

prof. dr hab. inż. Marian Medwid
dr Włodzimierz Stawecki
mgr inż. Jarosław Czerwiński
mgr inż. Rafał Cichy
Instytut Pojazdów Szynowych „TABOR”

System transportu bimodalnego przystosowany do ruchu „S” i „SS”

W publikacji przedstawiono rzeczywistą strukturę prototypu pociągu bimodalnego złożonego z trzech jednostek ładunkowych, przygotowanego do eksploatacji w ruchu „S” i „SS”. Zaprezentowano innowacyjne cechy systemu w odniesieniu do systemu opracowanego wcześniej w IPS „TABOR” przystosowanego do dużych prędkości w ruchu towarowym. Wskazano na ekonomiczne efekty możliwe do uzyskania w produkcji części składowych systemu wynikające ze standaryzacji układu biegowego. Zaprezentowano walory gabarytowe systemu w odniesieniu do skrajni kolejowej.

Publikacja jest wynikiem realizacji projektu rozwojowego nr R1003503 finansowanego ze środków budżetowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

1. Wstęp

Kierunki polityki transportowej krajów członkowskich Unii Europejskiej sformułowano w Białej Księdze [1] gdzie w punkcie 2 p.t. „Wizja konkurencyjnego i zrównoważonego systemu transportu” postawiono między innymi następujące cele do osiągnięcia przez kraje UE. „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. Ułatwi to rozwój efektywnych, ekologicznych korytarzy transportowych”. Aby ten cel osiągnąć należy prowadzić prace badawcze i wdrożeniowe nad specjalistycznym taborem oraz dysponować zapleczem logistycznym i infrastrukturą przeładunkową.

W Instytucie Pojazdów Szynowych „TABOR” w Poznaniu w latach 1993 – 1995 opracowano dokumentację techniczną oraz prototyp taboru bimodalnego przystosowanego do jazdy z prędkością maksymalną 160 km/h [2]. Wykonany prototyp pociągu złożony z naczepek zbiornikowych i skrzyniowych poddano modernizacji spełniającej wymagania firmy Bayerische Trailer Zug Gesellschaft für Bimodale Güterverkehr mbH z siedzibą w Monachium, która była zainteresowana zakupem polskiego taboru bimodalnego. Wykonano prototypy zmodernizowanych adapterów oraz naczepek o standardowych wymiarach drogowych. Zmodernizowany prototyp poddano kompleksowym badaniom stanowiskowym i ruchowym przeprowadzonym w polskich i niemieckich ośrodkach badawczych [3].

Pozytywne wyniki badań dały podstawę do wystawienia czasowego świadectwa dopuszczenia do eksploatacji typu pojazdu kolejowego wydanego przez

Urząd Transportu Kolejowego w Warszawie. Równolegle prowadzono zaawansowane uzgodnienia z EBA, odpowiednikiem polskiego UTK w sprawie dopuszczenia polskiego taboru bimodalnego do eksploatacji na sieci kolejowej DB.

W 2003 r. firma BTZ Monachium zrezygnowała z prowadzenia działalności transportowej i współpraca techniczna i handlowa pomiędzy IPS „TABOR” a BTZ została rozwiązana.

Dotychczasowe działania promocyjne Instytutu nie doprowadziły do wdrożenia systemu do eksploatacji. Wśród wielu barier utrudniających zainteresowanie przewoźników drogowych bimodalną techniką transportową w tym przypadku barierą stanowi również koszt zakupu taboru bimodalnego. Opracowany w latach 90-tych system bimodalny przystosowany do prędkości ruchu 160 km/h wymaga wyposażenia układu biegowego w hamulec tarczowy gdzie cena hamulca tarczowego stanowi duży udział w kosztach produkcji wózka kolejowego. Atrakcyjne parametry eksploatacyjne systemu (wysoka prędkość jazdy w ruchu towarowym oraz dobre wskaźniki spokojności biegu pociągu uzyskane podczas badań ruchowych) nie stanowią dotychczas wystarczających argumentów do wdrożenia systemu, prawdopodobnie z uwagi na to, że w Europie wysokie prędkości w ruchu towarowym są rzadko realizowane.

