

# Techniczne bariery interoperacyjności w transporcie kolejowym Europa – Chiny

Szymon FINKE<sup>1</sup>, Mateusz MOTYL<sup>2</sup>

## Streszczenie

Wzrost przewozu towarów pomiędzy Europą i Chinami powoduje poszukiwanie nowych szlaków komunikacyjnych między tymi regionami. Jedną z możliwości jest wykorzystanie szlaków kolejowych. Koncepcja wykorzystania połączeń kolejowych nazywana jest „Nowym Jedwabnym Szlakiem”. Wiele analiz przepływów towarów wskazuje na ogromne zapotrzebowanie na transport kolejowy, ponieważ transport morski cechuje się sezonowością, długim czasem podróży oraz pojawia się problem zatłoczenia portów zarówno chińskich, jak i europejskich.

Obecnie istnieje kilka połączeń kolejowych między Chinami i Europą. Te połączenia są jednak skazane na transport intermodalny lub przeładunkowy, który wydłuża czas podróży towarów, generuje dodatkowe koszty oraz powoduje niską przepustowość tych połączeń. W celu zwiększenia przepustowości należy wprowadzić połączenia na zasadzie interoperacyjności wszystkich szlaków kolejowych znajdujących się między Europą i Chinami. Idea ta natrafia jednak na wiele barier. Dużą ich grupę stanowią bariery natury technicznej.

W artykule przedstawiono analizę barier technicznych, ograniczających interoperacyjność w transporcie kolejowym Europa – Chiny. W pierwszej części przybliżono idee interoperacyjności i opisano połączenia kolejowe Europa – Chiny. W następnych rozdziałach przedstawiono bariery techniczne transportu kolejowego i wskazano możliwe rozwiązania znoszące bariery. Artykuł zakończono podsumowaniem.

**Słowa kluczowe:** transport Europa – Chiny, Jedwabny Szlak, bariery transportu kolejowego, interoperacyjność

## 1. Transport kolejowy Europa – Azja

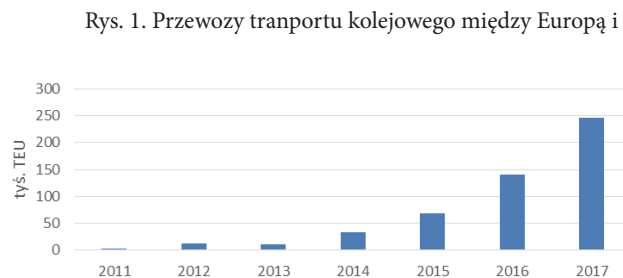
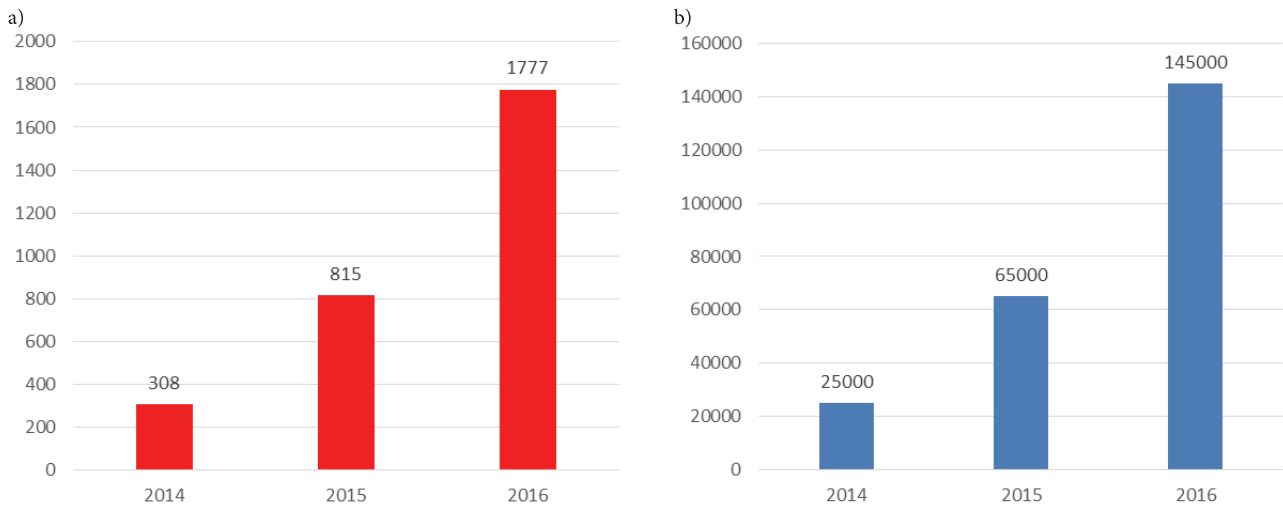
Transport towarów drogą kolejową między Europą i Azją staje się coraz bardziej atrakcyjny dzięki rosnącym możliwościom przewozowym. Z raportu UIC (*fr. Union Internationale des Chemins de fer*) z 2017 roku wynika, że w latach 2014–2016 nastąpił stały wzrost transportu kolejowego pomiędzy Europą i Azją, gdyż wyrażony przez CAGR (skumulowany roczny wskaźnik wzrostu) wyniósł 140,4%. W 2014 roku między Europą i Azją przejechało 308 pociągów towarowych przewożąc około 25 000 TEU (*ang. twenty-foot equivalent unit*). W 2015 r. było to już 815 składów, które przewiozło około 65 000 TEU, a w 2016 roku 1777 pociągów przewiozło około 145 000 TEU. Wartości przedstawione w raporcie zaprezentowano na rysunku 1.

