspertów najkorzystniejsze rozwiązania konstrukcyjne mają systemy adapterowe, najgorsze zaś – system SMK, bazujący na belkowym urządzeniu sprzęgowym.

Tabela 2

Porównanie systemów transportu bimodalnego

Cecha	Systemy adapterowe		Systemy naczepowe		System SMK
	Kombirail	Coda-E	Roadrailer	Transtraile	Railtrailer
1	2	3	4	5	6
Oparcie nadwozia na wózkach	czteropunktowe	trzy punktowe	trzy punktowe	trzy punktowe	czteropunktowe („wagonowe”)
Luzy podłużne w urządzeniach sprzęgających	istnieją	brak	istnieją	brak	brak danych
Obciążenie pionowe wózka pośredniego	centralne	centralne	centralne	centralne	niecentralne
Naciski kół na szyny – wózek: pośredni końcowy	jednakowe jednakowe	jednakowe jednakowe	jednakowe jednakowe	jednakowe niejednakowe	niejednakowe niejednakowe
Wózki końcowe	identyczne	identyczne	różne (DB) identyczne (SBB)	Różne	identyczne

1	2	3	4	5	6
Możliwość załadunku wózka pośredniego z obu stron	tak, ale po obrocie adaptera	nie	tak	tak	tak
Załadunek	poziomy z korektą wysokości naczepy	poziomy + pionowy	poziomy + pionowy	poziomy + pionowy	poziomy + pionowy
Wymagane zawieszenie naczepy	pneumatyczne z regulacją wysokości; koła jezdne unoszone i ryglowane	pneumatyczne z regulacją wysokości; koła jezdne unoszone i ryglowane	pneumatyczne z regulacją wysokości; koła jezdne unoszone i ryglowane	pneumatyczne z regulacją wysokości; koła jezdne unoszone i ryglowane	pneumatyczne z regulacją wysokości; koła jezdne unoszone i ryglowane
Elementy ryglujące zabudowane na:	adapterze	adapterze	naczepie	naczepie i wózku	wózku

Źródło: opracowanie własne.

Ocena transportu drogowo-szynowego

Transport bimodalny, poza typowymi korzyściami, jakie zapewnia kombinowany transport drogowo-szynowy, tj. zmniejszeniem energochłonności pracy przewozowej, zmniejszeniem zagrożenia ekologicznego, skróceniem czasu przewozu dzięki eliminowaniu postojów świątecznych oraz skróceniem czasu oczekiwania na odprawę graniczną, zapewnia większą efektywność ekonomiczną, głównie poprzez zwiększenie o ponad 1/3 stosunku ładowności do masy pociągu w porównaniu z innymi formami kombinowanego transportu drogowo-szynowego. Dodatkowym walorem bimodalnego transportu jest to, że ogranicza się on do niewielkiej liczby obiektów (jednostek transportowych) i środków transportowych oraz nie wymaga terminalowych urządzeń przeładunkowych. Jednocześnie system ten nie wymaga zatrudnienia pracowników przeładunkowych, ponieważ wszystkie czynności związane z formowaniem i rozformowywaniem pociągu bimodalnego jest w stanie wykonać kierowca zespołu samochodowego, posługując się podnośnikiem, w jaki wyposażony jest pojazd.

Walory transportu bimodalnego w porównaniu z innymi systemami kombinowanego transportu drogowo-szynowego podano w tabeli 3.

Transport bimodalny ma także pewne wady, mianowicie zbyt krótkie składy pociągów bimodalnych oraz stosunkowo niewielką prędkość możliwą do osiągnięcia przy stosowaniu standardowych wózków wagonowych.

Tabela 3

Zalety bimodalnego transportu drogowo-szynowego

Konwencjonalne systemy transportu drogowo-szynowego	Przyszłościowy transport bimodalny
Stosunek procentowy ładowności do masy pociągu	
Naczepy w wagonach kieszeniowych 50% Nadwozia wymienne i kontenery 51% Zespoły samochodowe i ładowne 45%	naczepa drogowo-kolejowa 68%
Obiekty (jednostki transportowe)	
Kontenery morskie Kontenery lądowe Wymienne nadwozia Naczepy samochodowe Zespoły samochodowe	naczepy drogowo-kolejowe: – zamknięte furgony – cysterny
Środki transportu	
Pojazdy drogowo do przewozu: – kontenerów i nadwozi wymiennych – naczep samochodowych Wagony kolejowe do przewozu kontenerów, nadwozi wymiennych, naczep oraz zespołów samochodowych: – platformy kontenerowe – wagony kieszeniowe – „Wippenwagen” – „Rolling Highway”	ciągniki siodłowe standardowe wózki wagonowe z tzw. adapterami
Terminalowe urządzenia przeładunkowe	
Suwnice kolejowe Pojazdy wysięgnikowe „Reach-Stackers” Pojazdy podnośnikowe „Lift-Trucks”	zbędne

Źródło: opracowanie własne.