Układy biegowe wagonów towarowych są w zdecydowanej większości przystosowane do ruchu „S” i „SS” to jest do prędkości 100 km/h przy nacisku osi na tor 225 KN oraz 120 km/h przy nacisku osi zestawu kołowego 200 KN.

Biorąc pod uwagę założenia polityki transportowej Unii Europejskiej oraz obecne realia rynku kolejowego Instytut opracował dokumentację techniczną taboru bimodalnego przygotowanego do ruchu „S”, i „SS”. Na podstawie wykonanej w IPS „TABOR” dokumentacji technicznej Zakłady Metalowo – Chemiczne „METCHEM” w Kaliszu wykonały adaptację czterech standardowych wózków Y 25 do wymagań dla taboru bimodalnego oraz cztery adaptery, dwa środkowe i dwa końcowe.

Do budowy trójczłonowego prototypu pociągu bimodalnego wykorzystano trzy naczepy (jedna zbiornikowa i dwie plandekowe) wykonane wcześniej dla systemu przystosowanego do prędkości ruchu 160 km/h.

2. Rzeczywista struktura prototypu pociągu

Skład pociągu bimodalnego złożonego z naczep skrzyniowych przedstawiono na rys. 1. Podstawowe zespoły pociągu tworzą naczepy skrzyniowe 1 o standardowych wymiarach zewnętrznych według obowiązujących przepisów drogowych, wózki środkowe 2, i wózki końcowe 3.

Charakterystyka techniczna pociągu

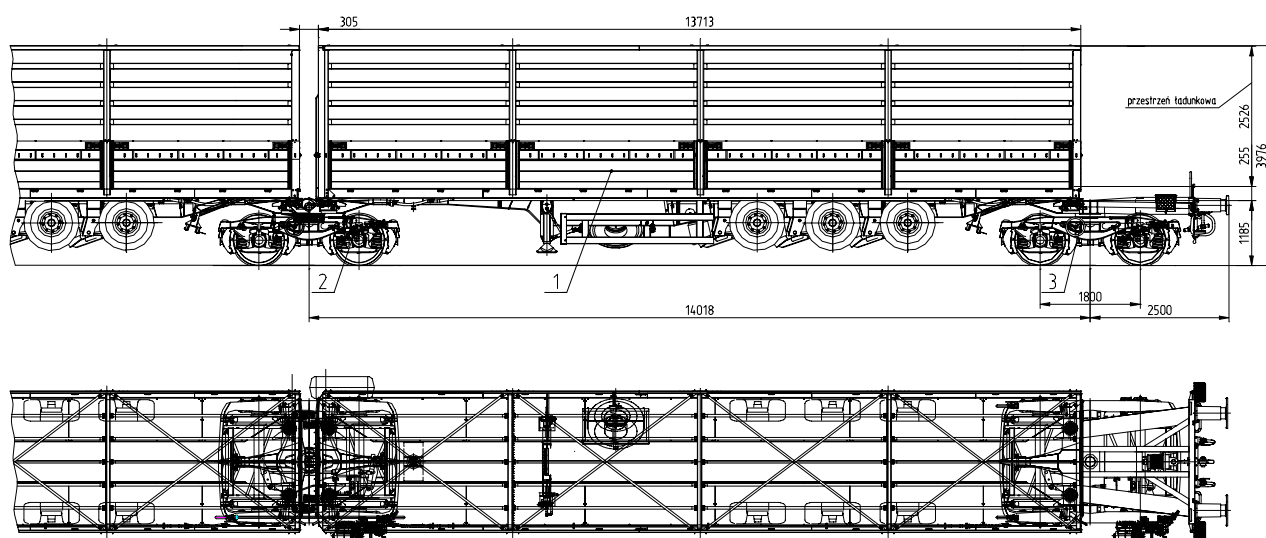
- masa naczepy 10100 kg,
- ładowność naczepy 26900 kg,
- masa wózka środkowego z adapterem 6500 kg,
- masa wózka końcowego z adapterem 7300 kg,
- maksymalna prędkość pociągu:
 - $V = 100$ km/h przy nacisku osi 225 KN,
 - $V = 120$ km/h przy nacisku osi 200 KN,
- rozstaw osi wózka 1800 mm