Przewiduje się, że do 2027 roku transport towarowy pomiędzy Azją i Europą w optymistycznym przy-

padku może wynieść 742 000 TEU, tzn. zakładany wzrost CAGR transportu towarowego wyniesie 16,3%. Czynniki niezbędnymi do osiągnięcia tego poziomu wymiany towarów są: wzrost przewozu towarów krótkoterminowych, utrzymanie i dotowanie transportu przez rząd Chin, inwestycje w infrastrukturę, wzrost wielkości transportu morskiego i pozwolenia na transport towarów niebezpiecznych koleją. W pesymistycznym scenariuszu zakłada się wielkość transportu w 2027 roku równą 437 000 TEU, co oznacza, że CAGR wyniesie 10,8%. Taki scenariusz jest zakładany przy powolnym wzroście wymiany handlowej Europa – Azja, zakończeniu dotowania transportu Europa – Azja, zmniejszeniu udziału transportu morskiego, braku transportu powietrznego oraz niewłaściwej inwestycji w infrastrukturę. Przebieg wzrostu transportu towarowego w latach 2011–2017 pokazano na rysunku 2.

<sup>1</sup> Mgr inż.; Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, Zakład Pojazdów Szynowych; e-mail: szymon.finke@put.poznan.pl.

<sup>2</sup> Mgr inż.; Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Instytut Silników Spalinowych i Transportu, Zakład Pojazdów Szynowych; e-mail: mateusz.motyl@put.poznan.pl.

