

# Kolejowe środki transportowe do przewozów intermodalnych

analizy

**Strategia Unii Europejskiej, zmierzająca do rozwoju proekologicznych systemów transportowych, szczególnie rolę przypisuje przewozom intermodalnym. Opracowywane prognozy badawczo-rozwojowe [1] dotyczą transportu intermodalnego głównie w układzie logistycznym:**

- kolej – droga,
- żegluga śródlądowa – kolej – droga,
- żegluga morska bliskiego zasięgu – kolej – droga.

Optymalizacja przewozów wymaga z jednej strony reengineeringu istniejących łańcuchów logistycznych, z drugiej – budowy nowych relacji zaspokajających wymagania klientów. W każdym z tych przypadków konieczny jest również rozwój w obszarze technicznych środków transportowych (wagony, pojazdy drogowe, barki, statki), jednostek ładunkowych, urządzeń za- i wyładunkowych oraz systemów bezpieczeństwa i monitoringu. W ostatnich 20 latach na kolejach pojawiło się wiele nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych wagonów do przewozów intermodalnych, z których większość z powodzeniem jest eksploatowana, a niektóre znajdują się na etapie wdrożeń lub badań. Należy podkreślić, że wagon stanowi integralne ogniwo łańcucha logistycznego, a jego konstrukcja, w wielu przypadkach bardzo specjalistyczna, jest podporządkowywana wymaganiom systemu (np. w zakresie technologii przeładunkowych).

## Wymagania ogólne

Podstawowe kryteria, uwzględniane w procesie projektowania wagonów do przewozów intermodalnych, to:

- skrajnia,
- rodzaj jednostki ładunkowej,
- technologia przeładunku,
- parametry eksploatacyjne.

Bezpieczny przejazd wagonu oraz transport jednostek ładunkowych na wagonach z założonymi prędkościami, wymaga spełnienia określonych zależności wymiarowych mię-

dzy obrysem skrajni taboru, skrajni ładownej oraz skrajni budowli.

Zależności te podane są w kartach UIC 505-1 i 505-4. W transporcie intermodalnym istotna jest górna część skrajni ładunkowej, a dla wagonów typu Rollende-Landstrasse – dolna część skrajni (przyjmuje się wymaganie skrajni dla pojazdów trakcyjnych zgodnie z kartą UIC 505-1).

Na sieci PKP eksploatowana jest znaczna liczba wagonów kontenerowych z przebudowanych lub zmodernizowanych platform uniwersalnych. Niektóre jednostki ładunkowe przewożone na tych wagonach nie wpisują się w obrys skrajni ładunkowej, co stanowi poważny problem w zakresie organizacji przewozów.

Jednostkami ładunkowymi transportu intermodalnego są kontenery, nadwozia wymienne (swap body), naczepy siodłowe oraz zespoły drogowe. Pomimo, że większość z nich jest znormalizowana, istniejąca różnorodność stanowi problem dla konstrukcji wagonów. Istnieje tendencja dla wzrostu parametrów jednostek ładunkowych, wynikająca ze zwiększenia masy brutto pojazdów drogowych nawet do 48 t.

Złożoność konstrukcji wagonu jest w dużej mierze wynikiem stosowanej technologii przeładunkowej:

- pionowej (*lift on – lift off, lo-lo*),
- poziomej (*roll on – roll off, ro-ro*).

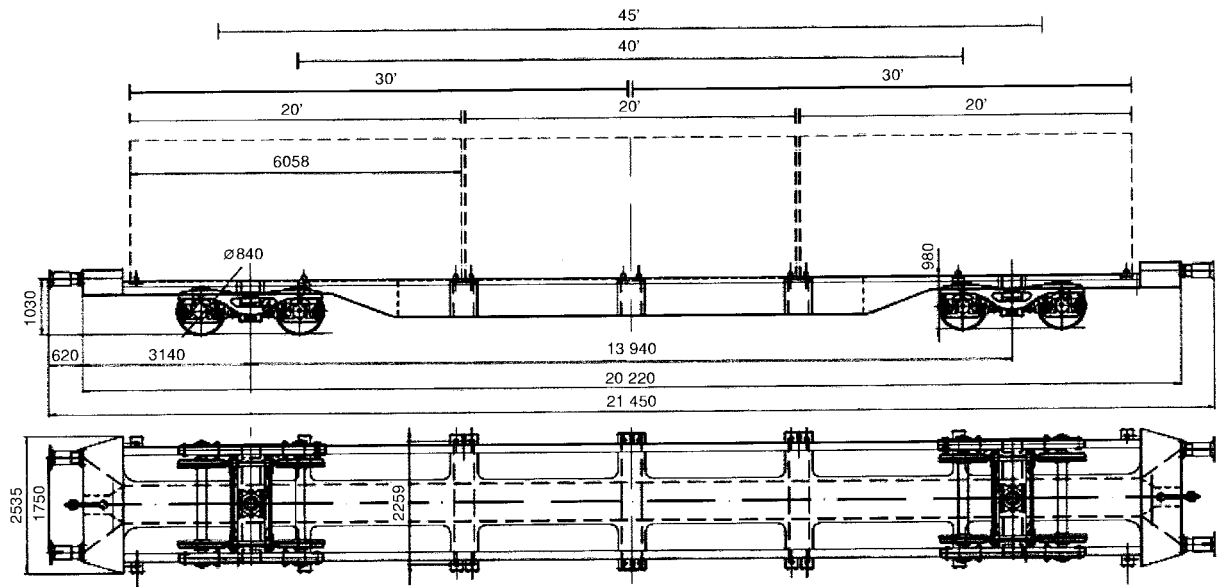
Metoda pionowa, najbardziej upowszechniona, wymaga wagonów o prostych rozwiązaniach konstrukcyjnych, ale większych nakładów energetycznych. Druga z kolei jest efektywniejsza energetycznie, ale stosowane środki techniczne są znacznie kosztowniejsze.

