

PAWEŁ URBAŃCZYK, KRZYSZTOF PLEWNIAK*

HAMULEC WAGONÓW TOWAROWYCH – PERSPEKTYWY ROZWOJU

FREIGHT CARS BRAKE – FUTURE DEVELOPMENT

Streszczenie

W artykule opisano konstrukcje obecnie stosowanych układów hamulcowych wagonów towarowych oraz perspektywy rozwoju.

Słowa kluczowe: wagony towarowe, hamulec klockowy, hamulec tarczowy

Abstract

In the present brake systems in freight cars and future of freight car brakes have been shown.

Keywords: freight cars, shoe brake, disc brake

* Dr inż. Paweł Urbańczyk, mgr inż. Krzysztof Plewniak, Laboratorium Badań Taboru, Pracownia Hamulców, Instytut Kolejnictwa.

1. Wstęp

Z rozwojem kolejnictwa nierozzerwalnie wiąże się rozwój kolejowych systemów hamulcowych. Rozwój ten przebiega na wielu płaszczyznach i dotyczy przede wszystkim: udoskonalania systemów sterowania hamulcem, zwiększania skuteczności i niezawodności pracy hamulca oraz poszukiwania nowych rozwiązań zapewniających ekonomiczną i niezawodną pracę hamulca, szczególnie w sytuacjach awaryjnych.

Początkowe lata historii kolei związane są z hamulcem klockowym. W hamulec tego typu wyposażone były zarówno pojazdy trakcyjne, jak również wagony pasażerskie i towarowe. Stopniowe zwiększanie prędkości i mas poszczególnych pojazdów kolejowych oraz pociągów wymogło na konstruktorach wprowadzenie wielu udoskonaleń. Zmianom ulegała konstrukcja części pneumatycznej i mechanicznej hamulca, a także materiały cierne. W końcu zaczęły się pojawiać nowe typy hamulca, jak np. hamulec tarczowy oraz hamulce beztarciove i niezależne od przyczepności koło–szyna.

Obecnie możemy zaobserwować niezwykłą sytuację – z jednej strony hamulce taboru pasażerskiego, szczególnie zespołów trakcyjnych, dynamicznie się rozwijają, wykorzystując nawet rozwiązania znane z lotnictwa (jak hamulec aerodynamiczny), natomiast z drugiej strony w rozwoju hamulców taboru towarowego obserwujemy wręcz stagnację. Stosowane obecnie rozwiązania w swojej istocie niewiele różnią się od konstrukcji znanych sprzed 100 i więcej lat.

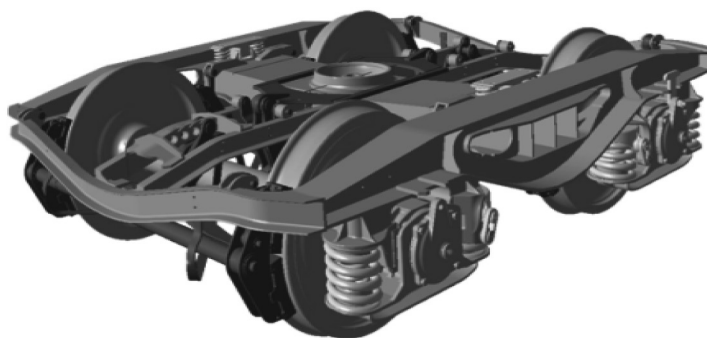
2. Stan obecny

Obecnie w taborze towarowym dominującym typem hamulca jest hamulec klockowy. Dla przykładu w Polsce jest w niego wyposażone niemal 100% wagonów towarowych. W innych krajach sytuacja jest bardzo zbliżona i można przyjąć, że nawet w najbardziej rozwiniętych technologicznie zarządach kolejowych odsetek wagonów z hamulcem klockowym to około 97%. Jediną istotną różnicą jest to, że w Polsce 99% wagonów towarowych z hamulcem klockowym wyposażonych jest we wstawki hamulcowe wykonane z żeliwa, natomiast w krajach z młodszym taborem jest to około 95%.

