

# Technika przesuwanych kół taboru warunkiem usprawnienia przewozów na styku kolei 1435/1520 mm

Janusz POLIŃSKI<sup>1</sup>

## Streszczenie

Ograniczeniem sprawnego ruchu kolejowego jest styk linii o różnych szerokościach toru. Przeładunek towarów lub wymiana wózków wagonowych taboru towarowego lub pasażerskiego wydłuża czas pobytu na przejściu granicznym. Sytuację radykalnie poprawiają rozwiązania przesuwanych kół zestawów kołowych.

Wśród czterech rozwiązań rozsuwanych kół, największym zainteresowaniem cieszy się system Talgo. System ten jest wykorzystywany w wielu krajach, a niebawem będzie wykorzystywany przez Federację Rosyjską w pasażerskim połączeniu Moskwy i Mińska Białoruskiego z Warszawą i Berlinem.

Rozwój takiego rozwiązania styku torów o różnych szerokościach powinien spowodować ponowne zainteresowanie polskim rozwiązaniem SUW 2000, zwłaszcza w odniesieniu do ruchu pasażerskiego pomiędzy Polską i Ukrainą.

**Słowa kluczowe:** transport, transport międzynarodowy, przesuwne koła wagonów

## 1. Wprowadzenie

Jednym z istotnych problemów eksploatacyjnych transportu kolejowego jest styk linii kolejowych o różnych szerokościach torów. Aktualnie na kontynencie europejskim, poza licznymi jeszcze liniami wąskotorowymi, są eksploatowane linie kolejowe o szerokościach: 1435, 1520 (1524 – Finlandia) i 1668 mm. Zespoły inżynierów i techników od wielu lat podejmują zadania dotyczące rozwiązań technicznych i technologicznych, umożliwiających płynne pokonywanie styku torów o różnych szerokościach. We Wspólnocie, styki linii kolejowych o różnych szerokościach torów występują na granicach:

- Francji (1435 mm) z Hiszpanią (1668 mm),
- Polski (1435 mm) z Litwą (1520 mm),
- Szwecji (1435 mm) z Finlandią (1524 mm).

W Polsce problematyka torów o różnych szerokościach istnieje także na granicach z państwami nienależącymi do Unii Europejskiej:

- Polski (1435 mm) z Rosją (1520 mm),
- Polski (1435 mm) z Białorusią (1520 mm),
- Polski (1435 mm) z Ukrainą (1520 mm).

Brak sprawnego pokonania tego utrudnienia transportowego, obniża jakość oferty przewozowej kolei w Polsce i jej konkurencyjność z transportem drogowym. Skutkuje to negatywnym wpływem zarówno na jakość przewozów towarowych, jak i pasażerskich.

## 2. Pokonywanie różnicy szerokości torów

System transportu ładunków, wykorzystujący linie kolejowe o różnej szerokości torów (*STŁ*) ma rozbudowaną strukturę, którą tworzą elementy:

- techniczne (*ET*),
- technologiczne (*ETC*),
- organizacyjne (*EO*)
- prawne (*EP*).

Można to przedstawić następującą zależnością:

$$STA = ET \cup ETC \cup EO \cup EP$$

Polityka transportowa Unii Europejskiej wskazuje na potrzebę znacznie większego wykorzystania transportu kolejowego wpisującego się w międzynarodowe łańcuchy dostaw towarów. Główne założenia wspólnotowej polityki transportowej zwracają uwagę na potrzebę:

- wdrożenia dyrektyw związanych z interoperacyjnością kolei przez harmonizację przepisów technicznych i eksploatacji konwencjonalnej sieci kolejowej,
- zapewnienia możliwości zwiększonego ruchu pociągów przez odpowiednie dostosowania infrastruktury,
- zagwarantowania wysokiego bezpieczeństwa na liniach kolejowych.

<sup>1</sup> Dr inż.; Instytut Kolejnictwa, Zakład Dróg Kolejowych i Przewozów; e-mail: jpolinski@ikolej.pl.

Jednocześnie wskazuje się na konieczność zrównoważonego rozwoju transportu, także w zakresie przewozów międzynarodowych.

Aby umożliwić funkcjonowanie tras przewozowych, złożonych z linii kolejowych o różnych szerokościach toru, można zastosować dwa rozwiązania charakteryzujące się ingerowaniem w:

- przewożony ładunek,
- konstrukcję podwozia taboru przewozowego.

Pierwsze rozwiązanie polega na przeładunku towarów z wagonu normalnotorowego do wagonu szerokotorowego lub odwrotnie, drugie na wymianie wózków wagonowych lub rozsuwanych kołach. Technologia zależy w dużej mierze od rodzaju przewożonego ładunku i w zależności od rodzaju ładunku, czynności przeładunkowe polegają na:

- przenoszeniu ładunków sztukowych,
- przesypywaniu ładunków sypkich,
- przelewania ładunków płynnych.

Czynności związane z przeładunkiem określonego rodzaju ładunku, dotyczą różnych technologii wykonywanych na specjalizowanych frontach ładunkowych granicznego rejonu przeładunkowego (rys. 1).



Rys.1. Fragment granicznego rejonu przeładunkowego w Medyce z frontem ładunkowym do przeładunku towarów sypkich i sztukowych [15]

W przewozach osób, istnieją dwie możliwości pokonywania bariery styku torów o różnej szerokości:

- wymiana wózków wagonowych (wagony szerokotorowe powinny mieć skrajnię taboru normalnotorowego),
- przesiadka podróżnych z jednego rodzaju taboru przewozowego do drugiego.

Wymiana wózków wagonowych wymaga posiadania odpowiedniego parku torów odstawczych, przeznaczonych do magazynowania wózków wagonowych (normalnotorowych i szerokotorowych). Wózki po-

winny być utrzymywane w sprawności technicznej. Przy zastosowaniu rozwiązania tego typu, pociągi pasażerskie przebywają na przejściu granicznym około trzech godzin. Największy taki punkt znajduje się po białoruskiej stronie kolejowego przejścia granicznego Terespol – Brześć. W praktyce eksploatacyjnej, obecnie nie stosuje się przesiadki podróżnych na stacji granicznej, chociaż przez wiele lat była praktykowana w Przemysłu.

Pobyt wagonów towarowych na przejściu granicznym trwa od 12 do 24 godzin. Eksploatowanie normalnotorowych wagonów towarowych na sieci 1520 mm i szerokotorowych na liniach 1435 mm jest stosowane w bardzo ograniczonym zakresie. Przykład frontu ładunkowego do wymiany wózków w wagonach towarowych pokazano na rysunku 2.



Rys. 2. Front ładunkowy granicznego rejonu przeładunkowego związany z wymianą wózków wagonowych [źródło: PKP Cargo]

Na granicy francusko-hispańskiej sprawne pokonywanie styków torów o różnych szerokościach odbywa się na stanowiskach do automatycznego przestawiania kół taboru kolejowego.