Spośród parametrów eksploatacyjnych na szczególną uwagę zasługuje nośność wagonów oraz prędkość. Nośność wagonów jest pochodną dopuszczalnych nacisków osi na szynę, które na liniach objętych umową AGTC wynoszą 225 kN/oś. Współczesne wagony kontenerowe pozwalają na przewóz kontenerów wielkich, o masie dochodzącej do 40 t. Obserwuje się również tendencję do obniżania masy własnej wagonów, w których podstawową strukturę nośną stanowi rozbudowana belka grzbietowa.

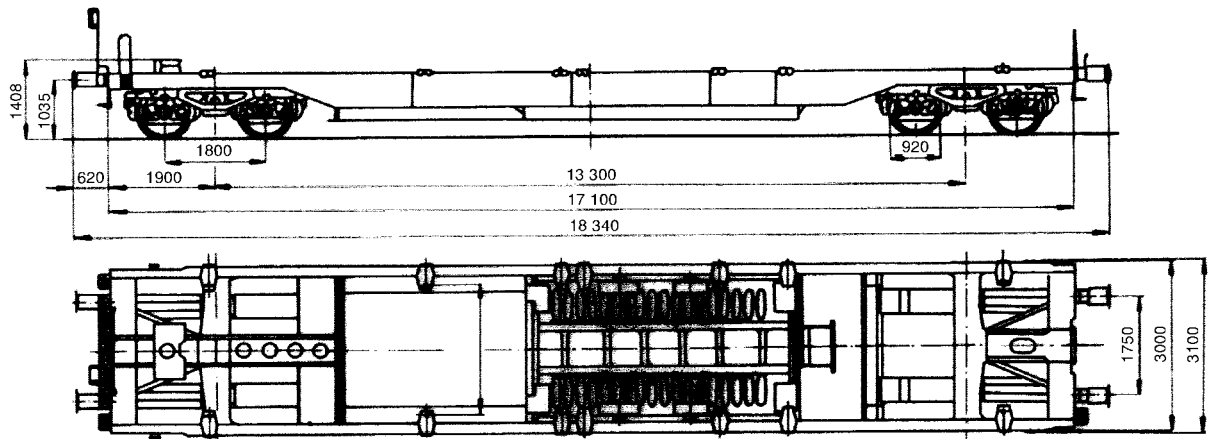
Wagony kontenerowe, w zasadzie przystosowane są do prędkości 120 km/h, są zestawiane w składy całopociągowe. Doświadczenie kolei zachodnioeuropejskich wskazuje, że efektywniejsze jest kursowanie pociągów kontenerowych z 25% udziałem wagonów próżnych, niż wyłączenie ich ze składu. Podjęte próby wprowadzenia wagonów eksploatowanych z prędkością 160 km/h, jak dotąd, nie w pełni się powiodły.