Po zakończeniu epoki pary i rozpowszechnieniu się trakcji spalinowej oraz elektrycznej możliwe stało się zwiększenie prędkości pociągów oraz ich mas brutto. To z kolei spowodowało konieczność unowocześnienia infrastruktury kolejowej oraz taboru, a zwłaszcza układów biegowych i hamulcowych. Ze względu na coraz większe energie hamowania oraz dzięki coraz lepszemu poznawaniu procesów związanych z hamowaniem hamulec ten zmienił się. Najważniejsze punkty zwrotne w jego historii to:

- wprowadzenie podziału jednolitego klocka na obsadę i wymienną wstawkę hamulcową,
- wprowadzenie klocków wielowstawkowych,
- zastosowanie tworzyw sztucznych na materiał cierny wstawek hamulcowych.

Dla taboru towarowego w Europie szczególnie ważnym momentem było wprowadzenie do eksploatacji wózków typu Y25 (rys. 1), co stało się w połowie ubiegłego wieku. Na owe czasy była to udana konstrukcja łącząca prostotę, nowe rozwiązania i dobre właściwości biegowe. Wózek ten stał się standardowym wózkiem UIC i do dzisiaj jest wytwarzany w Europie przez wielu producentów.



Rys. 1. Wózek typu Y25 z klasycznym układem hamulca klockowego [2]

Fig. 1. Y25 bogie with traditional shoe-brake [2]

Od tego momentu zauważyć można jednak zastój i niechęć do wprowadzania nowych rozwiązań w wagonach towarowych, szczególnie wózkowych. Standardowym wagonem towarowym w Europie stał się obecnie 4-osiowy, 2-wózkowy wagon na wózkach typu Y25, wyposażony w klasyczny układ hamulca klockowego. Jedyną nowinką w najnowszych konstrukcjach jest stosowanie wstawek z materiałów kompozytowych w miejsce wstawek żeliwnych.

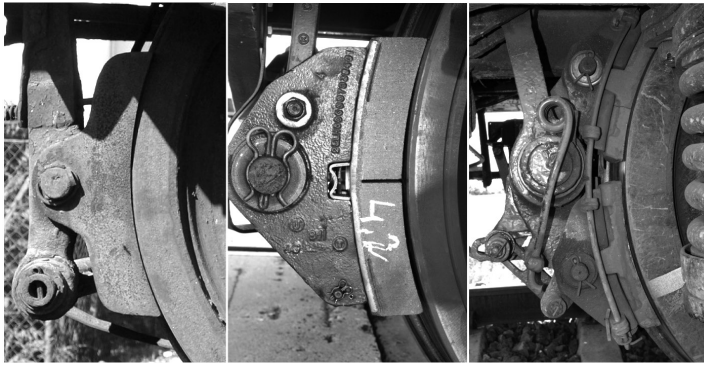
Mimo iż pojawiło się wiele nowych konstrukcji wózków, np. wózek LEILA lub Axiom Rail AMIII, to nadal dominuje, i to w konstrukcji nowych wagonów, wózek Y25 w wielu odmianach.

Podsumowując, można stwierdzić, że tabor towarowy tkwi obecnie w „kolejowym średniowieczu”.

3. Rozwój hamulca klockowego i powrót do przeszłości

Para cierna hamulca klockowego w pierwotnej formie składała się z koła i dociskanego do niego klocka hamulcowego, który był jednolitym elementem wykonanym z żeliwa (rys. 2, pierwsze zdjęcie od lewej). Zwiększanie mocy hamowania i konieczność minimalizacji negatywnych skutków procesu hamowania doprowadziły do podzielenia jednolitego klocka na obsadę i wymienne wstawki hamulcowe (jedna do trzech w jednej obsadzie) – rys. 2 (klocek jednowstawkowy pośrodku i dwuwstawkowy po prawej).

Początkowo dużą popularnością cieszyły się wózki typu Diamond (rys. 3), które stosowane były już przed II wojną światową, a po niej i do dziś powszechnie stosowane są w wagonach towarowych kolei amerykańskich, jak też w krajach byłego ZSRR. Z punktu widzenia hamulca istotny jest fakt, że koła w tych wózkach hamowane są jednostronnie, co nie zapewnia dużej skuteczności hamowania, lecz we wspomnianych wyżej krajach wymagane minimalne drogi hamowania są dłuższe niż w Europie. Z tego właśnie względu w europejskich zarządach kolejowych najpopularniejszymi wózkami były wózki znane w Polsce pod oznaczeniem 1XT, a następnie francuskiego pochodzenia wózki Y25. Obydwa typy wózków z reguły wyposażone były w hamulec umożliwiający obustronne hamowanie kół.