Konsekwencje przerwanej płynności ruchu kolejowego na polskich przejściach granicznych wzdłuż wschodniej granicy doprowadziły do opracowania krajowego rozwiązania systemu automatycznej zmiany rozstawu kół taboru kolejowego. Próbne stanowiska do nadzorowanej eksploatacji wybudowano na granicy polsko-litewskiej (Mockawa) i polsko-ukraińskiej (Mostiska). Poza przejazdami próbnymi i funkcjonowania w nadzorowanej eksploatacji, nie znalazły one powszechnego zastosowania w przewozach międzynarodowych. Informacje dotyczące kolejowych przejść granicznych stanowiących styk kolei normalnotorowych i szerokotorowych zamieszczono w tablicach 1 i 2.

Tablica 1  
Przejścia graniczne na północnej i wschodniej granicy Polski

Granica	Długość granicy [km]	Liczba kolejowych przejść granicznych
Polska – Federacja Rosyjska	232	3
Polska – Litwa	104	1
Polska – Białoruś	418	5
Polska – Ukraina	535	6
Łącznie	1289	15

Tablica 2  
Dobowe zdolności przyjęcia ładunków w wagonach kolei 1520 mm przez stacje graniczne PKP

Przejście graniczne	Liczba wagonów szerokotorowych [szt. na dobę]
Braniewo – Mamonowo (p, t)	165
Głomno – Bagradionowsk (t)	b.d.
Skandawa – Żeleznodorożnyj (t)	b.d.
Trakiszki – Mockawa (p, t)	34
Czeremcha – Wysokolitowsk (p, t)	b.d.
Kuźnica – Grodno (p, t)	60
Siemianówka – Świsłocz (t)	162
Terespol / Małaszewicze – Brześć (p, t)	636
Zubki – Bieriesławica (t)	b.d.
Dorohusk – Jagodzin (p, t)	150
Hrebenne – Rawa Ruska (p)	-
Hrubieszów – Izow (p, t)	320
Krościenko – Hyrów (p)	-
Werchrata – Rawa Ruska (t)	100
Przemysł / Medyka – Mostiska (p, t)	260

p – obsługa ruchu pasażerskiego, t – obsługa ruchu towarowego.

Obecnie w Europie Środkowo-Wschodniej, styk torów o szerokości 1435 mm z torami o szerokości 1520/1524 mm istnieje na 16 kolejowych przejściach granicznych. Warto zaznaczyć, że połowa z nich leży na paneuropejskich ciągach transportowych.

### 3. Usprawnienia techniczne dla pociągów związane z przekraczaniem styku torów o różnych szerokościach

Dokumenty strategiczne dotyczące dalszego rozwoju transportu europejskiego zakładają wzmocnienie roli transportu kolejowego w zintegrowanym systemie transportowym. Z tego względu będą podjęte działania,

które wzmocnią pozycję transportu szynowego, przez co wpłyną na podniesienie konkurencyjności kolei względem innych gałęzi transportu. Będzie to dotyczyło jakości ofert przewozowych, w których ważnymi elementami będzie czas przejazdu i bezpieczeństwo. Zadanie to będzie realizowane przez inwestycje oraz zmiany organizacyjne i technologiczne.

Mając na uwadze przewidywany wzrost wielkości przewozów w kierunku wschód – zachód jest pożądanym taki system, który pozwoli na zmniejszenie kosztów obecnie ponoszonych, związanych z technologią przemieszczania ładunków i przewozu osób na styku sieci kolejowych o różnych szerokościach torów. Taki system musi być przyjazny dla środowiska naturalnego, dlatego rozwiązanie powinno spełniać następujące wymagania:

- jakościowe – pozwalające zapewnić przemieszczenie ładunków bez uszkodzeń oraz zagwarantować pasażerom niczym nie zakłóconą podróż,
- ekonomiczne – zapewniające pasażerom oraz przewożonym ładunkom krótki czas przejazdu przez granicę, przy niskich kosztach i małej pracochłonności,
- technologiczne – gwarantujące proste i bezawaryjne przemieszczenie pojazdu kolejowego pomiędzy torami o różnej szerokości,
- infrastrukturalne – umożliwiające korzystanie ze znacznie mniejszych przestrzeni do wykonania wszystkich niezbędnych czynności granicznych, celnych, fitosanitarnych i innych,
- ekologiczne – eliminujące wszelkie czynności, których realizacja mogłaby zagrażać środowisku naturalnemu.

W Europie powstały cztery rozwiązania umożliwiające płynne pokonanie różnic szerokości torów:

- CAF Brava (Hiszpania),
- SUW 2000 (Polska),
- Rafil / DB (Niemcy),
- Talgo RD (Hiszpania).

Poza Europą rozwiązanie takie zaprojektowano w Japonii.

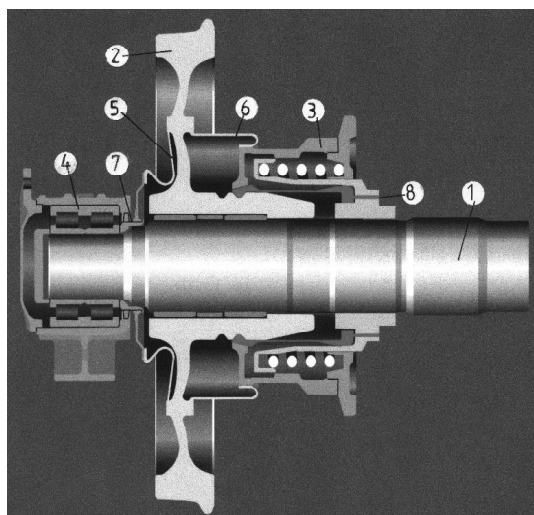
#### System CAF Brava (Hiszpania)

Rozwiązanie jest produkowane przez firmę Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) S.A. i ma znaczenie lokalne. Wykonane dla tego systemu zestawy kołowe wraz z urządzeniem umożliwiającym przesuwanie kół na stanowisku przestawczym, są montowane nie tylko w wagonach, ale także w spalinowych i elektrycznych zespołach trakcyjnych. W trakcie przedstawiania następuje odciążenie rozsuwanych kół od masy pojazdu. Tabor wyposażony w system CAF Brava umożliwia kursowanie pociągów z maksymalną prędkością 250 km/h. System jest stosowany tylko do taboru pasażerskiego i jak dotąd nie doczekał się opracowania

konstrukcji umożliwiającej wykorzystanie w taborze towarowym. Przykład działania systemu można zobaczyć na filmie, zamieszczonym na stronie internetowej CAF Brava: [http://www.youtube.com/watch?v=nGn0o\\_wFsGI](http://www.youtube.com/watch?v=nGn0o_wFsGI).

### System SUW 2000 (Polska)

Istota rozwiązania polega na przejeździe wagonów wyposażonych wózki z zestawami o zmiennym rozstawie kół przez torowe stanowisko przestawcze. Proces rozsuwania kół odbywa się bez odciążania zestawu kołowego. W obrębie stanowiska przestawczego przejazd wagonów odbywa się w sposób ciągły z prędkością 5-30 km/h. Czas potrzebny do zmiany rozstawu kół w pojedynczym wagonie wynosi 5-10 sekund. Wagony mogą bez zatrzymania i rozładunku kontynuować jazdę po torze o innej szerokości. Konstrukcja zestawu kołowego umożliwia jego montaż we wszystkich typowych wagonach towarowych i pasażerskich [8]. Budowę zestawu kołowego pokazano na rysunku 3.