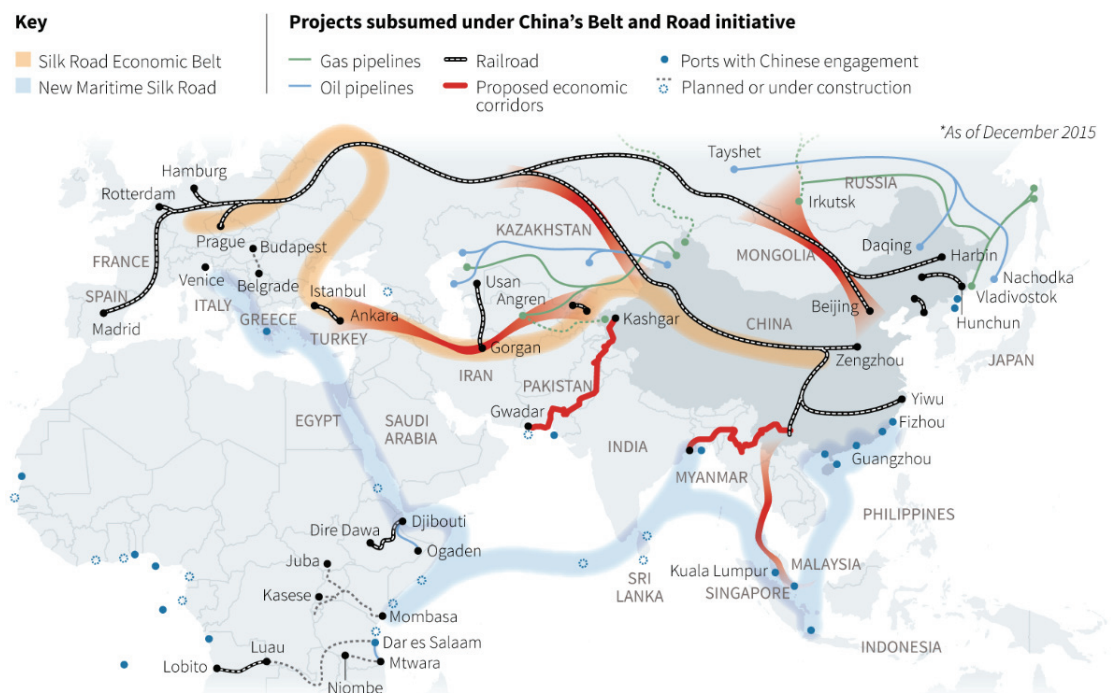


Rys. 2. Wzrost transportu towarowego kolejowego Europa – Azja [1]

Ważnym czynnikiem wzrostu jest koncepcja „Jedwabnego szlaku kolejowego”, łączącego Europę z Chinami. Koncepcję Jedwabnego szlaku, którą przedstawił

w 2013 roku sekretarz generalny Komunistycznej Partii Chin Xi Jinping, pokazano na rysunku 3.

Zaprezentowana koncepcja zakłada wykorzystanie także transportu kolejowego. Zainicjowany w ten sposób projekt połączenia Europy i Chin spowodował wysłanie pociągów relacji Chengdu – Rotterdam [15], Yiwu – Madryt [14] lub Chengdu – Warszawa [9]. Kolej zmniejsza koszty transportu nawet o 30% w stosunku do transportu lotniczego oraz skraca czas podróży z 42 dni (transportu morskowego) do 14 dni. Jednakże transport kolejowy natrafia na wiele barier, utrudniających jego prowadzenie pomiędzy Europą i Azją.



Rys. 3. Mapa koncepcji transportu Europa – Chiny z wykorzystaniem transportu kolejowego [12]

## 2. Bariery interoperacyjności kolei Europa – Azja

Bariery interoperacyjności kolei można podzielić na bariery pozatechniczne oraz techniczne. Pozatechniczne bariery interoperacyjności dotyczą formy organizacji działalności kolei. Najistotniejsze z nich, to:

- różnice przepisów kolejowych,
- różnice językowe,
- sposób rozliczania się za korzystanie z infrastruktury,
- różne poziomy zabezpieczenia ładunku na szlaku,
- przymyś międzypaństwowy.

Techniczne bariery interoperacyjności są związane z różnicami rozwiązań technicznych, stosowanych w danym systemie kolejowym. Należą do nich:

- systemy sterowania ruchu,
- systemy łączności,
- systemy układów hamulcowych,
- systemy ciągnięcia-zderzenia,
- systemy zasilania trakcji elektrycznej,
- szerokość toru,
- pochylenie szyn w torze,
- profile szyn i kół pojazdów,
- skrajnia pojazdu, maksymalna długość pociągu,
- naciski maksymalne na szynę.