Rys. 2. Klocki hamulcowe – fazy rozwoju

Fig. 2. Brake blocks – development phases



Rys. 3. Wózek typu „Diamond” [3]

Fig. 3. Diamond-type bogie [3]

Jak już wcześniej wspomniano, obecnie dominuje wózek Y25, którego właściwości bieżowe nie są już dziś uznawane za zadowalające. Z kolei również hamulec klockowy osiągnął kres swoich możliwości, który wyznaczają dopuszczalne obciążenia cieplne pary ciernej wstawka–koło. W praktyce oznacza to, że hamulec ten nie może być stosowany w wagonach, które kursować mogą z prędkościami powyżej 120 km/h lub których masa hamująca przypadająca na oś wynosi powyżej 18 t.

Pomimo powyższych ograniczeń hamulec klockowy jest nadal rozpowszechniony ze względu na bardzo prostą budowę układu mechanicznego przekładni, niezawodność działania i opanowaną technologię obsługi.

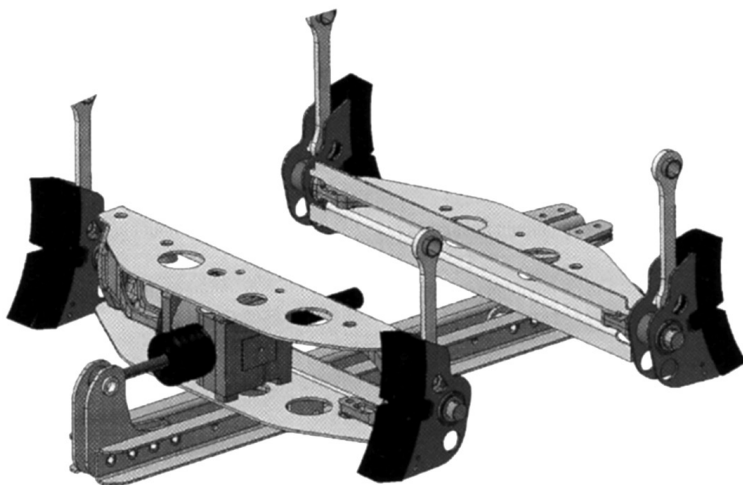
Coraz wyższe wymagania stawiane współcześnie taborowi kolejowemu dotyczą m.in. hałasu, który emitowany jest przez wagony towarowe podczas ruchu. Niestety wagony z klasycznym układem hamulca klockowego wyposażone we wstawki żeliwne nie spełniają obowiązujących dziś norm. Z tego właśnie względu podjęto próby wyeliminowania jednego z najistotniejszych źródeł hałasu – wysokiej chropowatości i uszkodzeń powierzchni tocznej kół współpracujących ze wstawkami żeliwnymi.

Jedną z metod okazało się zastosowanie w miejsce wstawek żeliwnych – wstawek wykonanych z tworzywa sztucznego. Powierzchnia współpracujących z nimi kół rzeczywiście cechuje się dużo wyższą jakością, a dodatkowo wstawki te zużywają się znacznie wolniej niż żeliwne. Jednak nie wyeliminowano innych źródeł hałasu, jakimi są np. luźne elementy przekładni hamulcowej. Dodatkowo pojawiło się wiele nowych problemów: zwiększone obciążenia cieplne kół, wysoka tendencja do oblodzenia wstawek w warunkach zimowych czy też podatność na uszkodzenia wstawek wskutek wysokich obciążeń cieplnych. Nie udało się również opracować takiego materiału ciernego, który byłby w pełni zamienny ze wstawkami żeliwnymi w dotychczas eksploatowanych wagonach, na skutek czego wstawki z tworzywa sztucznego stosowane są wyłącznie w wagonach nowych lub głęboko modernizowanych.

Dalsze prace nad sprostaniem obowiązującym wymaganiom doprowadziły producentów układów hamulcowych do pomysłu zabudowy całej przekładni hamulcowej na wózku. Tak powstały m.in. rozwiązania zaprezentowane na rys. 4–5. Rozwiązania te proponowane są najczęściej w wersji zabudowanej na wózku Y25. Powstało też kilka nowych typów wózków, jednak w znacznej części opierają się one na przestarzałej konstrukcji wózków Y25.

