

UWARUNKOWANIA RACJONALIZACJI KOSZTÓW EKSPLOATACJI I NABYCIA TABORU KOLEJOWEGO

DATA PRZEŚLANIA: 6.11.2018, DATA AKCEPTACJI: 14.01.2019, KODY JEL: 018, R41

Jan Raczyński

Instytut Kolejnictwa
jraczynski@ikolej.pl

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono problematykę związaną z szacowaniem rzeczywistych kosztów cyklu życia pojazdów kolejowych w aspekcie ich zakupu i późniejszej eksploatacji.

Zdefiniowano składniki kosztów cyklu życia pojazdu oraz omówiono zależność ich wartości od cech konstrukcyjnych pojazdów. Szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom związanym z obniżeniem zużycia energii elektrycznej. Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na rolę aspektów ekonomicznych w specyfikacjach na zakup i modernizację taboru kolejowego oraz konieczność doskonalenia ich metodyki także w trakcie eksploatacji pojazdów.

SŁOWA KLUCZOWE

transport, kolej, tabor kolejowy, koszty LCC

WPROWADZENIE

We współczesnej gospodarce działalność przewoźników kolejowych opiera się na zasadach rynku regulowanego i jest wynikiem długiego procesu zapoczątkowanego w Unii Europejskiej jeszcze w latach 90. XX wieku. Począwszy od dyrektywy 91/440 (Dyrektywa, 1991) kolejne regulacje prawne doprowadziły do komercjalizacji przedsiębiorstw państwowych, a także do pojawienia się większej liczby podmiotów prywatnych prowadzących działalność na zasadach rynkowych. Ponieważ ze względów społecznych w obecnych warunkach rynkowych konieczne jest ustalanie dla części przewozów taryf poniżej rzeczywistych kosztów przewoźników na rynku kolejowego, wprowadzona została także kategoria działalności tzw. służby publicznej. Jest ona regulowana już od 2007 roku rozporządzeniem 1370/2007 (Rozporządzenie, 2007). Dzięki tym rekompensatom przewoźnicy działają w warunkach rynkowych i dążą do racjonalizacji swojej działalności. Kluczowe znaczenie dla nich ma więc racjonalizacja zarządzania w przedsiębiorstwie kolejowym i wypracowanie proefektywnościowej strategii przedsiębiorstwa. Szczególne znaczenie ma tu zarządzanie parkiem taborowym, będącym podstawowym środkiem produkcji przewoźników kolejowych.

ROLA CZYNNIKA EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ W EKSPLOATACJI TABORU KOLEJOWEGO

Zakup i eksploatacja taboru stanowi istotny składnik kosztów przewoźników kolejowych. Dla przedsiębiorstw funkcjonujących na zrównoważonym rynku (m.in. przy racjonalnych stawkach za dostęp do infrastruktury, prowadzeniu inwestycji odtworzeniowych co najmniej w stopniu 1:1) wydatki związane z zakupem i eksploatacją taboru stanowią około 1/3 całości kosztów działalności (Sitarz i in., 2016). Optymalizacja kosztów dla tego składnika kosztów ma więc zasadnicze znaczenie dla przewoźnika kolejowego.

Jakość parku taborowego i warunki jego eksploatacji wpływają także na inne składniki kosztów, a prędkość maksymalna i handlowa ma duże znaczenie dla kształtowania się kosztów obsługi trakcyjnej i drużyn konduktorskich. Związane to jest nie tylko ze zwiększeniem produktywności taboru przy rosnących jego przebiegach dobowych. Przyjęcie właściwej metodyki w zakresie realizacji zakupów, modernizacji i późniejszej eksploatacji taboru jest ważne już na etapie planowania inwestycji. Niewłaściwe decyzje oraz ograniczone możliwości późniejszego korygowania błędów mogą mieć negatywne, długookresowe skutki dla kondycji finansowej przewoźnika.

Zarządzanie taborem kolejowym na wszystkich etapach, począwszy od decyzji o jego zakupie poprzez jego eksploatację aż po jego likwidację, ma więc istotny wpływ na koszty działalności przedsiębiorstwa i pośrednio na jego pozycję rynkową. Z tego powodu niezbędne jest zastosowanie systemowego podejścia do zarządzania kosztami nie tylko na etapie planowania zakupu, ale także podczas eksploatacji taboru. Zmiany na rynku taboru oraz rozwój metod jego eksploatacji mają zasadnicze znaczenie dla sposobu zarządzania nim przez przedsiębiorstwo.