## 3. Bariery pozatechniczne

Podstawa prawna ruchu kolejowego prowadzonego w relacji Europa – Azja opiera się na prawie krajowym poszczególnych państw. We wschodniej Europie oraz Azji przedsiębiorstwa kolejowe były organizacjami państwowymi, które tworzyły własne specyfikacje techniczne, instrukcje oraz wykorzystywały normy i przepisy krajowe. Powstanie takich organizacji jak UIC oraz OSŽD (ros. *Организация сотрудничества железных дорог* – ОСЖД) spowodowało przede wszystkim unifikację przepisów i wymagań dotyczących transportu kolejowego na terenie państw należących do danej organizacji. W Europie proces unifikacji kolei rozpoczął się dzięki staraniu Unii Europejskiej o stworzenie jednego wspólnego systemu kolei. Pierwotnie, proces ten był skierowany na linie dużych prędkości [13], a finalnie dotyczy całego systemu kolejowego.

Szczególnie silnym impulsem była opublikowana dyrektywa o interoperacyjności [4], stworzenie europejskiego organu bezpieczeństwa kolei ERA (Agencja Kolejowa Unii Europejskiej), a także proces wprowadzania kolejnych pakietów kolejowych. Źródłem zagrożenia są również różnice językowe, ponieważ nie istnieje międzynarodowy standard językowy dla kolei, co ma miejsce w przypadku transportu lotniczego.

Taki stan jest spowodowany tym, że praktyką transportu międzynarodowego jest zmiana maszynisty na granicy państw.

Również sposób rozliczania się za korzystanie z infrastruktury kolejową jest problemem, ponieważ w Rosji liczy się opłatę od każdego pociągu, w innych krajach opłatę pobiera się od każdego wagonu, a nawet osi. Będzie to powodować różną opłacalność tej samej liczby wagonów w składzie, w zależności od systemu opłat za korzystanie z infrastruktury. Problemem jest również zabezpieczenie ładunku. W krajach należących do Unii Europejskiej rzadko zdarzają się kradzieże ładunku na szlaku, podczas gdy są one zmoją transportu na stepach Azji. Najwięksi przewoźnicy kolejowi wykorzystują specjalne mobilne jednostki ochrony, które jednak generują dodatkową składową kosztu transportu na tak długiej relacji [5].

## 4. Bariery techniczne

Bariery techniczne wewnątrz Unii Europejskiej zostały w większości uregulowane Technicznymi Specyfikacjami Interoperacyjności (TSI) dla poszczególnych podsystemów. Nadal jednak istnieją dla poszczególnych krajów przypadki szczególne oraz dla niektórych rozwiązań technicznych punkty otwarte. Wymagania techniczne dla nowo wyprodukowanych oraz zmodernizowanych pojazdów, które są lub będą eksploatowane w systemie kolei Unii Europejskiej opisano w rozporządzeniu 1302/2014 TSI LOC&PAS [3].

Systemy sterowania ruchem kolejowym są odpowiedzialne za właściwe prowadzenie pociągu po infrastrukturze kolejowej, zapewniając wymagany poziom bezpieczeństwa przy zachowaniu właściwej przepustowości infrastruktury kolejowej. W przypadku prowadzenia pociągów złożonych z wagonów i lokomotywy, problem różnych systemów sterowania ruchem kolejowym można rozwiązać przez zmianę lokomotywy i maszynisty na styku różnych systemów (rys. 4). Jednakże chcąc ograniczyć zmianę lokomotywy i maszynisty na terenie Unii Europejskiej, należy wyposażyć lokomotywę w większą liczbę systemów sterowania ruchem kolejowym oraz przeszkolić obsługę. Przykładem różnorodności systemów sterowania ruchem kolejowym jest trasa Rotterdam – Małaszewicze, gdzie stosuje się wiele systemów sterowania ruchem kolejowym: w Holandii ATB 17 (*nl. Automatische TreinBeinvloeding*), w Niemczech – PZB (niderl. *Punktförmige Zugbeeinflussung*) oraz LZB (niem. *Linienzugbeeinflussung*) w Polsce SHP (samoczynny hamulec pociągu), CA (czuwak aktywny) i Radio-Stop.