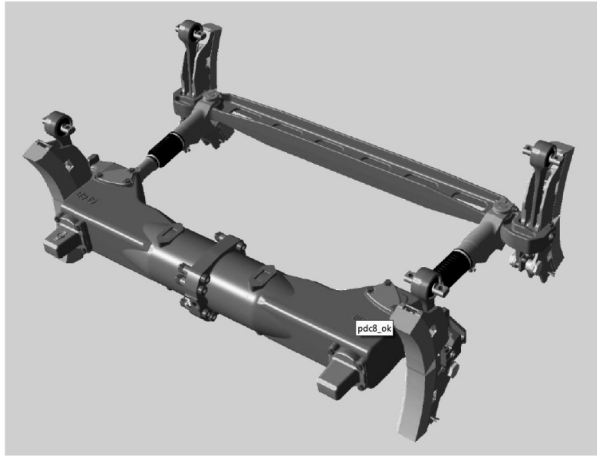
Opisane wyżej rozwiązania bez wątpienia przyczyniają się do eliminacji części wad klasycznego układu hamulca klockowego, jednak eliminują również podstawową jego zaletę, dla której tak trudno rozstać się z nim w taborze towarowym – prostotę budowy. Dodatkowo należy pamiętać, że zredukowanie o połowę liczby klocków hamulcowych powoduje konieczność ponad dwukrotnego zwiększenia sił docisku wstawek hamulcowych do kół, a to może jeszcze spotęgować problemy, które dla wstawek kompozytowych nie zostały dotychczas w pełni rozwiązane – wrażliwość na wysokie obciążenia cieplne i tendencję do pęknięcia wstawek.

Nasuwa się również wniosek, że zamiast postępu w dziedzinie hamulca dla wagonów towarowych mamy już nie tylko stagnację, lecz wręcz cofamy się do rozwiązań z lat 20. ubiegłego wieku, jakimi były wózki Diamonda z jednostronnie hamowanymi kołami!



Rys. 4. Układ hamulca klockowego jednostronnego na wózku (typ BFCB produkcji Faiveley) [5]

Fig. 4. Single sided shoe-brake on the bogie (type BFCB from Faiveley) [5]



Rys. 5. Układ hamulca klockowego na wózku (typ CFCB produkcji Knorr-Bremse) [1]

Fig. 5. Single sided shoe-brake on the bogie (type CFCB from Knorr-Bremse) [1]

4. Przyszłość hamulca w wagonach towarowych

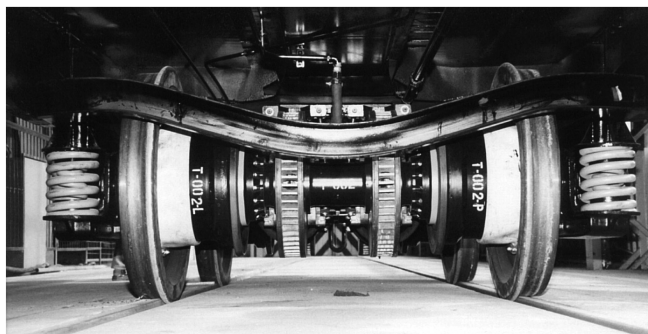
Wobec osiągnięcia kresu możliwości hamulca klockowego, jego wielu ograniczeń oraz coraz nowszych i restrykcyjniejszych wymagań stawianych taborowi towarowemu należy sobie zadać pytanie: jaką drogą podąży jego rozwój?

Śledząc rozwój układów hamulcowych w taborze pasażerskim, można stwierdzić, że po hamulcu klockowym kolejnym krokiem w postępie jest hamulec tarczowy, a następnie hamulce niezależne od przyczepności koło–szyna, jak: hamulec szynowy elektromagnetyczny czy wiropądowy. Ze względu na fakt, że wagony towarowe nie posiadają zasilania w energię elektryczną, najlepszym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie hamulca tarczowego.