## Wagony specjalistyczne do przewozu znormalizowanych jednostek ładunkowych

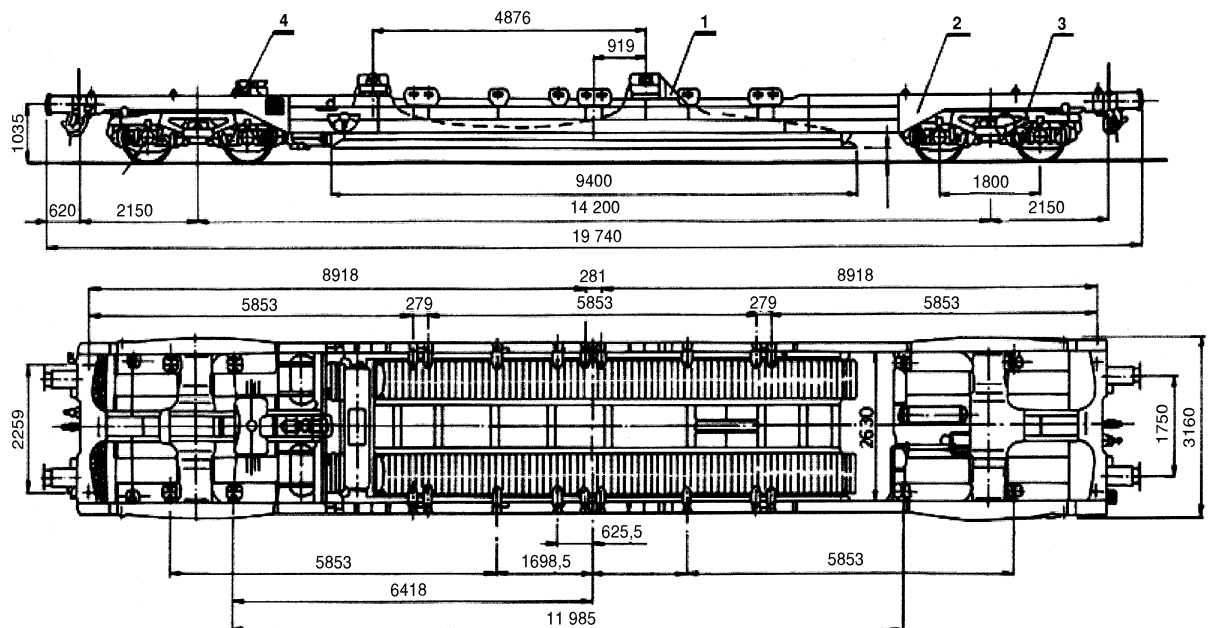
Powszechnie w przewozach intermodalnych transportu kombinowanego wykorzystywane są platformy kontenerowe (rys. 1), względnie tzw. wagony kieszeniowe i koszone (rys. 2 i 3), których cechą charakterystyczną są różnorodne możliwości ładunkowe, gdyż poza kontenerami i pojemnikami wymiennymi można nimi transportować naczepy siodłowe. Zaprezentowany na rysunku 1 wagon do przewozu kon-



Rys. 1. Wagon do przewozu kontenerów typu Rk-2628



Rys. 2. Wagon kieszeniowy 4-osiowy serii Sdmns



Rys. 3. Wagon koszowy

1 - element przenośny – kosz, 2 - ostoja wagonu, 3 - wózek jezdny, 4 - płyta sprzęgająca

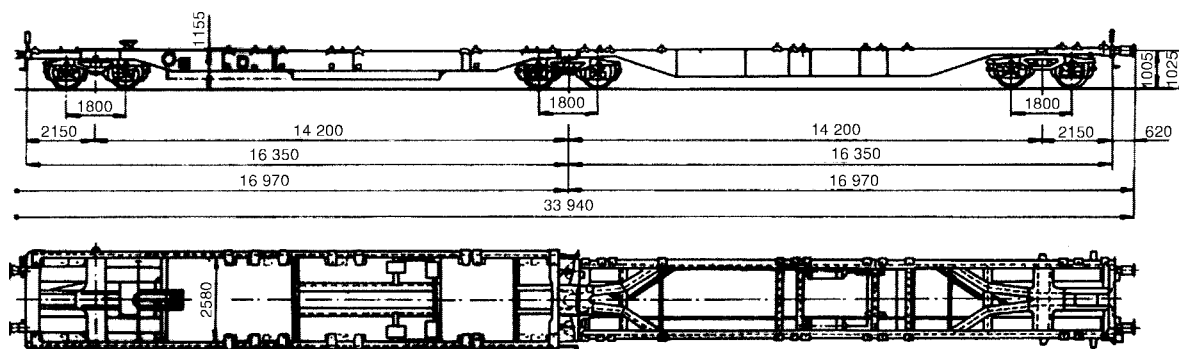
tenerów, produkowany przez firmę WAGONY ŚWIDNICA S.A., uwidacznia nowe tendencje w konstrukcji wagonów; belka grzbietowa jako zespół nośny, obniżenie masy własnej wagonu. Wagon przystosowany jest do przewozu, w szerokim zakresie wymiarowym, kontenerów 20', 30', 40' i 45'. Usytuowanie powierzchni ładunkowej na wysokości 980 mm od główki szyny pozwala na wpisywanie się nietypowych jednostek ładunkowych w obrys skrajni ładunkowej. Przedstawiony na rysunku 3 wagon koszowy, zbliżony konstrukcją do wagonu kieszeniowego, ma dodatkowy element – kosz 1, który jest wykorzystywany do załadunku naczep siodłowych [2]. Wyposażenie wagonu w kosz pozwala na załadunek naczep siodłowych posiadających ostoję nośną o wytrzymałości niezapewniającej załadunek z wykorzystaniem urządzeń w systemie lo-lo. Załadunek naczepy polega na tym, że na ustawiony na placu ładunkowym kosz najjeżdża ciągnik siodłowy z naczepą, pozostawia naczepę w koszu, który następnie jest załadowywany do wagonu.