W ostatnich latach na rynku pojawiło się wiele innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjnych taboru oferowanych wraz z nowym podejściem do jego utrzymania oraz sposobem zarządzania jego eksploatacją.

Podstawowymi czynnikami, które wpływają na konstrukcję pojazdów szynowych, są:

- większy nacisk na efektywność ekonomiczną eksploatacji taboru i spełnianie nowych wymagań rynkowych,
- rozwój wymagań prawnych oraz w zakresie standaryzacji i interoperacyjności systemów kolejowych,
- rozwój technologii produkcji materiałów konstrukcyjnych dla taboru i podzespołów do niego, związany także z nowymi zastosowaniami informatyki i wdrożeniami nowych materiałów,
- zastosowanie aplikacji informatycznych do zarządzania eksploatacją taboru, zwłaszcza jego utrzymaniem technicznym.

DEFINIOWANIE KOSZTÓW CYKLU ŻYCIA POJAZDU

W ostatnich 20 latach nastąpił rozwój metod oceny kosztów cyklu życia pojazdu (LCC). Metodyka ta jest znana od początku lat 60. XX wieku i była rozwijana w różnych dziedzinach gospodarki (Wierzbński, 2014). Szacowanie kosztu cyklu życia pojazdów, które są eksploatowane na rozległych obszarach, w bardzo długim okresie (z reguły ponad 30 lat) oraz przy dużym stopniu skomplikowania struktury funkcjonalnej, jest zagadnieniem złożonym z ekonomicznego punktu widzenia. Rozwój informatyki umożliwił zastosowanie aplikacji umożliwiających gromadzenie dużej ilości danych o przebiegu eksploatacji pojazdów oraz wypracowanie metodologii szacowania kosztów

tów poszczególnych składników procesu eksploatacji (Kjellsson, Hagemann, 1997). Zgromadzony materiał umożliwił rozwój konstrukcji pojazdów pod kątem ich niezawodności i dyspozycyjności, a w najnowszych ich generacjach możliwe stało się zastosowanie technologii informatycznych do diagnostyki pojazdu w systemie on-line, co w znaczący sposób obniża koszty eksploatacji taboru.

Najbardziej miarodajnym parametrem w ocenie efektywności ekonomicznej zakupu i eksploatacji taboru jest całkowity koszt, jaki ponosi zamawiający i przewoźnik, począwszy od przygotowania projektu zakupu taboru poprzez jego eksploatację do jej zakończenia. Metodyka wyliczenia tych kosztów, określanych jako cykl życia pojazdu (*life cycle cost*, LCC), została rozwinięta w ostatnich latach w szczególności na podstawie doświadczenia z eksploatacji pojazdów nowej generacji (Davis Langdon Management Consulting, 2007).

W Polsce zrealizowano w ostatnich latach pierwsze zakupy pojazdów z wykorzystaniem metodyki LCC – w PKP Intercity i w Łódzkiej Kolei Aglomeracyjnej. Kilkuletni okres eksploatacji tych pojazdów pozwolił na zweryfikowanie i ocenę przydatności zastosowanej metodyki. Doświadczenia te są pozytywne. Nawet zastosowanie uproszczonych kryteriów oceny efektywności ekonomicznej pojazdów pozwoliło na wybór optymalnych ofert.

Należy jednak zaznaczyć, że pojęcie kosztu przyjęte w analizach jest zasadniczo tożsame z ceną zakupu taboru lub usługi podczas jego eksploatacji. Rzeczywisty koszt nabycia taboru jest wyższy od ceny o koszt pozyskania kapitału. Metody i związane z tym koszty pozyskania kapitału na zakup i eksploatację pojazdu są różne (Dyr, Raczyński, 2003), stąd uproszczenie metodyki.

Koszt cyklu życia pojazdu (K) można określić następująco (De Menna i in., 2016):

$$K = K_i + K_m + K_u \quad (1)$$

gdzie:

K_i – koszty inwestycyjne zakupu taboru,

K_m – koszty techniczne utrzymania taboru,

K_u – koszty użytkowania taboru.

Koszty inwestycyjne K_i obejmują koszt zakupu pojazdu, części zamiennych (pierwszej partii do bieżącego utrzymania), oprzyrządowania warsztatowego i diagnostycznego, dokumentacji technicznej, instrukcji użytkowania i utrzymania, modernizacji oraz dodatkowych inwestycji w zaplecze warsztatowym. W tej grupie uwzględniane są również koszty wycofania i utylizacji.