Zastosowanie hamulca tarczowego umożliwia zwiększenie realizowanej mocy hamowania przy jednocześnie znacznym obniżeniu poziomu emitowanego hałasu nie tylko dzięki poprawieniu jakości powierzchni tocznej kół, ale również dzięki wyeliminowaniu wielu elementów klasycznej przekładni hamulcowej, które ze względu na charakter połączeń są również poważnym źródłem hałasu. Hamulce tarczowe już od dziesiątków lat stosowane są w taborze pasażerskim i w pojazdach trakcyjnych. Konstrukcja poszczególnych elementów i podzespołów tego hamulca jest dopracowana, nowoczesne technologie sprawiają, że koszt produkcji jest niższy niż przed laty, zdobyto też wiele doświadczeń eksploatacyjnych i zgromadzono pokaźne ilości danych zarejestrowanych podczas badań. Zasadniczą wadą hamulca tarczowego jest brak efektu oczyszczania powierzchni tocznej kół przez klocki hamulcowe (szczególnie dla wstawek żeliwnych) oraz zwiększenie masy nieusprężynowanej, natomiast najważniejszą zaletą jest możliwość optymalizacji materiału i konstrukcji kół pod kątem dobrych właściwości biegowych, a tarcz hamulcowych pod kątem dobrych właściwości ciernych i skutecznego odprowadzania ciepła wydzielanego w procesie hamowania. Nie do przecenienia jest fakt, że uszkodzenie tarczy hamulcowej wskutek np. nieprawidłowej pracy lub przeciążenia hamulca nie ma zasadniczo wpływu na prawidłowość biegu wagonu,

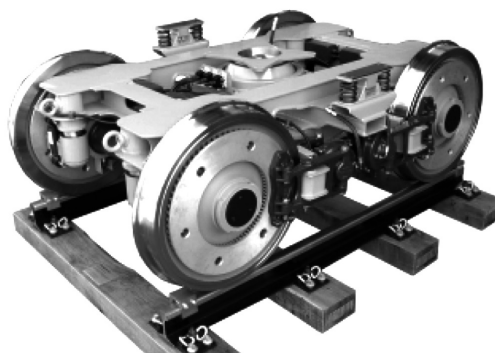
w przeciwieństwie do hamulca klockowego, gdzie uszkodzenie koła, będącego równocześnie elementem pary ciernej hamulca, może doprowadzić do wykolejenia i katastrofy.

W taborze towarowym podejmowano już wielokrotnie próby zastosowania hamulca tarczowego. Wysiłki konstruktorów zmierzały zasadniczo w dwóch kierunkach: zastosowanie nowego typu hamulca w wózkach powszechnie stosowanych (rozumieć przez to należy przede wszystkim nieśmiertelny wózek Y25), jak również opracowanie całkowicie nowych konstrukcji wózków, dzięki czemu można się liczyć nie tylko z poprawą skuteczności i niezawodności pracy hamulca, ale co równie istotne, z poprawą właściwości biegowych i zmniejszeniem szkodliwego oddziaływania pojazdów na tor. Reprezentantem pierwszego kierunku rozwoju jest m.in. polskie rozwiązanie zaprezentowane na rys. 6. Konstrukcja ta, badana przez Instytut Kolejnictwa (wówczas pod nazwą Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa), opiera się dalej na wózku Y25, jednak hamulec tarczowy zabudowano na zestawach SUW 2000 umożliwiającym zmianę rozstawu kół odpowiednio dla linii normalno- i szerokotorowych. Przykładem drugiego kierunku rozwoju jest np. wózek LEILA, opracowany w Technical University Berlin (rys. 7).



Rys. 6. Hamulec tarczowy i zestawy SUW-2000 na wózku Y25

Fig. 6. Disc brake and SUW 2000 wheelsets on the Y25 bogie



Rys. 7. Wózek LEILA przeznaczony dla wagonów towarowych [4]

Fig. 7. LEILA bogie for freight cars [4]

Oczywiście w specjalistycznych szybkich pociągach towarowych już od kilkunastu lat stosowane są nie tylko hamulce tarczowe, lecz również inne typy hamulców znane z pociągów pasażerskich. W ogólnej liczbie wagonów towarowych stanowią one jednak niewielki procent i sytuacja ta nie zmieni się w najbliższej przyszłości.

Niestety opisane powyżej rozwiązania nie przyjęły się na większą skalę i stanowią one raczej przykład eksperymentu niż praktycznego zastosowania.

5. Przyczyny stagnacji

Analiza sytuacji i rozwiązań opisanych w poprzednich punktach niniejszego artykułu nasuwa wniosek, że wysiłki konstruktorów wagonów towarowych i układów hamulcowych krążą wciąż przede wszystkim wokół hamulca klockowego i wózka Y25.

Wprowadzenie do eksploatacji wstawek hamulcowych wykonanych z tworzywa sztucznego, wbrew początkowym zamierzeniom, nie powoduje obniżenia poziomu hałasu emitowanego przez eksploatowane obecnie pociągi. Wynika to z faktu, że wstawki te nie są zamienne ze wstawkami żeliwnymi i mogą być stosowane jedynie w układach hamulcowych projektowanych do współpracy z tego typu wstawkami. Sprawia to, że cichsze są jedynie wagony nowe, stanowiące niewielki procent ogólnego ilostanu wagonów towarowych.