Na kolejnych rysunkach 4 i 5 zaprezentowano rozwiązania konstrukcyjne wagonów dwuczłonowych. Szczególnie przydatnym wydaje się środek transportowy z rysunku 4, któ-

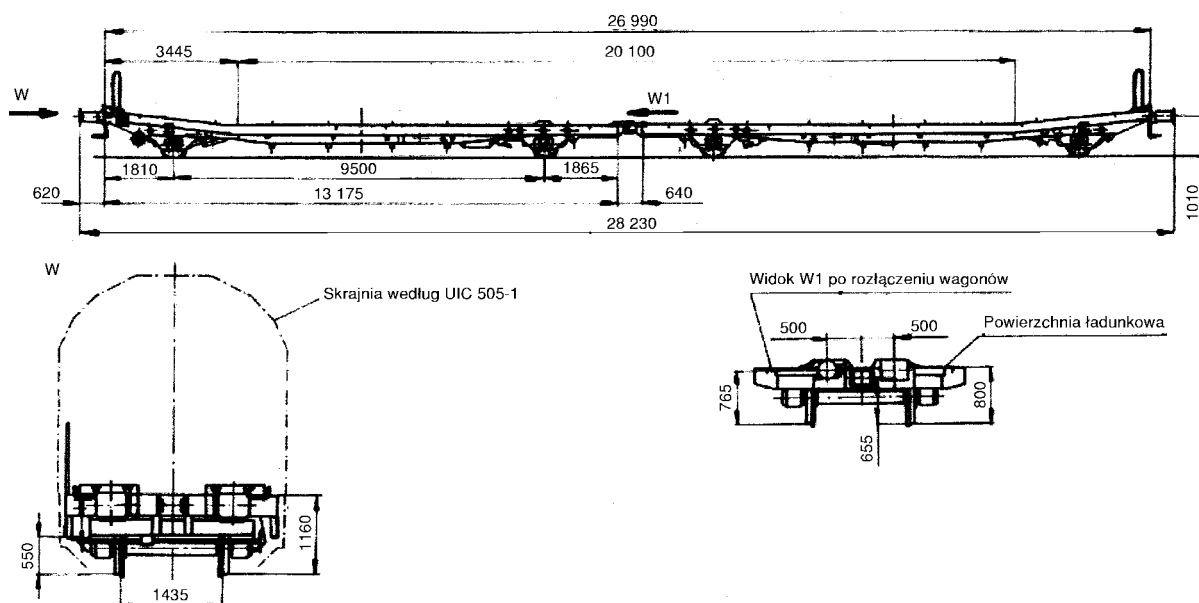
ry składa się z wagonu kontenerowego i wagonu kieszeniowego, co powoduje, że można nim przewozić jednocześnie kontenery i naczepę siodłową. Przedstawiony na rysunku 5 nowej generacji wagon niskopodwoziowy jest wagonem dwuczłonowym, składającym się z krótko sprzęgniętych dwóch platform dwuosiowych. Przy stosunkowo prostej konstrukcji wagon zapewnia duże możliwości ładunkowe. Na tej samej zasadzie skonstruowano w Niemczech wagon wózkowy ICF-Mega300, o długości całkowitej 36,5 m [2, 3].

W celu eliminacji prac przeładunkowych realizuje się transport kombinowany w podsystemie nazwanym „ruchoma droga” (*Rollende Landstrasse – Ro-La*), który polega na transporcie szynowym ciężkich, towarowych pojazdów drogowych, tzw. zestawów drogowych lub zestawów członowych (samochód ciężarowy + przyczepa lub ciągnik siodłowy + naczepa). Idea Ro-La polega na tym, że pojazd drogowy sam wjeżdża na niskopodwoziową platformę specjalistycznego wagonu towarowego (rys. 6), wykorzystując przygotowany do tego celu podest [4].