Rys. 3. Zestaw kołowy systemu SUW 2000;  
1) oś zestawu kołowego, 2) koło zestawu kołowego,  
3) mechanizm blokujący, 4) łożysko wraz z obudową,  
5) obudowa zewnętrzna, 6) obudowa wewnętrzna  
7) pierścień oporowy, 8) nakrętka samozaciskowa

Fazy zmiany rozstawu kół na stanowisku przestawczym są następujące:

- Wjazd zestawu kołowego na stanowisko przestawcze po stronie toru 1435 mm; koła są zablokowane i prowadzone obrzeżami w szynach rowkowych.
- Lewe obrzeże najeżdża na szynę odblokowującą, co powoduje przesunięcie tulei blokującej i zwolnienie blokady tulei rozprężnej. Następuje uwolnienie lewego koła. Zablokowane prawe koło służy w tym czasie do prowadzenia zestawu kołowego.
- Uwolnione lewe koło jest przesuwane przy użyciu rozbieżnej szyny rowkowej aż do osiągnięcia rozstawu

toru 1520 mm. Podczas procesu przesuwania koła, tuleja rozprężna przemieszcza się do drugiego rowka. Prawe koło nadal pełni funkcję prowadzenia zestawu.

- Zjazd lewego obrzeża z szyny odblokowującej powoduje nasunięcie tulei blokującej na tuleję rozprężną i zablokowanie koła w położeniu połowy rozstawu toru 1520 mm. W tym momencie lewe koło przejmuje funkcję prowadzenia zestawu.
- Prawe koło powtarza wszystkie czynności, jakie do tej pory dotyczyły koła lewego.
- Po zakończeniu przesuwania prawego koła i jego zablokowaniu, następuje zjazd zestawu kołowego ze stanowiska przestawczego po torze 1520 mm. Działanie systemu można zobaczyć na filmie zamieszczonym na stronie Internetowej: <http://www.youtube.com/watch?v=-pHEXOfYkYg>.

### System Rafil/DB AG typ V (Niemcy)

System niemiecki ma podobną budowę do systemu SUW 2000 i jest z nim kompatybilny. Wykonano stanowisko przestawcze oraz wyprodukowano kilka zestawów kołowych zmontowanych do wagonów. Nie przeprowadzono jednak próbnego eksploatacji wagonów. Stanowisko przestawcze oraz wagon wyposażony w zestaw kołowy tego systemu pokazano na rysunku 4.



Rys. 4. Stanowisko przestawcze systemu Rafil/DB AG typ V [11]

### System Talgo (Hiszpania)

Liderem na rynku produkcji taboru kolejowego z systemem przesuwanych kół wagonów jest kolejowy przemysł hiszpański i koncern Talgo. Z tym systemem jest kojarzona przede wszystkim technologia przesuwanych kół wagonów, chociaż nie to właśnie znalazło wcześniejsze i większe zastosowanie na kolei. Początkiem działalności firmy stało się wspólne działanie inż. A. Oriola i grupy finansowej Lehman Brothers, które doprowadziło do skonstruowania dla Madrytu pierwszego, lekkiego pojazdu spalinowego, złożonego

z pojazdów o zmniejszonych wymiarach gabarytowych. Nadano pociągowi nazwę *Tren Articulado Ligero Goi-coechea Oriol*, którą skrócono do słowa Talgo (nazwa firmy: Patentes Talgo S.A.). Produkcję podobnych pociągów rozpoczęto jednocześnie w USA (firma: American Car & Foundry). Rozwój technologii Talgo oparto na czterech, fundamentalnych dla niej charakterystycznych cechach:

- 1) krótkich nadwoziach wagonów pasażerskich o lekkiej konstrukcji, wykonanych głównie z aluminium,
- 2) zespolonym składzie wagonów,
- 3) obniżeniu środka ciężkości wagonu przez ograniczenie jego wysokości,
- 4) zastosowanie specjalnej konstrukcji wózków jednoosiowych (wspólny wózek dla dwóch wagonów).

Pozwoliło to uzyskać lepsze właściwości biegowe wagonów, przez co osiągnano znacznie wyższe prędkości jazdy po istniejących torach. W 1950 roku amerykańska firma American Car & Foundry wyprodukowała pociąg nowej generacji systemu Talgo II, w którym po raz pierwszy zastosowano klimatyzację i włączono wagony restauracyjne. Pociągi mogły być eksploatowane z prędkością 145 km/h. Kursowały m.in. na linii między Nowym Jorkiem i Bostonem. W 1964 roku w Hiszpanii opracowano pociągi systemu Talgo III prowadzone nowymi lokomotywami spalinowymi niemieckiego koncernu Krauss-Maffei, które mogły rozwijać prędkość 200 km/h [6]. Wskutek wzrostu europejskiego ruchu turystycznego, zaczęto rozpatrywać zastosowanie w pociągach Talgo przesuwnych kół wagonów. Takie rozwiązanie umożliwiłoby kursowanie pociągów także po liniach o rozstawie 1435 mm. W rozważaniach konstruktorzy rozwiązania wykorzystali małą masę wagonów Talgo, co umożliwiło odciążanie osi podczas przesuwania kół. W 1968 roku w części wagonów wymieniono zestawy kołowe na zestawy z przesuwными kołami (technologia Talgo III RD). Pierwsze takie pociągi uruchomiono w relacjach: Madryt – Paryż i Barcelona – Genewa.

Pociągi systemu Talgo III produkowano do 1984 r. Na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia koncern opracował kolejną generację systemu, którą nazwano Talgo IV. W kolejnych latach pojawiły się dalsze modyfikacje tego rozwiązania w postaci Talgo V, Talgo VI i Talgo 200 – technologia Talgo Pendular. Pojazdy systemu Talgo III zostały wycofane w 2009 roku [6]. W systemie Talgo można wyróżnić następujące fazy przesuwania kół:

- odciążanie kół; obciążenie jest przesunięte do zewnętrznych prowadnic,
- uwolnienie bocznego blokowania kół,
- przesunięcie kół do ich nowych pozycji (od rozstawu A do rozstawu B lub odwrotnie),
- boczne blokowanie kół po ich przesunięciu do nowej pozycji,

- dociążenie kół: obciążenie jest przesunięte z zewnętrznych prowadnic na koła.

System przesuwnych kół Talgo pierwotnie był stosowany jedynie dla wagonów pasażerskich. Stąd też na stanowisku przestawczym mogły być obsługiwane jedynie wagony. Było to także związane z potrzebą dokonywania czynności manewrowych w czasie przestawiania. Przejazd przez stanowisko przestawcze składał się z następujących faz:

- odczepienie lokomotywy liniowej przed stanowiskiem przestawczym,
- przejazd lokomotywy na koniec składu pociągu,
- przepchnięcie części składu przez stanowisko przestawcze,
- odczepienie i odjazd lokomotywy od nieprzestawionych wagonów,
- dojazd drugiej lokomotywy od strony przestawionej części składu pociągu i kontynuacja przeciągania składu pociągu przez stanowisko przestawcze.