Wprowadzany na wielu liniach Europy system ETCS (*ang. European Train Control System*) umożliwi ujednoczenie systemów w Europie. Również Chiny i inne kraje zamawiają systemy budowane zgodnie



Rys. 4. Różne systemy zabezpieczenia sieci kolejowej w Europie [6]

z ideą ECTS. Być może w przyszłości umożliwi to stworzenie jednego systemu wzdłuż całego połączenia Europa – Azja. Proces zastępowania krajowych systemów sterowania ruchem kolejowym na ogólnoeuropejski system ECTS jest długotrwały oraz w pierwszej kolejności wprowadzany na głównych korytarzach transportowych. Należy jednak zauważyć, iż proces zastępowania może generować zagrożenia związane ze stykiem różnych systemów sterowania ruchem kolejowym. Przykładem zdarzenia niepożądanego, będącego skutkiem aktywizacji takiego zagrożenia, jest wypadek pociągu linii dużej prędkości pod Santiago de Compostela, gdzie za jedną z pośrednich przyczyn wypadku podaje się istnienie granicy systemów ECTS oraz ASFA (hiszp. *Anuncio de Señales y Frenado Automático*) na odcinku toru, gdzie nastąpił wypadek.

Proces ujednolicenia systemów łączności wykorzystuje technologię GSM-R. Zgodnie z dyrektywami UIC, w Europie przyszłe systemy radiokomunikacji ruchomej będą oparte na standardzie GSM-R. Następną barierą są różne systemy hamulcowe w pojazdach, co dotyczy przede wszystkim różnic występujących między krajami europejskimi i postsowieckimi. W krajach europejskich najczęściej spotyka się systemy Knorr, SAB Wabco oraz inne. W krajach wschodnich najczęściej jest stosowany system Matrosow. Różnica w parametrach zaworów rozrządczych oraz budowie całego układu hamulcowego w pojeździe, może powodować zmiany parametrów hamowania, co może skutkować zbyt częstym blokowaniem kół lub niedostateczną masą hamującą składu.

Różnice w pojazdach krajów europejskich i postsowieckich, istnieją także w układach ciągnikowych. W krajach europejskich w wagonach to-

warowych wykorzystuje się sprzęgi śrubowe wraz ze zderzakami, natomiast w Rosji, Kazachstanie, Białorusi i Ukrainie stosuje się sprzęg samoczynny typu SA3. Sprzęgi samoczynne stosują również koleje Chińskie.

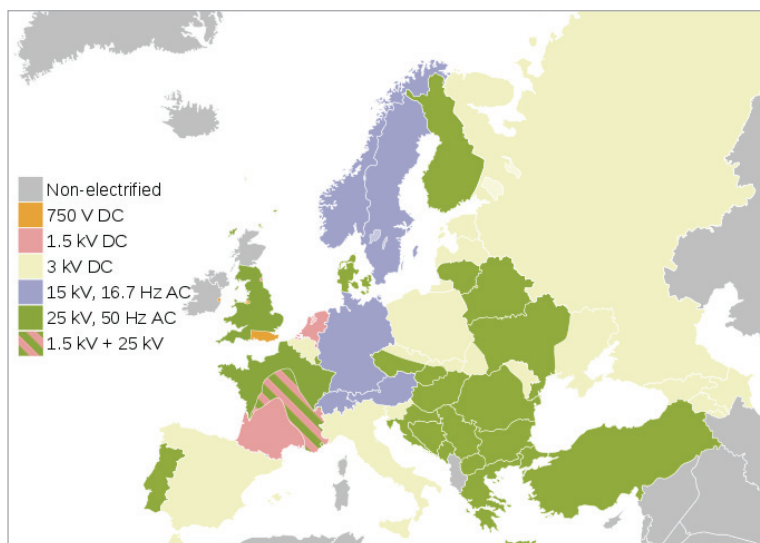
Następną barierą są różne systemy zasilania trakcji elektrycznej, które w samej Europie są różne. Najczęściej spotykane systemy, to:

- 1,5 kV prądu stałego,
- 3 kV prądu stałego,
- 15 kV, 16 2/3 Hz prądu przemiennego,
- 25 kV, 50 Hz prądu przemiennego.