- rozstaw czopów skretu wózków 14020 mm
 - wysokość siodła adaptera w stanie swobodnym adaptera:
 - środkowego 1210 mm,
 - końcowego 1190 mm,
 - możliwość przejazdu przez:
 - minimalny promień łuku $R = 75$ m,
 - minimalna nieckę toru $R = 500$ m,
 - rampę promową o łuku i kącie pochylenia $R120/1,5^\circ$
- skrajnia kolejowa GB1.

W rzeczywistości skład prototypu pociągu fot. 1 stanowią dwie naczepy skrzyniowe i jedna zbiornikowa, zbudowane w latach 1993 – 2000 dla systemu przystosowanego do prędkości jazdy 160 km/h, natomiast nowością jest układ biegowy pociągu zaprojektowany na bazie standardowego wózka typu Y25. Zamocowanie naczep do adaptera środkowego i końcowego pokazano na fotografiach 2 i 3.



Fot. 1. Prototyp taboru bimodalnego na torze badawczym o promieniu łuku 150 m



Rys. 1. Struktura pociągu bimodalnego złożonego z naczep skrzyniowych



Fot. 2. Zamocowanie naczepy na adapterze środkowym



Fot. 3. Zamocowanie naczepy na adapterze końcowym

2.1. Wózek środkowy

Wózek środkowy rys. 2, międzynaczepowy, wyposażony w odpowiedni adapter, jest przeznaczony do połączenia sąsiadujących ze sobą naczep, w skład pociągu bimodalnego. Umożliwia to dwuczęściowy, symetryczny adapter 1 odpowiednio osadzony na wózku kolejowym 2. Adapter o konstrukcji belkowo – skrzynkowej jest wyposażony w następujące urządzenia umożliwiające osadzenie i zamocowanie naczepy:

- siodła adaptera 3,
- czop naprowadzający 4,
- urządzenie ryglujące 5,
- urządzenia zabezpieczające 6,

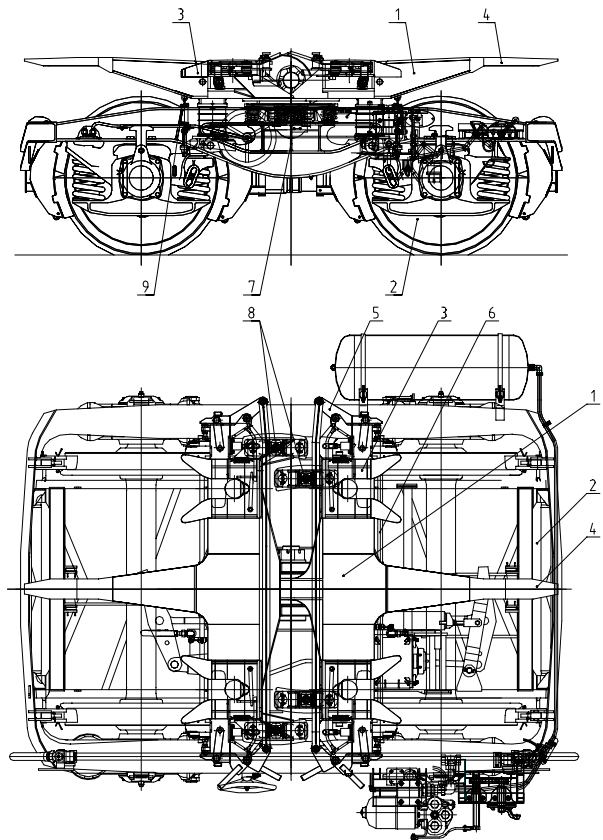
Oparcie i zamocowanie adaptera na ramie wózka zrealizowano za pomocą:

- czopa skrzytu 7,
- ślizgów bocznych 8,
- urządzeń stabilizujących położenie adaptera 9.