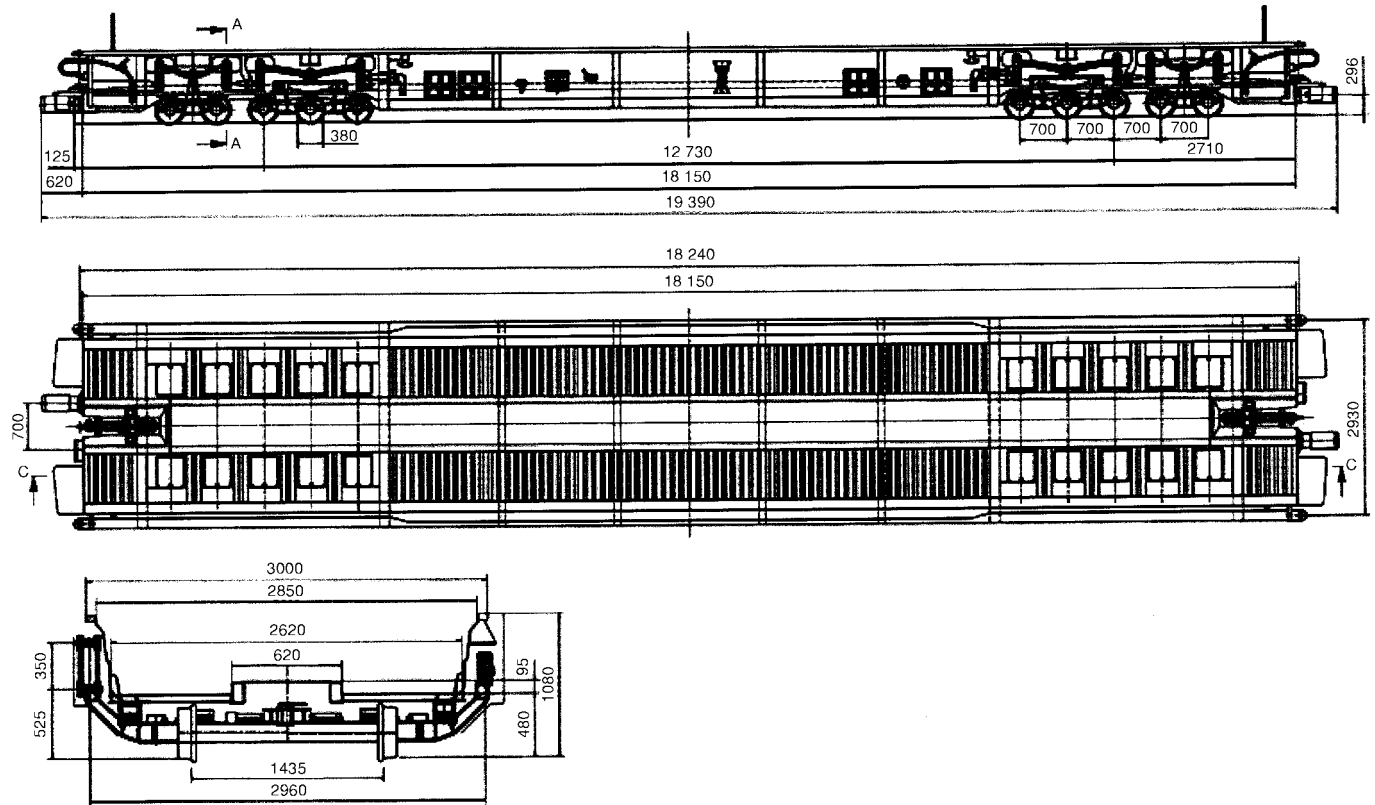
Najnowszą konstrukcją wagonu do przewozu naczep, kontenerów i nadwozi wymiennych, na terytorium Anglii i da-