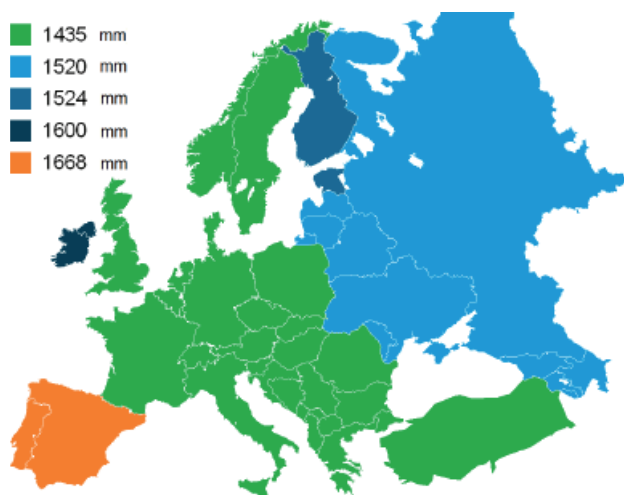
Problem różnych rodzajów zasilania na trasie jest rozwiązywany przez zastosowanie lokomotyw wielosystemowych. Rozkład systemów zasilania w Europie pokazano na rysunku 5.

Długie trasy w Azji nie są zelektryfikowane, dlatego na tych trasach korzysta się z trakcji spalinowej. Wprawdzie istnieją lokomotywy wielotrakcyjne, jednakże ich zasięg przy trakcji spalinowej jest zbyt krótki i dlatego praktyką jest wymiana lokomotywy na granicy, co jednocześnie umożliwia rozwiązanie problemu różnego rozstawu kół lokomotyw.

Różnice w szerokościach toru wymagają zmiany odległości kół w czasie przejazdu między granicami kolei o różnej szerokości. Może to być zrealizowane przez wymianę zestawów kołowych, wymianę wózków lub zastosowanie zestawu kołowego o zmiennym rozstawie kół. W Europie zachodniej najczęściej spotyka się tory normalnotorowe o szerokości 1435 mm (z wyjątkiem Portugalii oraz Hiszpanii, gdzie szerokość torów wynosi 1668 mm) [2]. W krajach Europy wschodniej oraz Azji pojazdy są eksploatowane na torach o szerokości 1520 mm (rys. 6).



Rys. 5. Różne systemy trakcji elektrycznej w Europie [8]



Rys. 6. Różne szerokości torów w Europie [6]

Problem różnej szerokości toru dotyczy także Azji. Kraje tworzące w przeszłości Związek Radziecki mają szerokość torów równą 1520 mm. Tory w Chinach oraz Iranie mają szerokość 1435 mm, tory w Pakistanie i Indiach 1676 mm, natomiast kraje półwyspu indochińskiego 1000 mm. Bardzo efektywnym rozwiązaniem pokonywania bariery różnej szerokości torów są systemy zmiany rozstawu kół, takie jak SUW 2000, Rafil DB V, Talgo oraz inne, będące w fazie koncepcji, wdrożenia lub stosowania w ruchu wewnętrznym [10]. Najczęściej stosuje się przeładunki towarów w specjalistycznych terminalach przeładunkowych. Jest to spowodowane brakiem pełnego wdrożenia jakiegokolwiek systemu przestawnego dla składów towarowych.

W Rosji, maksymalny nacisk na szynę jest większy niż w Unii Europejskiej i wynosi 25 ton na oś, podczas gdy w Europie standardem jest nacisk 22,5 tony. Taki stan prowadzi do ograniczenia maksymalnej masy pojazdu i maksymalnej długości pociągu, co w połączeniu

z różnym systemem rozliczeń za przejazd pociągu prowadzi do obniżenia ekonomiczności połączeń. Wymusza to rozrządzanie składów na granicy systemów [5].