Koszty techniczne utrzymania K_m obejmują koszty wdrożenia, przygotowania pojazdu do pracy, koszty utrzymania (przeглядów i napraw planowych oraz napraw bieżących).

Koszty użytkowania K_u obejmują w szczególności koszty energii na cele trakcyjne i pomocnicze oraz koszty powstałe wskutek oddziaływania pojazdu na tor (te koszty jednak są zazwyczaj pomijane).

Koszty utrzymania K_m i koszty użytkowania K_u są kosztami eksploatacji pojazdu.

Grupa kosztów K_m i K_u powinna być odnoszona w zasadzie do całego okresu eksploatacji pojazdu. Przyjmowane są zazwyczaj okresy obliczeniowe wynoszące 20–30 lat, z praktycznym wskazaniem na okres 30 lat.

KOSZTY UTRZYMANIA TABORU

Łączne koszty techniczne utrzymania taboru w jego 30-letnim okresie eksploatacji są zasadniczo zbliżone do kosztów (ceny) zakupu pojazdu. Takie zasady są przyjmowane zazwyczaj w kontraktach na utrzymanie zakupionego taboru przez inne jednostki zewnętrzne. W przypadku utrzymania pojazdu we własnym zakresie przez przewoźnika koszty te można przyjąć na takim samym poziomie. Oznaczałoby to, że średni roczny koszt utrzymania pojazdu wynosi 3,3% kosztu jego zakupu. Należy to traktować jako poziom wyjściowy do dalszych analiz. Koszt utrzymania pojazdu może być korygowany w górę lub w dół w zależności od następujących czynników:

- wielkości parku taboru (im mniejszy, tym wyższe jednostkowe koszty utrzymania),
- złożoności technicznej pojazdów,
- kosztu utrzymania zaplecza technicznego (różny np. w zależności od regionu kraju, kosztów gruntu i innych opłat),
- kosztu robocizny (zależnego od regionu kraju).

Koszty te nie rozkładają się równomiernie w całym okresie eksploatacji pojazdu. Wysokie są bowiem koszty przygotowania zaplecza oraz długi jest okres wstępny, związany z zakupem części zamiennych i materiałów, systemów informatycznych, szkoleniem pracowników.

KOSZTY UŻYTKOWANIA TABORU

Koszty użytkowania taboru obejmują koszty:

- obsługi bezpośredniej (drużyny trakcyjne i konduktorskie),
- energii na cele trakcyjne i pomocnicze,
- wynikające z opłat za infrastrukturę.

Koszt utrzymania personelu związanego z obsługą pojazdów jest zależny od organizacji pracy i przyjętych standardów w zakresie obsługi pasażera przez przedsiębiorstwo. Na etapie wyboru rozwiązania technicznego taboru można mieć wpływ na wielkość tego składnika kosztów. Np. wybór krótkich zespołów trakcyjnych, które zazwyczaj będą łączone po dwa lub więcej, generuje dodatkowe koszty w związku z koniecznością zapewnienia personelu w każdym zespole, co jest standardem w ruchu międzyregionalnym.

Drugim ważnym elementem kosztów użytkowania jest koszt energii elektrycznej. Koszty te mogą być znacząco różne w poszczególnych państwach ze względu na zróżnicowanie cen jednostkowych energii.

Na etapie sporządzania specyfikacji i wyboru rozwiązania technicznego można już wpływać na ograniczenie zużycia energii w późniejszej eksploatacji za pomocą:

- obniżenia masy pociągu,
- sterowania urządzeniami napędowymi o wysokiej sprawności energetycznej,
- efektywnego systemu rekuperacji i wykorzystania energii traconej podczas hamowania na inne cele pomocnicze,
- optymalizacji zużycia energii na cele pomocnicze (ogrzewanie, klimatyzacja, oświetlenie).

Wielkość zużycia energii może być wymagana w deklaracji producenta taboru.

Wybór najkorzystniejszych ofert na zakup taboru do ruchu pasażerskiego powinien być wynikiem analizy wielokryterialnej uwzględniającej wszystkie lub co najmniej najważniejsze czynniki

mające wpływ na koszt całego cyklu eksploatacji taboru (Johnson, Lindenau i Salci, 2016; Steer Davies Gleave, 2015).