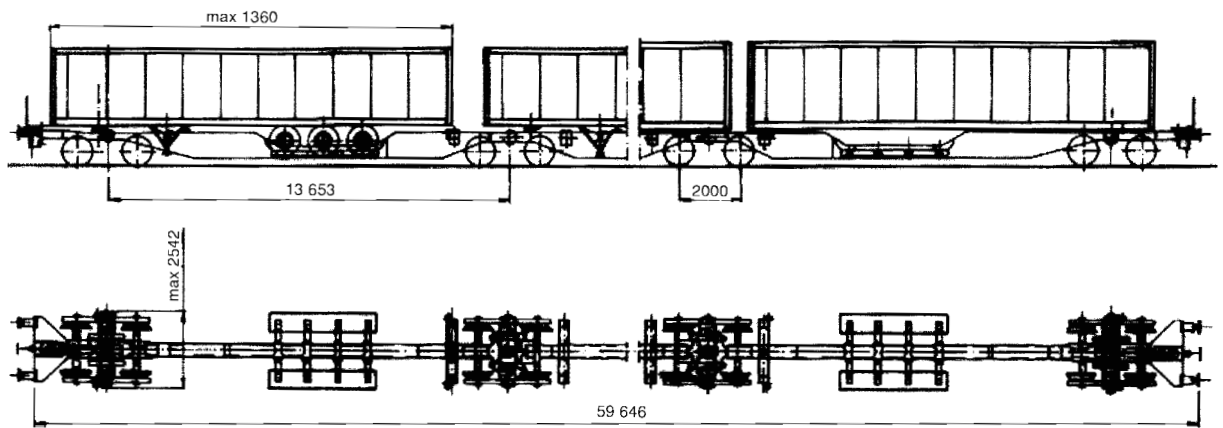
Rys. 4. Zespół wagonowy przegubowy



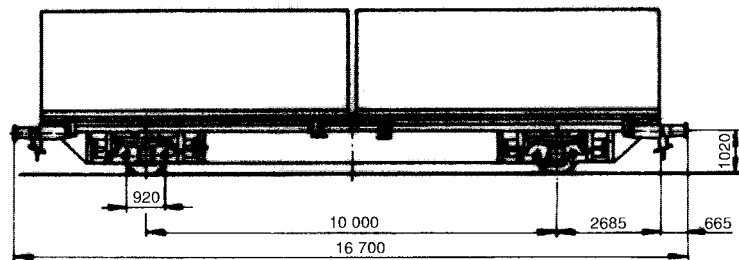
Rys. 5. Wagon niskopodłogowy, członowy do przewozów jednostek ładunkowych



Rys. 6. Wagon 10-osiowy typu Ro-La – Alpin



Rys. 7. Wagon EuroSpine do transportu kontenerów, nadwozi wymiennych i naczep siodłowych



Rys. 8. Wagon nośny do przewozu pojemników wymiennych w systemie WAS

lej na kontynent europejski, jest wagon o nazwie EuroSpine (rys. 7). Nowym wagonem można transportować naczepy siodłowe i nadwozia wymienne o długości do 13,6 m oraz kontenery 40- i 45-stopowe.

### Nowe technologie przewozowe i środki transportowe

Mając na uwadze realizację przeładunków jednostek ładunkowych w układzie poziomym ro-ro firma ABB-Henschel, jako jedna z pierwszych, opracowała nowe technologie przewozowe: WAS – pojemnik wymienny na torze, oraz MSTS – Multi-Service-Transport-System, tzw. przewozy w systemie wieloczynnościowym [5].

Dla metody WAS skonstruowano wagon (rys. 8) o wysokości 1270 mm, który ma możliwość podjechania pod ustawione na torze pojemniki wymienne. Ich błąd ustawienia może wynosić  $\pm 80$  mm, poprzecznie do osi toru. W kierunku podłużnym wagon ustawia się dzięki składanym zderzakom. Do przyjmowania pojemników wymiennych wagon wyposażony jest w podnośnik pneumatyczny o wysokości podnoszenia 120 mm.

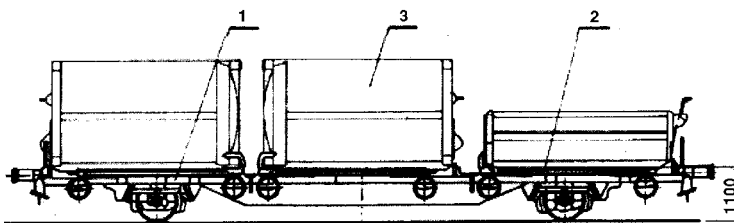
Również metoda MSTS wymaga specjalnej konstrukcji wagonu, który został przedstawiony na rysunku 9. Na ostoi głównej wagonu 1 znajdują się trzy ramy obrotowe 2, na których umieszczane są pojemniki wymienne. Przy pracach rozładunkowych są one obracane i zajmują położenie prostopadłe do osi wzdłużnej wagonu, a następnie przemieszczane z ram obrotowych na pojazd drogowy za pomocą urządzenia znajdującego się na po-jeździe.

Zainstalowane na pojeździe samochodowym urządzenie hydrauliczne umożliwia załadunek jednostek ładunkowych (kontenerów, nadwozi i pojemników wymiennych) nie tylko z wagonu kolejowego na samochód, lecz także z poziomu terminalu przeładunkowego. W systemie tym jednostka ładunkowa musi być wyposażona w specjalne uchwyty.