## 5. Podsumowanie

Wymiana handlowa pomiędzy Europą i Chinami będzie źródłem gospodarczego rozwoju wielu państw. Ważną rolę będzie odgrywać transport kolejowy oraz jego rozwój na połączeniach euroazjatyckich. Choć jest transportem pewniejszym (nie jest tak zależny od warunków atmosferycznych) i szybszym niż morski, to jednak wymaga ciągłego doskonalenia w celu poprawy jego efektywności wyrażonej przez koszt transportu jaki na końcu ponosi eksporter i importer. Formą takiej poprawy jest usuwanie barier dla transportu kolejowego pomiędzy Europą i Azją. Za usuwanie barier poza-technicznych jest odpowiedzialna polityka międzynarodowa zainteresowanych państw oraz międzynarodowe organizacje kolejowe. Bariery techniczne wymagają poniesienia środków finansowych oraz pracy wielu zespołów specjalistycznych w celu ciągłego zwiększania przepustowości połączeń kolejowych. Ograniczenie, a w konsekwencji zniesienie barier technicznych, będzie wymagało dalszej unifikacji, budowy nowej infrastruktury oraz nowych pojazdów szynowych, umożliwiających prowadzenie niezawodnych i bezpiecznych połączeń kolejowych minimalizujących czas podróży.

## Literatura

1. Commission Decision 2008/232/WE – of 21 February 2008 concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rolling stock’ sub-system of the trans-European high-speed rail system.

2. Commission Regulation (EU) No 1299/2014 of 18 November 2014 on the technical specifications for interoperability relating to the 'infrastructure' subsystem of the rail system in the European Union.
  3. Commission Regulation (EU) No 1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the 'rolling stock – locomotives and passenger rolling stock' subsystem of the rail system in the European Union.
  4. Directive 2008/57/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 on the interoperability of the rail system within the Community.
  5. Graff M.: *System SUW 2000 w komunikacji przestawczej 1435/1520 mm*, TTS Technika Transportu Szynowego 23.1–2, 2016: 34–53.
  6. Lencki P., Sawczuk W.: *Wybrane zagadnienia z eksploatacji zestawu przestawczego SUW-2000*, Logistyka 3, CD 1, 2015: 2789–2798.
  7. Railway System Report Pilot Phase Findings, European Union Agency for Railways, 2016.
  8. Sheilah F.: *Railway Electrification*, Systems & Engineering, 2012.
  9. Study Eurasian rail corridors. What opportunities for freight stakeholders, dostępny na WWW [https://uic.org/IMG/pdf/corridors\\_exe\\_sum2017\\_web.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/corridors_exe_sum2017_web.pdf) [dostęp 05.04.2018].
  10. Suwalski R.M.: *System samoczynnej zmiany rozstawu kół pojazdów szynowych*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica, 2006.
  11. Ziarko Ł.: *Jednolity europejski obszar kolejowy – tworzenie konkurencyjnej struktury sektora kolejowego w Unii Europejskiej*, 2013, Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny 4.2, 8–23.
- Źródła internetowe
12. [www.straitstimes.com/asia/the-trains-and-sea-ports-of-one-belt-one-road-chinas-new-silk-road](http://www.straitstimes.com/asia/the-trains-and-sea-ports-of-one-belt-one-road-chinas-new-silk-road) [dostęp 05.04.2018].
  13. <https://www.transportjournal.com/en/home/news/artikeldetail/chengdu-rotterdam-in-15-days.html> [dostęp 05.04.2018].
  14. <https://www.theguardian.com/business/2014/dec/10/silk-railway-freight-train-from-china-pulls-into-madrid> [dostęp 05.04.2018].
  15. <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/pociag-z-chin-do-lodzi-to-nowy-jedwabny-szlak/m7hjceq> [dostęp 05.04.2018].