OKREŚLENIE WSKAŹNIKÓW DLA OCENY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ TABORU

Zużycie energii elektrycznej jest jednym z istotnych składników kosztów cyklu życia taboru i jego rola będzie rosła wraz ze wzrostem cen energii elektrycznej. Z tego powodu koleje w sposób ciągły podejmują działania obniżające zużycie energii elektrycznej, a w przypadku trakcji spalinowej, paliw płynnych, które w ostatnich latach próbuje się w zamieniać na paliwa gazowe (wodór). Nie umniejszając roli działań oszczędnościowych na etapie eksploatacji pojazdów, należy jednak podkreślić, że kluczowe zadania w zakresie uzyskania niskiej energochłonności pojazdów trakcyjnych należy wykonać na etapie formułowania specyfikacji na zakup taboru. W zakresie wydajności energetycznej pojazdów szynowych istnieje najmniej przepisów ustawowych, mimo że wydajność energetyczna jest istotna z punktu widzenia ekologii i zawiera wysoki potencjał do obniżenia LCC. W przypadku niektórych typów pojazdów trakcyjnych koszty energii mogą podczas okresu ich eksploatacji stanowić znaczącą część całkowitych kosztów ich użytkowania.

W analizach oceny efektywności ekonomicznej można wykorzystać kartę UIC 345, która zawiera wytyczne dla sporządzania specyfikacji na zakup taboru z optymalizacją wpływu na środowisko.

Energia elektryczna zużywana przez elektryczne pojazdy trakcyjne jest wydatkowana na następujące cele:

- napęd trakcyjny,
- zasilanie obwodów pomocniczych,
- zasilanie urządzeń pokładowych związanych obsługą pasażerów (oświetlenie, klimatyzacja itp.).

Energia na cele trakcyjne stanowi największą część zużycia energii przez pociąg. W celu oszczędzania energochłonności pociągu producent powinien dokonać szacunków zużycia lub dostarczyć dane do takich obliczeń, przy czym obliczeń można dokonać według następujących zasad:

- dla programu eksploatacji dla określonej trasy lub grupy określonych tras,
- dla programu i trasy standardowej wg z góry zdefiniowanych parametrów, np. prędkości, odstępu między punktami zatrzymania, spadku profilu itp., który odpowiada przyszłemu programowi eksploatacji pojazdu.

Musi być ponadto zapewniona możliwość weryfikacji wartości obliczeniowych poprzez odpowiednie pomiary przy zachowaniu warunków ramowych i dopuszczalnych tolerancji.

ZUŻYCIE ENERGII PRZEZ URZĄDZENIA POKŁADOWE

Funkcje związane z zapewnieniem komfortu pasażerom odpowiadają w naszej strefie klimatycznej za 20–30% całkowitego zużycia energii przez pociąg. Zużycie energii można zmniejszyć dzięki zastosowaniu „inteligentnych” technologii, np. detektorów CO₂, które sterują optymalnym dostawianiem wentylacji do stopniaapełnienia pociągu podróznymi.

Zamawiający tabor powinien ustalić założenia i zewnętrzne warunki eksploatacji pociągu. Ponadto powinien uzgodnić konkretną metodę obliczeń.

ODZYSK ENERGII

Odzyskiwanie energii dzięki zastosowaniu systemu hamulca elektrodynamicznego jest standardem dla współczesnych zespołów trakcyjnych. W systemach zasilania trakcyjnego prądem stałym stopień odzysku energii jest jednak ograniczony możliwością jego odbioru przez inne pojazdy trakcyjne znajdujące się w danej sekcji zasilania.

Stosowane mogą być także inne metody magazynowania energii w pojeździe z możliwością jej późniejszego wykorzystania do napędu trakcyjnego lub na inne cele pomocnicze. Mimo że systemy gromadzenia energii nadal nie należą jeszcze do standardowego wyposażenia, mogłyby zostać uwzględnione przy przetargach.

ZARZĄDZANIE ENERGIĄ PODCZAS POSTOJU POJAZDÓW

Urządzenia pomocnicze i funkcje zapewniające komfort zużywają znaczną ilość energii w pojazdach, jeśli są one ogrzewane lub klimatyzowane podczas dłuższych postojów w przerwach między obsługą pociągów. Dzięki automatycznej regulacji zużycie energii można znacznie zredukować w czasie postoju. Szacuje się, że potencjał oszczędności w odniesieniu do całego zużycia energii wynosi 3–5% (15–25% oszczędności w zakresie zużycia energii na funkcje zapewnienia komfortu).