Na kolejach francuskich przystosowano dwa typy wagonów, które wyposażono w obrotowe ramy:

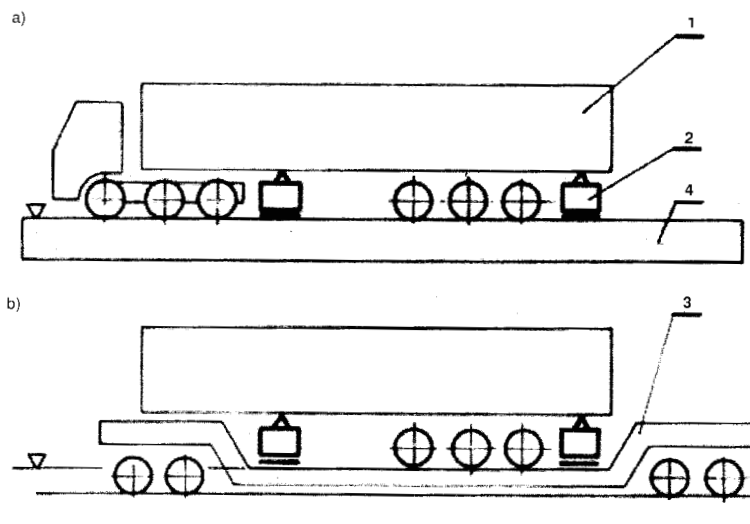
- 1) wagony typu Slps (S83-6) – mają trzy ramy obrotowe, dla jednostek ładunkowych o długości maksymalnej 5700 mm i minimalnej 4600 mm; masa własna wagonu – 25,4 t, kąt obrotu ramy –  $45^\circ$ ;
- 2) wagony typu Slps (S82-6) – mają dwie ramy obrotowe, dla jednostek ładunkowych o długości maksymalnej 7300 mm i minimalnej 5700 mm; masa własna wagonu – 24,2 t, kąt obrotu ramy –  $37^\circ$ .

Metody transportu z przeładunkiem przy wykorzystaniu urządzeń hakowych nie pozwalają na przemieszczanie ładunków, które nie dopuszczają pochylania kontenerów czy pojemnika wymiennego, co stanowi ich wadę. Natomiast istotną zaletą jest fakt, że punkty przeładunkowe nie wymagają



Rys. 9. Wagon nośny do przewozów w systemie MSTS

1 - ostoja wagonu, 2 - rama obrotowa, 3 - pojemnik wymienny



Rys. 10. Idea przewozów w systemie ALS

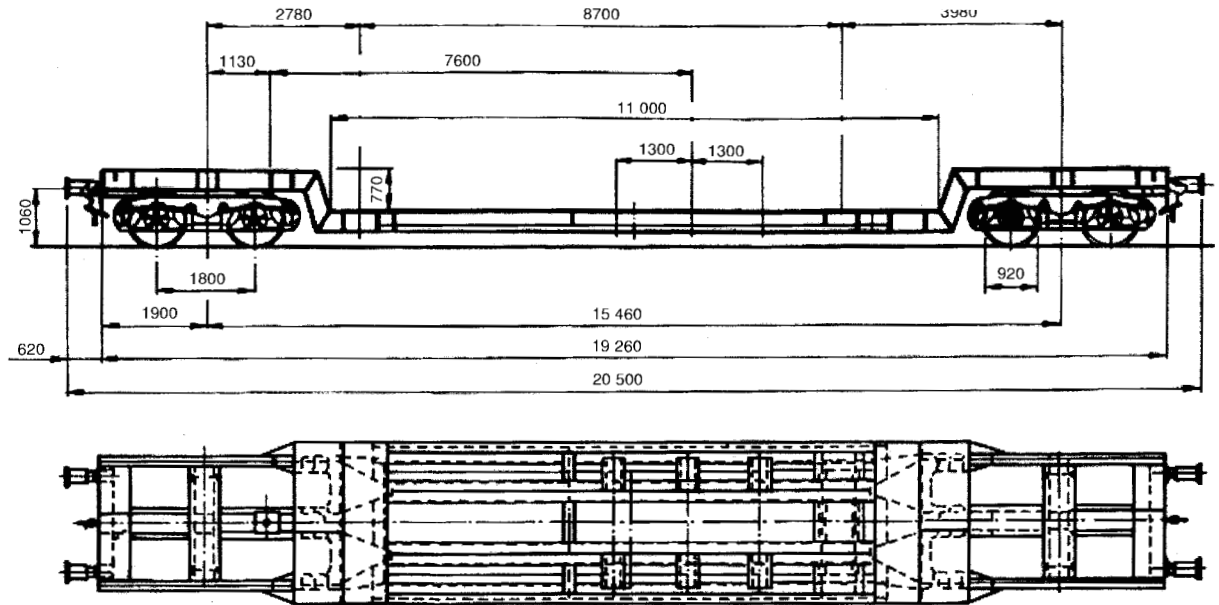
1 - naczepa siodłowa, 2 - urządzenie przeładunkowe, 3 - wagon specjalistyczny, 4 - plac ładunkowy

specjalnej infrastruktury przeładunkowej, a także możliwość załadunku i rozładunku przesyłki, np. tylko z jednego wagonu, niezależnie od usytuowania w składzie pociągu.