W prezentowanej konstrukcji adaptera w odniesieniu do adaptera zastosowanego dla taboru zaprojektowanego do ruchu z prędkością 160 km/h zastosowano dwa innowacyjne rozwiązania:

- połączenie symetrycznych części adaptera za pomocą standardowego przegubu kulistego,
- asymetryczne usytuowanie ślizgów bocznych wózka względem osi poprzecznej ramy.

Pierwsze rozwiązanie pozwoliło na znaczną obniżkę masy własnej i kosztu produkcji adaptera oraz zwiększenie niezawodności pracy połączenia przegubowego obu części adaptera środkowego. Zastosowanie drugiego rozwiązania umożliwiło obniżenie poziomu siodeł adaptera w porównaniu do rozwiązania wykonanego dla $v = 160$ km/h przez co uzyskano większą rezerwę gabarytu górnej części naczepy do zarysu odniesienia skrajni GB1 według przepisów [4].



Rys.2. Wózek środkowy

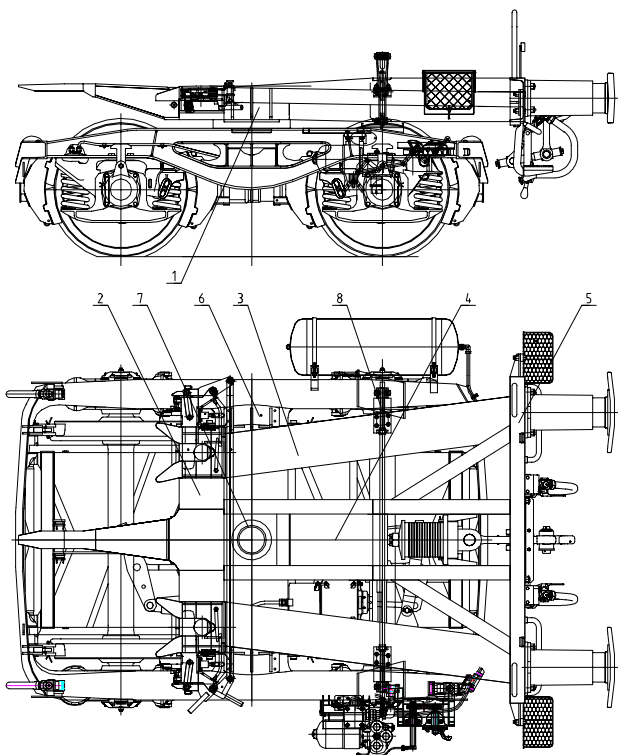
2.2. Wózek końcowy

Przestawiony na rys. 3 wózek końcowy ma zastosowanie na obu końcach pociągu bimodalnego i służy do zamocowania naczepy na adapterze oraz do połączenia składu pociągu bimodalnego z pojazdem trakcyjnym. Adapter 1 zbudowano w postaci konstrukcji skrzynkowo – ramowej. Część 2 adaptera, która jest przeznaczona do posadowienia i mocowania naczepy wykonano jako konstrukcję skrzynkową i jest identyczna jak połowa konstrukcji adaptera środkowego. Drugą część 3 adaptera stanowi konstrukcja ramowo – belkowa z centralną belką podłużną 4 do mocowania aparatu pociągowego i przenoszenia ściskających sił wzdłużnych działających na zderzaki zamocowane do

poprzecznej belki końcowej 5 zamykającej konstrukcję ramową adaptera.

Układ ryglujący naczepę w adapterze oraz układ zabezpieczający system ryglowania wykonano w sposób podobny jak w adapterze środkowym.

Adapter oparto na ramie wózka za pomocą dwóch ślizgów bocznych 6, czopa skreту 7, urządzenia podpierającego 8 które utrzymuje poziomą pozycję adaptera w stanie nieobciążonym, tzn. bez zamontowanej na adapterze naczepy. Po zamocowaniu naczepy urządzenie podpierające zostaje uniesione na odpowiednią wysokość od ramy wózka.