Działanie systemu pokazano na filmie zamieszczonym na stronie internetowej: <http://www.youtube.com/watch?v=8c7ehHel2z8&feature=related>.

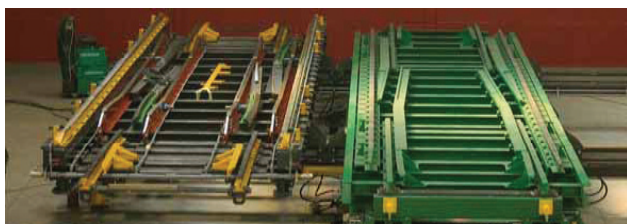
Rozbudowany układ przesuwu na zestawie kołowym, a także umieszczenie na nim hamulca tarczowego, uniemożliwiało wygospodarowanie miejsca na elementy napędu osi. Opisana technologia przestawiania uległa znacznemu uproszczeniu po opracowaniu systemu przesuwnych kół dla zestawów napędowych. Obecnie taką możliwość mają elektryczne zespoły trakcyjne oraz lokomotywy elektryczne, które razem z wagonami realizują proces rozsuwania kół na stanowiskach przestawczych, przejeżdżając przez nie z prędkością 15 km/h. Ponieważ w Hiszpanii eksploatuje się system Talgo i system CAF Brava, wiele punktów przestawczych stosuje dwa rozwiązania, co pokazano na rysunku 5.



Rys. 5. Stanowisko przestawcze systemu TALGO, po lewej stronie fragment stanowiska CAF Brava [13]

Z uwagi na fakt, że w punktach przestawczych eksploatowano jednocześnie dwa stanowiska, w 2000 roku rozpoczęto prace związane z konstrukcją takiego stanowiska, na którym istniałaby możliwość obsługi pociągów obu systemów. Efektem było stanowisko TCRS-1 z dwiema płytami, na których umieszczono stanowiska przestawcze. W zależności od potrzeby płyta była umieszczana w torze kolejowym. Czas potrzebny na wymianę płyty wynosił około 15 minut, co wydłużało proces przestawiania.

W 2007 roku to rozwiązanie zmodernizowano. Obie płyty umieszczono poziomo i w miarę potrzeby przesuwano na torowisko (stanowisko TCRS-2), przez co o połowę skrócono czas przestawiania płyt. To rozwiązanie wymagało odpowiedniej przestrzeni po obu stronach stanowiska toru. Główne elementy stanowiska TCRS-2 przedstawiono na rysunku 6. W 2010 roku opracowano stanowisko TCRS-3, na którym płyta jest wysuwana i ustawiana pionowo.



Rys. 6. Stanowisko Talgo i CAF Brava (elementy stanowiska TCRS-2) [1]

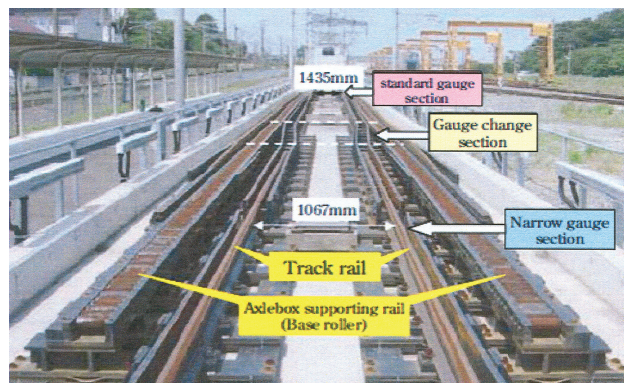
Usprawnienie międzynarodowych, europejskich przewozów towarowych i pasażerskich, gdzie dominują rozstawy torów 1435 mm, 1520 mm, 1668 mm, prowadzi do poszukiwania rozwiązań mających na celu szersze niż dotychczas wykorzystanie automatycznego przestawiania kół taboru kolejowego. Obecnie w Hiszpanii są prowadzone prace dotyczące opracowania stanowiska, na którym mogłyby być przestawiane wagony wszystkich czterech systemów europejskich (Talga RD (Hiszpania), CAF Brava (Hiszpania), SUW 2000 (Polska) i Rafil / DB (Niemcy)).

Prace prowadzone w tym zakresie tworzą nowe podejście do systemów przesuwanych kół w pojazdach szynowych i do technologii przewozu ładunków. Przewoźnik będzie mógł wybrać dowolny system dla swojego taboru przewozowego, co umożliwi mu przejazd dowolnymi trasami europejskiego systemu kolejowego. Jedynym warunkiem technicznym będzie to, aby cały skład pociągu był złożony z taboru wykonanego w jednym systemie. W przeciwnym razie skład pociągu będzie wymagał dzielenia przed przejazdem przez stanowisko przestawcze. Warto zaznaczyć, że konstrukcja stanowiska umożliwi jego zainstalowanie także pod siecią trakcyjną [6]. System może być wykorzystany również w taborze towarowym.

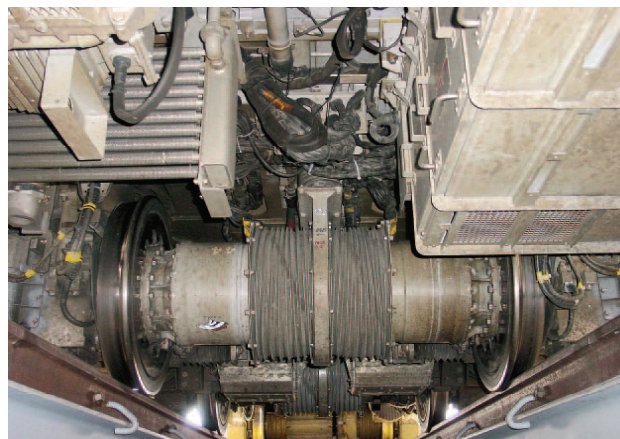
### System japoński

Sieć szybkich kolei w Japonii ma tory o szerokości 1435 mm, natomiast konwencjonalne linie kolejowe mają szerokość torów 1067 mm. Powstał zatem problem dojazdu szybkich pociągów do miejscowości, do których nie dociera szybka kolej. Ponieważ po liniach dużych prędkości nie kursują pociągi towarowe, nie zastanawiano się nad wykorzystaniem systemu dla kolejowego ruchu towarowego.

Do opracowania systemu pozwalającego na pokonanie tej bariery technicznej przystąpił w 1997 roku Instytut Naukowo-Techniczny Kolejnictwa Japonii. Pierwszy elektryczny zespół trakcyjny powstał w 1998 r. Był to pojazd dwusystemowy, umożliwiający kursowanie zarówno po liniach szybkich kolei (25 kV, 50 Hz), jak i pozostałych liniach (1,5 kV prądu stałego). Pojazd był poddany kompleksowym badaniom w USA. Mógł poruszać się z prędkością  $V_{max} = 210$  km/h. Po blisko 10 latach prób, opracowano drugi pojazd, którego badania prowadzono w 2009 roku. Pojazd mógł poruszać się z prędkością  $V_{max} = 270$  km/h. Na rysunku 7 pokazano widok stanowiska przestawczego, a na rysunku 8 konstrukcję zestawu kołowego.