Nową technologią przewozów w transporcie kombinowanym kolejowo-drogowym jest system ALS (Automatic Loading System) – rysunek 10, który umożliwia przeładunek jednostek ładunkowych, głównie naczep siodłowych, pod siecią trakcyjną w bardzo krótkim czasie [2]. Przyjmuje się, że jednostkowy czas załadunku naczepy siodłowej wynosi ok. 2,5 min. Metoda ta wymaga wagonów platform z zagłębioną podłogą (rys. 11), które są wyposażone we własne urządzenia przeładunkowe – lawety samojezdne, mogące przemieszczać się poprzecznie do osi wagonu i posiadające podnośniki do podnoszenia i opuszczania naczep siodłowych.

Na proces technologiczny przeładunku składają się następujące operacje:

- sterowane centralnie, np. z lokomotywy, wagonowe urządzenia przeładunkowe (poz. 2, rys. 10) wyjeżdżają równocześnie z wagonu pod stojącą na placu ładunkowym naczepę siodłową; wyłącznik krańcowy ogranicza ruch urządzeń po osiągnięciu właściwej pozycji i automatycznie włącza podnośnik;
- równocześnie z podnoszeniem naczepy podnoszone są osie kół naczepy;
- następuje włączenie jazdy powrotnej urządzenia na wagon;



Rys. 11. Wagon specjalistyczny do transportu w systemie ALS

- po uzyskaniu dokładnej pozycji, wyłącznik krańcowy wyłącza jazdę urządzenia i włącza opuszczanie naczepy – naczepa siodłowa jest ustawiona na wagonie tak samo, jak na samochodzie, z przodu płyta sprzęgająca, z tyłu na kołach jezdnych.

Najnowszym podsystemem transportu kombinowanego jest transport bimodalny, w którym specjalnie przystosowane naczepy siodłowe przewożone są na wózkach kolejowych bimodalnych.

Prototypowe nowatorskie polskie rozwiązania w zakresie tego systemu prezentowane były w wielu publikacjach [6, 7] i dlatego publikacje te nie są omawiane.

### Podsumowanie

Przedstawione kolejowe środki transportowe do przewozów intermodalnych stanowią reprezentatywne przykłady dla danej grupy. Konstrukcje te powstały w ciągu ostatnich 10 lat i są dowodem ścisłej zależności środka transportowego od systemu logistycznego w którym jest wykorzystywany.

Względy proekologiczne oraz ograniczenie prac przeładunkowych przemawiają za szerszym wprowadzeniem metod transportu kombinowanego, które zasadniczo realizują przeładunki poziome. Metody te jednak nierozłącznie związane są z rozwojem z rozwojem konstrukcji środków transportowych zarówno kolejowych, jak i drogowych.



### Literatura

- [1] *The EUREKA – LOGCHAIN Programme*. Working group Meeting, Cracow University of Technology, Institute of Rail Vehicles 23rd – 25th April, 2001.
- [2] Kulikowski H., Tulecki A.: *Rozwój metod transportu kombinowanego na przykładzie środków transportu kolejowego*. II Konferencja Ogólnopolska „Transport multimodalny”. Gdańsk, 1999.
- [3] Kulikowski H.: *Metody kolejowo-drogowego transportu intermodalnego dla przeładunków ro-ro*. Czasopismo Techniczne Mechanika, 6-M/1998. Wyd. Politechniki Krakowskiej.
- [4] Grajner I., Studziński D.: *10-osiowy wagon niskopodłogowy typu Rola-Alpin*. Technika kolejowa w systemach logistycznych. Navigator nr 14. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2001.
- [5] *Le système de transfert rail-route „multiberces”*. Revue Generale Des Chemius No. 2, 1995.
- [6] Walczak S., Zbieć A.: *Transport bimodalny – rozwiązania konstrukcyjne*. Technika Transportu Szynowego 4/1997.
- [7] Medwid M.: *Polski tabor do transportu bimodalnego – rozwiązania konstrukcyjne*. II Konferencja Ogólnopolska „Transport multimodalny” Gdańsk, 1999.

Autorzy:  
dr inż. Henryk Kulikowski  
dr inż. Adam Tulecki  
Instytut Pojazdów Szynowych  
Politechniki Krakowskiej