Rys.3. Wózek końcowy

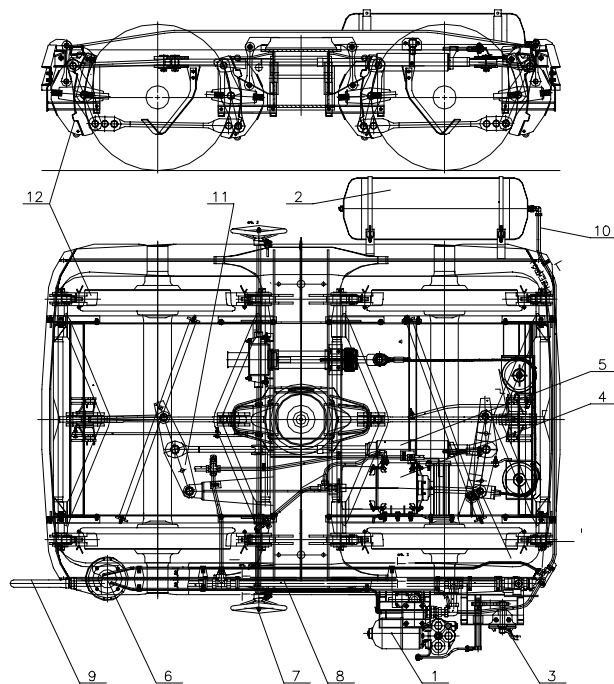
2.3. Wózek z układem hamulcowym

Układ biegowy prototypu pociągu bimodalnego zaprojektowano, wykorzystując standardowy wózek Y25 wyposażony w odpowiednie urządzenia hamulcowe zintegrowane na ramie wózka rys. 4. Układ hamulcowy zespołu biegowego stanowią następujące części składowe:

- sterujący blok hamulcowy 1,
- zbiorniki powietrza 2,
- urządzenie przestawcze – „próżny – ładowny”,
- cylinder hamulcowy 4,
- nastawiacz skoku 5,
- zawór ważący 6,
- hamulec ręczny 7,
- główny przewód hamulcowy 8,
- węże hamulcowe z główką sprzęgu 9,
- przewody hamulcowe pośrednie 10,

- układ dźwigni i cięgieł hamulcowych 11,
- oprawy z klockami hamulcowymi 12.

Wszystkie niezbędne zespoły hamulcowe zabudowano na wózkach a naczepy wyposażono w główny przewód hamulcowy, zakończony węzami hamulcowymi do połączenia przewodów głównych umieszczonych na naczepach z przewodami głównymi usytuowanymi na wózkach.



Rys.4. Układ hamulca na wózku

3. Skrajnia taboru

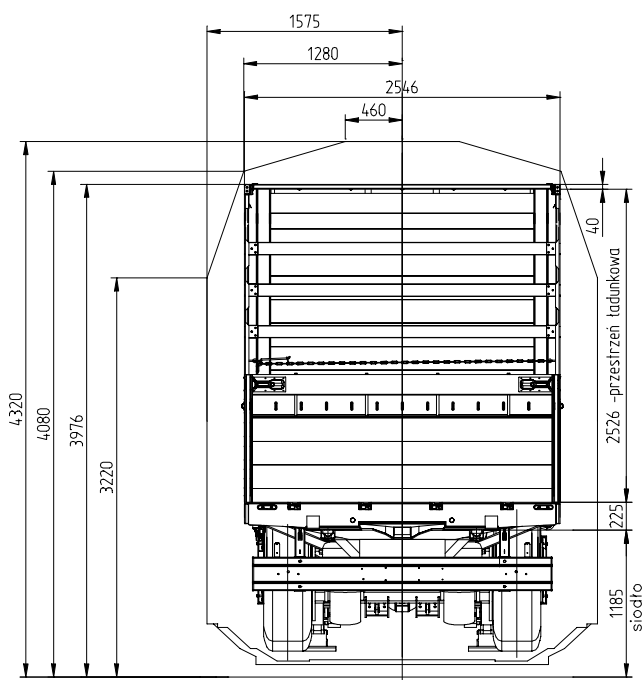
W ruchu kombinowanym kolejowo – drogowym dla specjalistycznego taboru kolejowego obowiązują dwa zarysy skrajni kolejowej ograniczającej gabaryt taboru.