Zamawiający powinien w przetargu określić funkcjonalność systemu zarządzania energią. Aby wykorzystać istniejący potencjał oszczędności energii, automatyczny system regulacji musi być dostosowany do funkcji utrzymania i serwisu oraz zgodny z procedurami eksploatacji kolei.

LICZNIKI ENERGII

Licznik energii nie obniża wprawdzie zużycia energii, dostarcza jednak cennych danych, które umożliwiają rozpoznanie potencjałów pojazdów w zakresie oszczędności energii. Poza tym licznik umożliwia maszyniście kontrolę zużycia energii pod względem stylu jazdy.

W specyfikacji na tabor należy zamieścić odnośne wymagania liczników. Wymagania funkcjonalne dla liczników są określone w specyfikacji TSI LOC & PAS (Rozporządzenie, 2018).

MASA SPECYFICZNA POJAZDU

Masa pojazdu jest ważnym czynnikiem wpływającym na późniejsze zużycie energii podczas eksploatacji. Niska masa pojazdu jest szczególnie istotna przy profilu eksploatacji pojazdu z wieloma zatrzymaniami na przystankach, który jest charakterystyczny dla ruchu aglomeracyjnego.

Parametr specyficznej masy jest pomocniczy dla parametrów określonych w poprzednich rozdziałach. Jednak jego użyteczność jest bardzo duża, ponieważ masa pojazdu daje się porównywalnie łatwo zmierzyć i sprawdzić.

W praktyce dla zespołów trakcyjnych i wagonów pasażerskich masę pojazdu odnosi się do liczby miejsc do siedzenia. Dla wagonów i zespołów trakcyjnych w ruchu regionalnym masę pojazdu odnosi się do liczby podróżnych N obliczonej wg wzoru (UIC, 2006):

$$N = S + X \times Sp \quad (2)$$

gdzie:

S – liczba siedzeń w pojeździe,

X – założona liczba podróżnych stojących na 1 m² powierzchni,

Sp – powierzchnia dostępna dla podróżnych stojących [m²].

Jeżeli w specyfikacji na zakup taboru zdefiniowane są ściśle wymagania w zakresie aranżacji przedziałów, np. podziałka dla rozmieszczenia siedzeń, liczba drzwi, liczba toalet, miejsca dla wózków inwalidzkich, rowerów, część dla podróżnych z większym bagażem ręcznym, to można specyficzną masę określić ilorazem masy na długość pojazdu.

Wskaźnik ten nie uwzględnia jednak wszystkich elementów mających wpływ na energochłonność pojazdu. Pojazdy o tej samej wartości masy specyficznej mogą charakteryzować się jeszcze innymi rozwiązaniami technicznymi, które mają wpływ na ich energochłonność. Są to np.:

- opory ruchu pojazdu związane z jego konstrukcją, np. aerodynamiką,
- sposób sterowania układem napędowym,
- tzw. inteligentne zarządzanie zużyciem energii na cele pomocnicze w pojeździe (klimatyzacja, ogrzewanie, oświetlenie, urządzenia pomocnicze).

Aby uwzględnić te czynniki w sposób dokładny i obiektywny, należy przeprowadzić w porównywalnych warunkach przejazdu pojazdów na wybranych trasach, opierając się na specyfikacji CLC-TSI (Standard, 2013). Dotyczyć to powinno w szczególności pojazdów do ruchu aglomeracyjnego i regionalnego.

PODSUMOWANIE

Główne czynniki, jakie należy uwzględnić, oraz przykładowa ich waga w ocenie ofert taboru na przykładzie wybranych przetargów w Polsce są następujące (Raczyński, 2018):

- koszt zakupu taboru – 40–50% wartości oceny,
- koszt utrzymania taboru w cyklu co najmniej 15 lat (a więc do pierwszej naprawy głównej, ale bez wliczania jej kosztu) – 30–40%,
- koszt zużycia energii (może być liczony w różny sposób, np. za pomocą wskaźnika masy pojazdu na jednego pasażera) – 15–20% w zależności od charakteru relacji, które będą obsługiwane zakupionym taborem.