Nieustanne próby doskonalenia hamulca klockowego jak też konstrukcji wózka typu Y25 w dłuższej perspektywie wydają się ślepym zaułkiem, gdyż obydwie rozwiązania osiągnęły już kres swoich możliwości, a ich kilkudziesięcio (wózek Y25) i ponad stuletnia (hamulec klockowy) historia powinny być powoli kończone. Wprowadzanie dziś do ruchu nowych wagonów na wózkach Y25 wyposażonych w hamulec klockowy, ze względu na przewidywany na około 30–40 lat okres eksploatacji wagonu towarowego, sprawia że rozwiązanie to ma szansę dożyć wspólnych 100 lat na torach! Jakże odległe jest to od rozwoju nie tylko w innych gałęziach transportu, ale również w kolejowym transporcie pasażerskim.

Podstawową do niedawna przyczyną, dla której zarządy kolejowe nie decydowały się stosować w nowych wagonach innych rozwiązań niż tradycyjne wózki Y25 z hamulcem klockowym były oczywiście koszty. Obecnie konkurencja na rynku i rozwój technologii sprawiły, że proporcje cenowe zmieniły się na korzyść hamulca tarczowego, zwłaszcza w porównaniu z propagowanymi ostatnio rozwiązaniami hamulca z jednostronnym hamowaniem kół. Dodatkową, nie mniej istotną przyczyną niechęci do stosowania nowoczesnych rozwiązań jest obawa przed koniecznością rozbudowy zaplecza naprawczego, bazy części zamiennych oraz szkolenia personelu.

Taki tok rozumowania jest uzasadniony ekonomicznie, ale w krótkim okresie. Inwestycja w nowe rozwiązania z pewnością zwróci się z nawiązką po dłuższym okresie eksploatacji taboru, choćby dzięki wyeliminowaniu problemów nierozzerwalnie związanych z hamulcem klockowym, jak np. pękanie i wykruszenia wstawek hamulcowych, które są przyczyną wyłączania wagonów z eksploatacji.

Dobłą formą rekompensaty dla eksploatujących wagony z nowoczesnym układem biegowym i hamulcowym byłoby wprowadzenie preferencyjnych opłat za korzystanie z linii kolejowych, gdyż rozwiązania te zapewniają nie tylko zmniejszenie emisji hałasu, ale również ograniczenie niekorzystnych oddziaływań pojazdu na tor. Obecnie już są stosowane preferencyjne opłaty dla wagonów z hamulcem innym niż klockowy ze wstawkami żeliwnymi.

6. Wnioski

Od połowy ubiegłego wieku obserwuje się stagnację w rozwoju układów hamulcowych wagonów towarowych – dominującym do dziś rozwiązaniem jest wagon na wózkach typu Y25 z hamulcem klockowym. Nieliczne nowe rozwiązania rzadko, niestety, wykraczają poza fazę eksperymentu. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest obawa eksploatujących przed poniesieniem większych kosztów związanych z zakupem nowoczesnego taboru, zróżnicowaniem bazy części zamiennych oraz szkoleniem personelu. Należy jednak przypuszczać, że wprowadzenie nowoczesnego taboru, podniesienie kwalifikacji personelu oraz ogólne podniesienie poziomu technicznego w dłuższym czasie powinny owocować niższymi kosztami eksploatacji i redukcją liczby usterek oraz związanych z nimi wyłączeń wagonów z użytkowania.

Dodatkową formą promowania nowoczesnych, a więc przyjaznych dla toru i otoczenia rozwiązań byłoby wprowadzenie niższych opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej dla wagonów z nowoczesnymi rozwiązaniami.

Literatura

- [1] *Development, Testing and TSI-Certification of the New Bogie Mounted Tread Brake Unit for Freight Cars*, Knorr-Bremse, Graz, 16.09.2008.
- [2] <http://atc.sjf.stuba.sk>, *Autorizované školiace centrum pre MSC.ADAMS*, 2011.
- [3] <http://pl.wikipedia.org>, 2011.
- [4] *LEILA – a new cost-effective and environmentally friendly rail freight bogie*, Berlin University of Technology, 14.06.2005.
- [5] Materiały reklamowe firmy Faiveley, 2010.