W dolnej części ograniczenia gabarytu określone są przepisami kolejowymi wg karty 505-1 [5] w górnej części gabaryt taboru jest ograniczony konturami określonymi w przepisach UIC 506 [4]. Jednostki ładunkowe używane w transporcie kombinowanym (kontenery, standardowe naczepy, naczepy bimodalne) zawsze przekraczają górny zarys skrajni określonej w przepisach [4]. W Europie wyznaczono osiemnaście korytarzy transportowych w których w dolnej części obowiązują ograniczenia wynikające z przepisów [5] a w górnej części gabaryt jednostek ładunkowych może być ograniczony zarysem skrajni typu GA, GB lub GC [5]. W zawartym porozumieniu AGTC koleje narodowe sygnujące porozumienie zobowiązały się aby na nowo budowanych liniach kolejowych stosować skrajnię typu GC o największych gabarytach a na liniach modernizowanych co najmniej skrajnię typu GB1, w szczególności dla linii kolejowych zakwalifikowanych do osiemnastu korytarzy do

transportu kombinowanego. Zarys skrajni GB1 pozwala transportować jednostki ładunkowe dla których poziom górnej płaszczyzny (dachu) wynosi ~4180 mm przy szerokości jednostki do 2550 mm. Wysokość dachu naczepy prezentowanego systemu w stanie próżnym jest na poziomie ~3970 mm, ~270 mm poniżej zarysu skrajni, dla naczepy wykonanej do prototypu przeznaczonego dla prędkości $v = 160$ km/h o wysokości przestrzeni ładunkowej 2526 mm. Rezerwa odległości dachu do zarysu skrajni GB1 pozwala na zwiększenie wysokości przestrzeni ładunkowej naczepy do ~2710 mm to jest do wartości jaka jest stosowana w standardowych naczepach drogowych.

Z przeprowadzonej analizy wymiarowej wynika, że naczepa bimodalna wykonana dla prototypu przeznaczonego do prędkości ruchu 160 km/h (o wysokości przestrzeni ładunkowej 2526 mm) mieści się już zarysie skrajni GB, Rys.5, natomiast w zarysie skrajni GB1 można zmieścić z dużą rezerwą naczepę bimodalną o wysokości przestrzeni ładunkowej 2526 oraz 2710 mm, takiej jak mają standardowe naczepy drogowe Rys. 6 i 7.

Skrajnia statyczna GB wg UIC 506

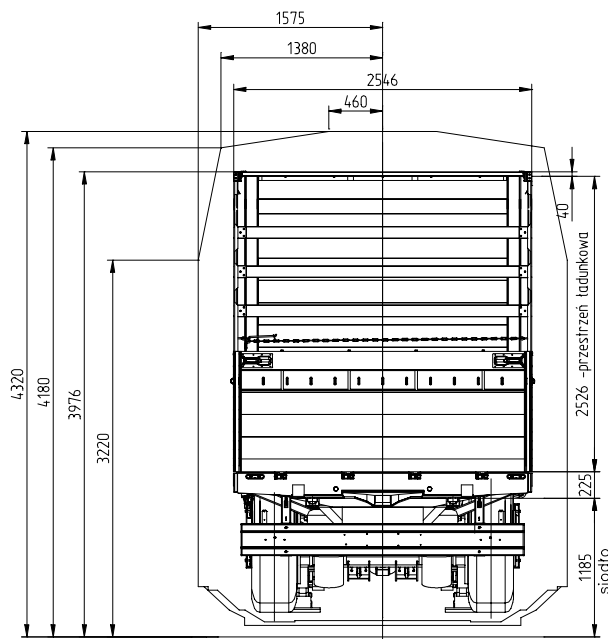


Rys.5. Naczepa bimodalna z przestrzenią ładunkową o wysokości 2526 mm w zarysie skrajni GB