Według informacji przedstawionych w Materiałach II Ogólnopolskiego Sympozjum nt. „Techniczne środki transportu drogowo-szynowego (bimodalnego)”, w próbnej eksploatacji przez niektóre koleje znajdują się zestawy złożone z dwóch, trzech lub wyjątkowo pięciu naczep, natomiast z przeprowadzonych badań i obliczeń wynika, że standardowe wózki wagonowe umożliwiają pociągowi bimodalnemu osiągnięcie prędkości nie większej niż 100 km/h. Nie są to jednak przeszkody, które przesłaniałyby korzyści płynące ze stosowania techniki bimodalnej. Oszczędności energetyczne w systemie bimodalnym są jednak tak duże, iż opłacalny jest przewóz lokomotywą składu złożonego choćby z jednej

naczepy o masie 38 t. Udowodniono również, że przy niewielkich zmianach konstrukcyjnych, polegających na zastosowaniu układu wiążącego zestawu kół w płaszczyźnie poziomej poza ramą wózka, można osiągnąć znaczne zwiększenie prędkości. Rozwój techniki bimodalnej jest więc nieunikniony, zwłaszcza w przewozach na duże odległości.

Bibliografia

- Hajdul, M. (2007). Model zintegrowanego systemu przewozów multimodalnych ładunków zjednostkowanych. W: L. Mindur (red.), *Europa-Azja. Gospodarka, transport*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Materiały z II Ogólnopolskiego Sympozjum Monotematycznego „Techniczne środki transportu drogowo-szynowego (bimodalnego)”(1993). Realizacja projektu KBN nr 31 174 91 01 przez Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Pojazdów Szynowych, Dyрекcję Eksploatacji Cystern oraz Instytut Pojazdów Politechniki Warszawskiej. Poznań-Skoki.
- Meyer-Larsen, N. (2007). CHINOS – optimisation in intermodal container terminals using RFID. W: *2nd PROMIT Workshop “Integrating information and security technologies to enhance intermodal transport chains”*. Thessaloniki.
- Mindur, L. (red.) (2014). *Technologie transportowe*. Warszawa-Radom: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji-PIB.
- Mindur, L., Krzyżaniak, S. (red.) (2011). *Tworzenie warunków funkcjonowania i rozwoju intermodalnej sieci logistycznej w Polsce. Aspekty metodyczne*. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Mindur, M. (red.) (2011). *Transport ładunków między Europą a Azją*. Warszawa-Radom: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji-PIB.
- Przewozy multimodalne ładunków zjednostkowanych w Polsce w relacji Zachód-Wschód i Wschód-Zachód*. (2009-2011). Projekt badawczy KBN nr 1587/T12/2005/28. W: *Intermodalna sieć logistyczna w Polsce – koncepcja rozwiązań modelowych i uwarunkowania wdrożeniowe*. Nr projektu NN50938536. Poznań: Instytut Logistyki i Magazynowania.
- Sitarz, M. (2009). Rozwój i integracja systemu bezpieczeństwa transportu kolejowego. W: R. Krystek (red.), *Zintegrowany System Bezpieczeństwa Transportu*, t. II: *Uwarunkowania rozwoju integracji systemów bezpieczeństwa transportu*. Warszawa.
- Wronka, J. (1998). Rynek transportu kombinowanego w Europie. W: *Transport multimodalny*. Konferencja naukowa. Jastrzębia Góra.

THE TECHNIQUES OF TRANSPORTATION IN ROAD-RAILWAYS BIMODAL TECHNOLOGY

Keywords: bimodal transport, road-railways transportation

Summary. The following was presented in this article: a substance of bimodal transport, used technical means, technologies for putting together a bimodal train and systems of the bimodal transport. The recapitulation of this article composes an analysis of advantages and disadvantages for road-railways transportation of loads in the bimodal technology.

Translated by Leszek Mindur

Cytowanie

Mindur, L. (2016). Przyszłościowe formy przewozów ładunków drogowo-szynowych w technologii bimodalnej. *Marketing i Zarządzanie*, 1 (42), 101–110.