Rys. 7. Stanowisko przestawcze kolei japońskich [4]



Rys. 8. Zestaw kołowy systemu przesuwanych kół rozwiązania japońskiego [7]

#### 4. System Talgo w Federacji Rosyjskiej

Dla przewozów pasażerskich, głównie z Moskwy do Europy Zachodniej, podstawowym problemem jest postój na granicy z Unią Europejską, związany z koniecznością wymiany zestawów kołowych. W odniesieniu do transportu pasażerskiego, strategia kolei Federacji Rosyjskiej do 2020 roku zakłada m.in. podniesienie jakości przewozów w ruchu międzynarodowym, z czym jest związane skrócenie czasów przejazdu i podniesienie prędkości na liniach kolejowych.

Istotne znaczenie w ruchu międzynarodowym dla kolei RZD ma linia korytarza paneuropejskiego Moskwa – Mińsk – Brześć / Terespol – Warszawa – Berlin. Odcinek linii szerokotorowej o długości 1078 km wymaga wielu prac modernizacyjnych. W wyniku analizy wielu wariantów rozwiązań dla tej linii, wybrano rozwiązanie oparte na systemie Talgo, który zapewni:

- samoczynne przestawianie kół wagonów w Brześciu,
- podniesienie prędkości dzięki wykorzystaniu lekkich wagonów Talgo z systemem przechylnego nadwozia.

Podczas Międzynarodowego Forum Gospodarczego w Petersburgu (2011 rok) koleje RZD podpisały z firmą Talgo porozumienie w sprawie opracowania konstrukcji i realizacji budowy 7 pociągów, z których cztery byłyby przeznaczone dla tej linii, a trzy do połączenia Moskwy z Kijowem. Dzięki takiemu rozwiązaniu zamierza się skrócić czas przejazdu trasy Moskwa – Berlin z obecnych 27 do 18 godzin. Skrócenie czasu podróży uzyska się na skutek znacznie krótszego pobytu pociągu na przejściu granicznym z Unią Europejską, modernizacji linii i zastosowaniu lekkiego taboru z wychylnym nadwoziem systemu Talgo.

Każdy pociąg będzie składał się z 20 wagonów Talgo [17]. Koszt pociągów oszacowano na ponad 100 mln € [18]. Wstępnie obliczono, że wymagane nakłady finansowe na budowę stanowiska przestawczego wyniosą 120 000 € [19]. Obliczono również, że zastosowanie pociągów Talgo na linii Berlin – Moskwa pozwoli zaoszczędzić na modernizacji około 20 mld rubli [20] (około 400 mln €). Linia szerokotorowa na terenie Białorusi jest już zmodernizowana, a prace na odcinku rosyjskim ukończono w 2014 roku. W dalszych planach przewiduje się wybudowanie nowej linii dostosowanej do prędkości pociągów 300 km/h, z możliwością przedłużenia jej do Warszawy [24].

Kolejowe przewozy dalekobieżne w Federacji Rosyjskiej są w 98% realizowane wagonami sypialnymi. Na skutek fizycznego zużycia, pilnej wymiany wymaga 5000 wagonów sypialnych. Firma Talgo zainteresowała się także tym problemem, oferując możliwość produkcji wagonów sypialnych. Koleje RZD postawiły jednak warunek, że ich produkcja musiałaby odbywać się w Federacji Rosyjskiej [21].

W styczniu 2010 roku przekazano Rosji cztery wagony systemu Talgo do przeprowadzenia badań i prób eksploatacyjnych. Badania przeprowadzono na torze doświadczalnym w Szczerbince pod Moskwą (rys. 9) w różnych warunkach pogodowych, ze szczególnym uwzględnieniem okresu zimowego. Po badaniach na okręgu doświadczalnym i przejazdach próbnych na trasie Moskwa – Brześć, sformułowano wiele wniosków do uwzględnienia przy budowie pociągów. Stały się one podstawą do podpisania w styczniu 2012 roku aneksu do umowy z koncernem Patentes Talgo. W aneksie uwzględniono zagadnienia dotyczące m.in. optymalizacji wymiarów wagonów, dostosowania systemu hamulcowego do standardów kolei 1520 mm, kompatybilności elektromagnetycznej i dostosowania do warunków pogodowych panujących w Rosji.



Rys. 9. Wagon Talgo na torze doświadczalnym w Szczerbince koło Moskwy [23]

Po opracowaniu zakresu wymaganych zmian i modyfikacji rozwiązań, zweryfikowano także koszty zakupu siedmiu pociągów. Ich wartość podniesiono ze 100 mln € na 135 mln € (bez VAT). Docelowo będzie to prawdopodobnie odmiana pociągu Talgo 250. Pociągi mają być dostarczone w latach 2014–2015 [22].

W sierpniu 2013 roku powołano białorusko-rosyjski zespół do budowy stanowiska przestawczego w Brześciu i rozpoczęto prace przygotowawcze, w Moskwie natomiast przygotowywane jest zaplecze techniczne dla pociągów.

W kwietniu 2014 roku do Federacji Rosyjskiej dotarł pierwszy skład Talgo. Przeszedł badania eksploatacyjne na okręgu doświadczalnym kolei RZD w Szczerbince pod Moskwą (rysunek 10) i jazdy próbne, poprzedzające dopuszczenie do eksploatacji na trasie Moskwa – Niżnyj Nowgorod. Prawdopodobnie na tej trasie będą kursowały pociągi pierwotnie przewidziane do obsługi trasy Moskwa – Kijów.



Rys. 10. Pociąg Talgo na okręgu doświadczalnym kolei RZD Szczerbinka [25]



Rys. 12. Wnętrze hali produkcyjnej wagonów Tupar Talgo w Kazachstanie [29]

## 5. Międzynarodowa ekspansja systemu Talgo i stopniowo zapominany SUW 2000

W 1990 roku koleje niemieckie zakupiły osiem pociągów systemu Talgo do prędkości 200 km/h. Pociągi obsługiwały nocne relacje pomiędzy Berlinem i Hamburgiem a miastami położonymi na południu Niemiec. Pociągi zyskały duże uznanie podróżnych, co doprowadziło do zakupu w 1995 roku kolejnych dwóch składów Talgo.

W 2003 roku pociągi Talgo Pendular zamówiły koleje Kazachstanu. Były to wagony bez przesuwanych kół. Składy pociągów złożone z tych wagonów obsługują relacje Astana – Ałma-Ata (rysunek 11). Odległość 1340 km pociągi przemierzają w czasie 12 godzin i 35 minut, podczas gdy konwencjonalnymi składami w ciągu 22 godzin. W 2010 roku, wspólnie z koncernem Talgo podjęto decyzję o budowie w Kazachstanie zakładu produkującego wagony pasażerskie dla tego systemu, o docelowej zdolności produkcyjnej 150 wagonów na rok. Wnętrze hali produkcyjnej pokazano na rysunku 12.