4. Podsumowanie

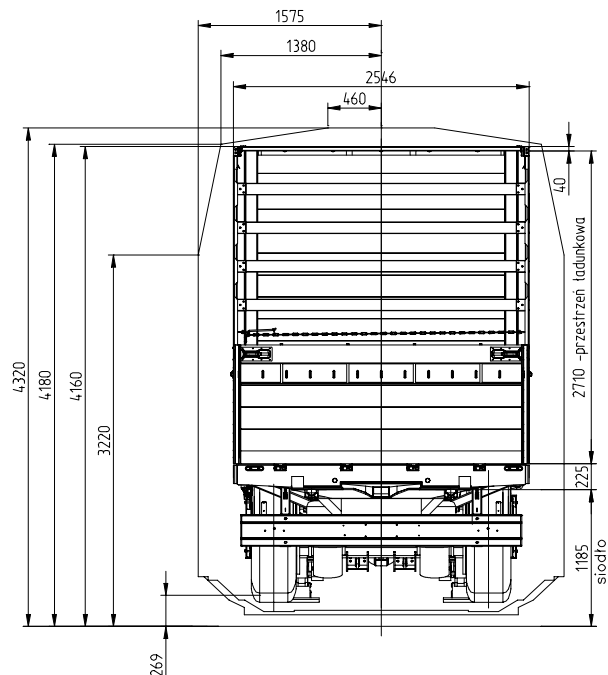
Aplikacja do systemu standardowych wózków Y25 z tradycyjnym hamulcem klockowym oraz zmiany wprowadzone w konstrukcji adapterów, w szczególności adaptera środkowego spowoduje znaczące obniżenie kosztów produkcji taboru w odniesieniu do taboru wykonanego wcześniej a przeznaczonego do dużych prędkości jazdy w ruchu towarowym.

Skrajnia statyczna GB1 wg UIC 506



Rys.6. Naczepa bimodalna z przestrzenią ładunkową o wysokości 2526 mm w zarysie skrajni GB1

Skrajnia statyczna GB1 wg UIC 506



Rys.7. Naczepa bimodalna z przestrzenią ładunkową o wysokości 2710 mm w zarysie skrajni GB1

W prezentowanym prototypie pociągu wykorzystano naczepy zbudowane dla prototypu wykonanego dla prędkości 160 km/h z przestrzenią ładunkową o wysokości 2526 mm. Z prezentowanych analiz konstrukcyjnych wynika, że dla naczepy bimodalnej jest możliwe uzyskanie standardowych wymiarów nadwozia naczepy to znaczy o wysokości przestrzeni ładunkowej ~2700 mm przy szerokości nadwozia 2550 mm lub 2600 mm dla naczep z zabudową izotermiczną.

Prototyp pociągu został przebadany zgodnie z wymogami przepisów karty UIC-597. Zakres badań obejmuje:

- statyczne badania wytrzymałości konstrukcji adapterów,
- badania bezpieczeństwa przed wykolejeniem na łuku standardowym 150 m,
- badania hamulca,
- badania spokojności ruchu,
- badania przejazdu przez łuk minimalny 75 m,
- badania przejazdu przez nieckę toru o promieniu 500 m,
- badania przejazdu przez rampę promową.

Wyniki badań prototypu pociągu potwierdziły zakładane parametry eksploatacyjne taboru.

Literatura:

1. *Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. Bruksela 28.03.2011. Wersja ostateczna.*
2. *Medwid M: Studium tworzenia intermodalnych środków technicznych transportu lądowego w szczególności taboru bimodalnego. Rozprawa nr 422. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej. Poznań. Poznań 2008.*
3. *Medwid M: Polski system transportu kolejowo – drogowego [Bimodalnego] Typu „Tabor”. Monografia. Wydawnictwo IPS „TABOR”. Poznań 2006.*
4. *Karta UIC 506. Przepisy dla zastosowania skrajni powiększonych GA, GB, GC.*
5. *Karta UIC 505. Pojazdy kolejowe. Skrajnia pojazdów.*