Wartości te odpowiadają faktycznym proporcjom kosztów cyklu życia. Spełnienie tych kryteriów powinno być weryfikowane i egzekwowane przy odbiorze pojazdu:

- koszty utrzymania – przez zlecenie utrzymania technicznego producentowi,
- koszt zużycia energii – za pomocą wskaźnika masy pojazdu na jednego pasażera lub masy pojazdu na jego długość przy zdefiniowaniu aranżacji wyposażenia przedziałów dla pasażerów, w szczególności przy ustaleniu podziałki rozstawu foteli dla pasażerów. Alternatywną metodą jest określenie jednostkowego zużycia energii dla zadanych warunków eksploatacji pojazdu.

Przyjęcie określonych zakresów procentowych wymienionych czynników jest zależne od specyfiki zamawianego taboru, warunków jego eksploatacji i oczekiwanych rezultatów ekonomicznych do osiągnięcia. Wartości te powinny być zdefiniowane na podstawie analiz techniczno-ekonomicznych w studium wykonalności dla każdego przypadku zakupu taboru.

Zastosowanie metodyki szacowania kosztów cyklu życia ma istotne znaczenie w procesie zarządzania inwestycjami taborowymi. Jest to przejście od statycznego podejścia oceny kosztów taboru do dynamicznego, w wyniku czego inwestycja w tabor kolejowy i jej skutki ekonomiczne są rozłożone w sposób nierównomierny w długim czasie, z reguły powyżej 30 lat.

LITERATURA

- Davis Langdon Management Consulting (2007). *Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction. Guidance on the use of the LCC Methodology and its application in public procurement*. London.
- De Menna, F., Loubiere, M., Dietershagen, J., Unger, N., Vittuari, M. (2016). *Methodology for evaluating LCC*. Horizon 2020 Framework Programme of the European Union under Grant Agreement no. 641933.
- Dyrektywa Rady 91/440/EEC z dnia 29 lipca 1991 roku dotycząca rozwoju linii kolejowych we Wspólnocie. OJ L 237, z dnia 24 sierpnia 1991 roku (2010).
- Dyr, T., Raczyński, J. (2003). Źródła finansowania zakupów taboru. *Technika Transportu Szynowego*, 10 (6), 18–27.
- Johnson, T., Lindenau, N., Salci, L. (2016). *Rolling Stock Procurements – Lessons Learned*. U.S. Pobrane z: <https://www.fra.dot.gov/Elib/Document/16913>.
- Kjellsson, U., Hagemann, O. (1997). *Unife-unilife and Unife-unidata – the first European life cycle cost interface software model*. Brussels: UNIFE.
- Raczyński, J. (2018) *Life cycle cost as a criterion in purchase of rolling stock*. MATEC Web of Conferences (180). DOI: 10.1051/mateconf/201818002010
- Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 roku dotyczące usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 1191/69 i (EWG) nr 1107/70. Dz.U. L 315 z 3.12.2007 (2007)
- Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE 2018/868) z dnia 13 czerwca 2018 roku w odniesieniu do przepisów dotyczących systemu pomiaru energii i systemu gromadzenia danych.
- Sitarz, M., Chruzik, K., Banaszek, K., Raczyński, J. (2016). Uwarunkowania planowania rozwoju pasażerskich zasobów taborowych operatorów kolejowych. Część 2 – zagadnienia techniczno-eksploatacyjne. *Technika Transportu Szynowego*, 7-8, 43–51.
- Standard: CENELEC – CLC/TS 50591 (2013). *Specification and verification of energy consumption for railway rolling stock*
- Steer Davies Gleave (2015). *Understanding the Rolling Stock Costs of TOCs in the UK Report*. London
- UIC (2006). UIC leaflet 345. *Environmental specifications for new rolling stock*.
- Wierzbiński, M. (2014). Istota rachunku kosztów cyklu życia technologii. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 335, 231–239.

CONDITIONS OF THE RATIONALISATION OF OPERATING COSTS OF THE USE AND PURCHASE OF ROLLING STOCK

SUMMARY

The article presents issues related to real estimation in the life cycle costs of railway vehicles in the aspects of their purchase and subsequent exploitation. The components of the vehicle life cycle costs and described dependence of their value on design features of the vehicles have been defined. Special attention was turned to issues related to the reduction of energy consumption. The purpose of this article is to draw to the role of economic aspects in specifications for the purchase and modernisation of rolling stock and the need to improve their methodology also during of the operation of vehicles.

KEYWORDS

transport, railway, rolling stock, life cycle cost (LCC)

Translated by Jan Raczyński