Rys. 11. Pociąg Talgo kolei kazachskich [26]

W 2011 roku koleje Uzbekistanu zakupiły za kwotę 38 mln € cztery pociągi Talgo 250 do obsługi linii Taszkient – Samarkanda (rysunek 13). Na krótkim odcinku tej trasy pociągi kursują z prędkością ponad 200 km/h, a odległość 344 km pokonują w 2 godziny. Warto podkreślić, że podczasjazd próbnych na tej trasie pociąg pokonał trasę w 90 minut i osiągnął prędkość 253 km/h.



Rys. 13. Pociąg Talgo kolei Uzbekistanu na dworcu w Samarkandzie [27]

Należy zauważyć, że w opisanych przypadkach zakupy zrealizowano nie ze względu na możliwość przesuwanych kół wagonów systemu Talgo, a ze względu na możliwość podwyższenia jakości oferty przewozowej, przy możliwie minimalnych nakładach na infrastrukturę torową. Uzyskano to przez wprowadzenie do eksploatacji niskich, krótkich i lekkich wagonów, wyposażonych w system przechyłnego nadwozia systemu Talgo. Eksploatacja takich wagonów umożliwiła podwyższenie prędkości kursowania pociągów na istniejących liniach o dużych krzywiznach i pochyleniach torów, co spowodowało skrócenie czasu przejazdu.



Koncern Talgo dostarczył także pociągi tego systemu do Chorwacji oraz Bośni i Hercegowiny. Ta ostatnia zakupiła pięć pociągów spalinowych Talgo do obsługi linii łączących Sarajewo z Belgradem, Zagrzebiem, Lublaną, Wiedniem i Budapesztem. Także Serbia zakupiła cztery pociągi tego typu. Dla pociągów eksploatowanych w tym rejonie, koncern Talgo zorganizował w Sarajewie regionalne centrum serwisowe.

Od 1999 roku pociągi systemu Talgo zaczęły kursować w Finlandii (wagony Talgo 22) w połączeniach Intercity ze Szwecją. Warto zaznaczyć, że koleje fińskie (rozstaw torów 1524 mm) dzięki systemowi Talgo usprawniły pasażerski ruch kolejowy z sąsiednią Szwecją (rozstaw torów 1435 mm). Do tej pory pociągi Talgo są eksploatowane w 12 krajach Europy, Ameryki Północnej i Azji [6], a także od 2012 roku w Argentynie (rysunek 14).



Rys. 14. Pociąg Talgo kolei argentyńskich [28]

Dwa stanowiska systemu SUW 2000 zainstalowano na terenie sąsiednich zarządów kolejowych, tj. po stronie litewskiej (Mockawa) i ukraińskiej (Mostiska), co nie ułatwiało ich dozoru i konserwacji przez stronę polską. Jedno stanowisko zostało zmontowane w Dorohusku. Eksploatacja torowego stanowiska przestawczego do przewozów towarowych zakończyła się po eksploatacji nadzorowanej. Wykorzystując stanowisko przestawcze w Mockawie, kilka wagonów towarowych przeszło kilkaset zmian szerokości toru i pokonało ponad 100 tys. km tras.

Obecnie nie są wykonywane przewozy towarowe i pasażerskie z wykorzystaniem stanowisk przestawczych SUW 2000. Stanowisko w Mockawie zostało zdemontowane przez stronę litewską – rysunek 15, co było związane z przygotowaniem do realizacji projektu budowy normalnotorowej linii pasażerskiej przez Litwę, Łotwę i Estonię.



Rys. 15. Zdemontowane torowe stanowisko przestawcze SUW 2000 w Mockawie [14]

## 6. Efekty zastosowania w praktyce eksploatacyjnej automatycznej zmiany rozstawu kół

Zastosowanie w eksploatacji taboru kolejowego wyposażonego w zestawy kołowe umożliwiające automatyczną zmianę rozstawu kół, jest związane z dużymi korzyściami zarówno w przewozach pasażerskich, jak i towarowych. Do oceny porównawczej różnych sposobów pokonywania naturalnej bariery różnej szerokości torów, należy brać pod uwagę następujące parametry:

1. Czas przejścia wagonu przez styk torów o różnej szerokości (ten czas wynika z technologii pokonywania styku torów o różnych szerokościach). Mogą być brane pod uwagę trzy technologie:
  - przeładunek towarów w relacji wagon – wagon (technologia polega na manipulowaniu ładunkami na specjalnych frontach ładunkowych),
  - wymiana zestawów kołowych lub wózków wagonowych (technologia polega na wymianie części bieżących wagonu bez manipulowania ładunkami; jest uzależniona od liczby stanowisk do wymiany wózków wagonowych),
  - rozsuwanie kół na stanowisku przestawczym (technologia umożliwiającą automatyczne dostosowanie zestawów kołowych do szerokości toru; proces odbywa się podczas jazdy pociągu bez potrzeby manipulowania ładunkiem).
2. Stopień mechanizacji czynności technologicznych (najniższy przy przeładunkach pośrednich, nieco większy przy wymianie wózków wagonowych i najwyższy w systemie przesuwnych kół wagonów).
3. Zajętość terenu (najmniejsza, na stanowisku przestawczym, największa przy przeładunku towarów, gdyż teren powinien mieć odpowiednio przygotowaną infrastrukturę oraz maszyny i urządzenia przeładunkowe; rejon przeładunkowy powinien być wyposażony w specjalizowane fronty przeładunkowe, dostosowane do rodzajów ładunków).

4. Pracochność związana z zastosowanym rozwiązaniem technicznym i wynikajacą z tego technologii (najniższa pracochność jest związana ze stanowiskiem przestawczym).
  5. Wydajność (największą wydajność ma stanowisko przestawcze).
  6. Koszt zmiany szerokości toru (największy koszt wystąpi w rozwiązaniu z przeładunkiem towarów).
  7. Możliwość uszkodzenia ładunku (manipulowanie ładunkami, zwłaszcza sztukowymi, jest zawsze związane z dużym prawdopodobieństwem ich uszkodzenia; dotyczy to w szczególności wyrobów gotowych, a w mniejszym stopniu surowców; problemy takie nie występują podczas wymiany wózków lub rozsuwania kół wagonów).
  8. Ochrona środowiska naturalnego (wszelkie manipulowania ładunkami mogą stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego; dotyczy to w szczególności ładunków niebezpiecznych, a także ładunków syplikich pylistych, przewożonych luzem).
2. Wymiana wózków wagonowych:
    - Czas związany z dostosowaniem wagonu do możliwości jazdy po innej szerokości toru jest związany z liczbą stanowisk. Przy założeniu, że istnieje osiem stanowisk, a liczba zatrudnionych osób umożliwia jednoczesną obsługę każdego wagonu, czas wymiany wózków wyniesie około 20 minut.
    - Koszt wymiany wózków będzie się składał z kosztów: robocizny pracowników obsługi, pracy podnośników, pracy lokomotywy lub przeciągarek zaangażowanych do przemieszczania wózków wagonowych i kosztu podstawienia wagonów na stanowisko wymiany wózków wagonowych.
  3. Rozsuwanie kół na stanowisku przestawczym:
    - Czas zmiany rozstawu kół wraz z obsługą rewidentką wyniesie około 15 minut.
    - Koszty wynikają z pracy rewidenta i pracy lokomotywy przeciągającej wagony przez torowe stanowisko przestawcze.

Przykładowe charakterystyki wymienionych procesów technologicznych obsługi związanej ze zmianą szerokości toru dla ośmiu wagonów krytych z materiałami budowlanymi na paletach są następujące:

1. Przeładunek przewożonego ładunku:
  - Czas przeładunku w relacji wagon – wagon przy wykorzystaniu rampy dwukrawędziowej, wyposażonej w dwa wózki widłowe wyniesie 300 min. Nie oznacza to, że po tym czasie wagony będą zabrane z frontu ładunkowego. Postój będzie związany z planową obsługą frontu ładunkowego i w przypadku trzech obsług frontu ładunkowego na dobę, wyniesie 8 godzin (480 min). Potencjalna, dobowo wielkość przeładunku będzie uzależniona od długości frontu ładunkowego i wyposażenia technicznego, służącego do mechanizacji czynności przeładunkowych.
  - Koszt przeładunku będzie związany z kosztem eksploatacji wózków widłowych, zatrudnionych pracowników, zabezpieczania ładunku na czas przewozu i kosztu podstawienia i zabrania wagonów z frontu ładunkowego.

Przykład wieloparametrowej oceny organizacyjno-ekonomicznej możliwych technologii pokonywania różnic szerokości torów zamieszczono w tablicy 3.

Pod względem czasu obsługi wagonu i wydajności zastosowanej technologii, należy stwierdzić, że najefektywniejsze jest zastosowanie systemu rozsuwanych kół wagonów. Trzeba jednak pamiętać, że wdrożenie takiego rozwiązania generuje duże koszty przygotowania taboru przewozowego do funkcjonowania w takim systemie. Jednak w dłuższej perspektywie, zastosowanie tego rozwiązania spowoduje oszczędności w liczbie taboru przewozowego, przeznaczonego do wykonania zadań przewozowych. Dzięki skróceniu czasu pobytu na przejściu granicznym, zmniejszy się czas obrotu wagonów, co w efekcie spowoduje mniejsze zapotrzebowanie na tabor przewozowy. Będzie to uzależnione od odległości przewozu. Im odległość odbiorcy i nadawcy od granicy jest mniejsza, tym mniejsze będzie zapotrzebowanie na wagony przy tych samych wielkościach zadań przewozowych. System jest najbardziej efektywny w przewozach na odległość do 1000–1500 km.

Tablica 3

### Wieloparametrowa ocena organizacyjno-ekonomiczna możliwych technologii pokonywania różnic szerokości torów przez wagon cysternę lub kontener zbiornikowy

Przewóz paliw płynnych pomiędzy kolejami 1435/1520 mm	Czas obsługi [min]	Wydajność [t/h]	Współczynnik zajętości terenu	Koszty jednostkowe [zł/t]
Przeładunek kontenera cysterny z wagonu na wagon	6	215,0	4,5	69,02
Przepompowywanie z cysterny do cysterny	40	90,0	4,0	73,00
Wymiana wózków przez podnoszenie nadwozia	20	180,0	2,0	45,23
Rozsuwanie kół na torowym stanowisku przestawczym	0,5	7200,0	0,8	35,22

W obliczeniach wykorzystano dane z [2]

System przesuwnych kół w wagonach pasażerskich zapewni znaczną poprawę jakości oferty przewozowej. Podróżni nie muszą się przesiadać z jednych wagonów do drugich lub oczekiwać na granicy w trakcie wymiany wózków 3 wagonowych. Przy wspólnej odprawie granicznej i celnej, trwający obecnie 2–3 godzinny pobyt na granicy, może być skrócony dzięki przesuwym kołom nawet do 30 minut.

Na początku obecnej dekady, w opracowaniu spółki Rail Polska [3], rozważano zastosowanie systemu Talgo do przewozów towarowych. W tym celu wykonano analizę opłacalności przewozów towarowych na styku kolei 1435/1520 mm z zastosowaniem systemu Talgo dla różnych odległości przewozu, a także analizę finansową trzech relacji przewozowych, związanych z przewozem kontenerów, kruszywa i rudy żelaza. Warto zwrócić uwagę na kilka istotnych informacji z upublicznionych na ten temat danych:

- szacunkowy czas budowy oraz dopuszczenia stanowiska Talgo w warunkach polskich, to okres około 20 miesięcy;
- koszty: układu torowego, automatyki kolejowej, sieci trakcyjnej i elektroenergetyki są uzależnione od warunków miejscowych; w odniesieniu do rozważanej budowy stanowiska w Medyce, koszty te przekroczyłyby 3 mln. zł;
- koszty pozyskania, instalacji i dopuszczenia systemu to około 2,7 ml zł, przy rocznych kosztach utrzymania na poziomie 50 tys. zł;
- koszty zakupu wagonu to 380 tys. zł (wagon) + + 4 x 64 tys. zł (zestawy kołowe), przy miesięcznym koszcie utrzymania jednego wagonu 750 zł.

Przeprowadzone analizy modeli przewozowych i wskaźników opłacalności [2, 9, 10] wykazały, że przewozy z zastosowaniem przestawnych kół wagonów są najbardziej opłacalną inwestycją. Wraz ze wzrostem odległości przewozowej (długości trasy po torach obu szerokości), maleje opłacalność systemu przesuwnych kół w stosunku do innych technologii.

## 7. Zakończenie

Zastosowanie przesuwnych kół w zestawach kołowych wagonów prowadzi do usprawnienia przewozów transportem szynowym, skraca czas przejazdu i minimalizuje koszty transportu. Takie rozwiązanie eliminuje czasochłonną wymianę wózków wagonowych taboru pasażerskiego i przeładunki towarów w przewozach, powszechnie stosowane na wschodniej granicy Polski.

Polskie rozwiązanie SUW 2000 zostało już sprawdzone w przewozach towarowych i pasażerskich. Ponieważ nie udało się zainteresować tym rozwiązaniem strony białoruskiej i rosyjskiej, a Litwini zrezygnowali z tego rozwiązania z uwagi na perspektywę przedłuże-

nia linii normalnotorowej do państw nadbałtyckich, należy zintensyfikować działania w odniesieniu do Ukrainy. Duże szanse należy pokładać w ruchu pasażerskim. Może to dotyczyć połączenia Warszawy / Krakowa z Lwowem / Kijowem.

Szansę powodzenia powinien mieć także ruch towarowy, zwłaszcza dotyczący zwartych składów pociągów intermodalnych.

Oprócz większej promocji polskiego systemu na Ukrainie, należy wykazać większą elastyczność w odniesieniu do systemu Talgo, stanowiącego podstawę rozwoju koncepcji realizowanych na wschodzie Europy, jak również możliwości podniesienia jakości podróży na liniach kolejowych w Polsce, nie przewidywanych do modernizacji.

## Literatura

1. Álvarez A.G.: *Automatic track gauge changeover for trains in Spain*. Ingeniería y Técnica del Transporte 2010, Dokument dostępny na stronie [http://www.vialibre-ffe.com/pdf/Track\\_gauge\\_changeover.pdf](http://www.vialibre-ffe.com/pdf/Track_gauge_changeover.pdf) [dostęp 02.01.2012].
2. Basiewicz T., Gołaszewski A., Towpik K.: *Nowa technologia na kolejach o różnej szerokości torów*, Problemy Kolejnictwa, Zeszyt 144/2007.
3. Bukowski S.: *System Talgo w przewozach towarowych 1435/1520 mm*. Rail Polska Sp z o.o. Tekst dostępny na stronie: <http://www.sirts.pl/images/pliki/7.pdf> [dostęp 24.10.2013].
4. Mnich P.: *Studienarbeit „Wirtschaftliche Analyse automatischer Spurwechselsysteme“*, Technische Universität Berlin, Berlin 2009.
5. Poliński J.: *Poszukiwanie usprawnień transportu Unia – Wschód – I etap programu Intergauge*, Problemy Kolejnictwa, Zeszyt 144/2008.
6. Poliński J.: *System TALGO*, Rynek Kolejowy, 8/9/2012.
7. Разработка поездов изменяемой колеи в Японии. Железные дороги мира – 2010, № 10.
8. Suwalski R.M.: *Intergauge – nowa technologia transportu ładunków koleją*. Przegląd ITS 10/2008.
9. Szkoła M.: *Metoda oceny kolejowych systemów transportowych ze zmianą szerokości torów*, Problemy Inżynierii Mechanicznej, nr 36. Kraków 2007.
10. Szkoła M.: *Porównawcza ocena efektywności kolejowych systemów ze zmianą szerokości torów z zastosowaniem analizy LCC*, Problemy Eksploatacji, 2/2009.
11. Villmann J., Schwartze M.: *Vorstellung des Spurwechselradsatzes „RAFIL/DB AG Typ V” sowie der zugehörigen Systemkomponenten*. Radsatzfabrik Ilseburg GmbH. 2005. Dokument dostępny na stronie: <http://www.oevg.at/aktuell/veranstaltungen/umspurung/villmann.pdf> [dostęp 04.10.2013].

**Wykorzystane strony WWW**

12. [http://www.railfaneurope.net/pix/es/misc/track/cambidor/Portbou\\_cambidor\\_5.jpg](http://www.railfaneurope.net/pix/es/misc/track/cambidor/Portbou_cambidor_5.jpg) [dostępny 12.07.2013].
13. <http://roscopic.livejournal.com/852880.html> [dostępny 02.10.2013].
14. [http://www.parovoz.com/newgallery/pg\\_view.php?ID=436560&LNG=RU#picture](http://www.parovoz.com/newgallery/pg_view.php?ID=436560&LNG=RU#picture) [dostępny 09.10.2013].
15. <http://www.tradetrans.eu/medyka.php> [dostępny 09.10.2013].
16. [http://www.mrr.gov.pl/rozwoj\\_regionalny/poziom\\_regionalny/strategia\\_rozwoju\\_polski\\_wschodniej\\_do\\_2020/dokumenty/Documents/b3fd8a3c919b4f59a5d7b1be771706a7Kawako.pdf](http://www.mrr.gov.pl/rozwoj_regionalny/poziom_regionalny/strategia_rozwoju_polski_wschodniej_do_2020/dokumenty/Documents/b3fd8a3c919b4f59a5d7b1be771706a7Kawako.pdf) [dostępny 14.08.2013].
17. <http://www.vz.ru/news/2011/6/18/500527.html> [dostępny 23.10.2013].
18. [www.bfm.ru/news/170954?doctype=news](http://www.bfm.ru/news/170954?doctype=news) [dostępny 23.10.2013].
19. <http://1430mm.ru/node/76> [dostępny 23.10.2013].
20. <http://virtual.brest.by/news4689.php> [dostępny 23.10.2013].
21. [www.bfm.ru/news/170954?doctype=news](http://www.bfm.ru/news/170954?doctype=news) [dostępny 23.10.2013].
22. <http://sciencenow.ru/2013/02/skorostnoj-poezd-moskwa-berlin.html> [dostępny 23.10.2013].
23. <http://www.parovoz.com> [dostępny 14.05.2013].
24. <http://stud24.ru/turism/analiz-tendencij-razvitiya-mirovoj-industrii/467190-1772254-page9.html> [dostępny 28.10.2013].
25. <http://top.rbc.ru/economics/17/06/2014/930677.shtml> [dostępny 02.11.2014].
26. <http://zaleskiy.com/category/railroad/e-lektrovozy/kz4ac/page/3> [dostępny 2.11.2014].
27. [http://parovoz.com/gallery/UZ/20110819\\_333249.jpg](http://parovoz.com/gallery/UZ/20110819_333249.jpg) [dostępny 02.11.2014].
28. <http://griphon-275.livejournal.com/188745.html> [dostępny 02.11.2014].
29. <http://www.thebusinessyear.com/publication/article/6/1209/kazakhstan-2012/stanislav-podavets> [dostępny 2.11.2014].

## **Technique of Variable Gauge Wheelsets of the Rolling Stock as a Condition to Improve Operations at the Juncture of 1435/1520 mm Railway**

### **Summary**

The juncture of lines with different track gauge constitutes a limit to an efficient railway traffic. Transshipment of goods or exchange of coach bogies of freight or passenger rolling stock extends the length of stay at a border crossing. A situation is radically improved by solutions of variable gauge wheelsets.

Among four solutions of variable gauge wheelsets, the Talgo system attracts a special interest. This system is used in many countries, and soon will be used by the Russian Federation for a passenger connection of Moscow and Belarusian Minsk with Warsaw and Berlin. The development of such solution of crossing track junctures with different gauges should cause a renewed interest in Polish solution SUW 2000, especially with reference to the passenger traffic between Poland and Ukraine.

**Keywords:** transport, international transport, variable gauge wheelsets

## **Техника автоматического изменения ширины колесных пар вагонов условием улучшения перевозок на стыковочных узлах 1435/1520 мм**

### **Резюме**

Ограничением для эффективного железнодорожного транспорта являются стыковки железнодорожных дорог с разными ширинами колеи. Перевалка грузов или обмен тележек грузовых и пассажирских вагонов удлиняет время пребывания на границе. Эту ситуацию радикально улучшат решения автоматического изменения ширины колесных пар. Среди четырех решений автоматического изменения ширины особым интересом пользуется система Talgo. Эта система уже используется в многих странах, а скоро будет также употребляться в Российской Федерации для пассажирского сообщения Москвы и Минска Белорусского с Варшавой и Берлином.

Развитие такого решения при преодолении стыковочных узлов должно повлечь за собой увлечение польской системой SUW 2000, особенно по отношению к перевозке пассажиров между Польшей и Украиной.

**Ключевые слова:** транспорт, международный транспорт, автоматическое изменение ширины