MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA
POJAZDY SZYNOWE NOWYCH GENERACJI '99

ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1999
TRANSPORT z.35, nr kol. 1415

Adam TUŁECKI
Instytut Pojazdów Szynowych, Politechnika Krakowska

LIFE CYCLE COST (LCC) MIARĄ EFEKTYWNOŚCI ŚRODKÓW TRANSPORTU SZYNOWEGO

Streszczenie. W pracy scharakteryzowano stosowane metody oceny finansowej przedsięwzięć transportowych, w których istotnym elementem jest środek transportu szynowego. Podano ogólne zasady kalkulacji kosztów cyklu trwałości LCC przedstawiając ich strukturę oraz schemat budowy. Wskazano na korzyści wynikające ze stosowania LCC jako narzędzia wspomagającego decyzje zakupu i modernizacji pojazdów szynowych.

LIFE CYCLE COST (LCC) AS A MEASURE OF EFFECTIVENESS OF RAILWAY TRANSPORT MEANS

Summary. The paper characterises the methods of financial assessment used in transport undertakings in which a crucial element is a railway transport mean. General rules of calculating the life cycle cost LCC and its structure. Benefits from using LCC as a tool supporting the decisions about purchase and modernisation of rail vehicles.

1. WPROWADZENIE

Charakterystyczną cechą nowoczesnych systemów transportowych jest ukierunkowanie na potrzeby rynku transportowego oraz klienta, przy zachowaniu wysokiej efektywności ekonomicznej. Istotną rolę w systemie transportowym odgrywa środek transportowy, którego parametry techniczno-eksploatacyjne decydująco wpływają na strukturę kosztów przedsięwzięcia inwestycyjnego związanego z ich zakupem i obsługą rynku przewozowego. Wymagania powyższe wynikają z zasad gospodarki rynkowej, która wymaga decyzji uzasadnionych ekonomicznie, popartych opracowaniami studialnymi z zakresu analizy rynku, badań preferencji klientów, oceny efektywności przedsięwzięcia.

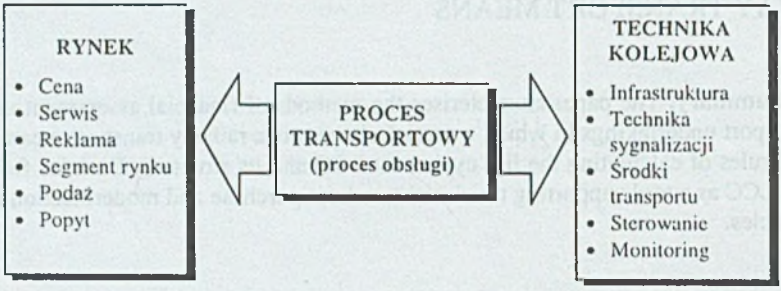
Środki transportu szynowego należą do złożonych obiektów technicznych charakteryzujących się stosunkowo długim okresem trwałości, dla których zbiór parametrów opisujących etap wytwarzania, utrzymania i eksploatacji jest bardzo obszerny i zróżnicowany. Stosowane powszechnie metody oceny przedsięwzięć rozwojowych [1] nie w pełni uwzględniają powyż-

sze etapy. Miarą, która je uwzględnia, jest koszt cyklu trwałości określany w przedmiotowej literaturze terminem Life-Cycle Cost (LCC) [2]. Są to koszty całościowe uwzględniające pełny cykl „życia" obiektu technicznego od chwili powstania koncepcji do momentu odpadowania (recyclingu).

W niniejszej pracy na tle ogólnej charakterystyki metod oceny przedsięwzięć przedstawiono podstawowe założenia metody LCC oraz strukturę kosztów. Wskazano na szerokie możliwości jej wykorzystania jako procedury decyzyjnej przy zakupie, modernizacji i eksploatacji środków transportu szynowego oraz przy kształtowaniu kosztów usług transportowych.

2. ŚRODEK TRANSPORTOWY JAKO ŚRODEK PRODUKCJI

Proces transportowy rozumiany jako zbiór operacji związanych z przemieszczaniem osób i dóbr materialnych przy użyciu odpowiednich środków technicznych ma wszystkie cechy procesu produkcyjnego. W procesie tym wykorzystywane są środki produkcji (maszyny, narzędzia), które w przypadku transportu szynowego stanowią środki transportowe, jak: pojazdy i zespoły trakcyjne, wagony towarowe i osobowe, tramwaje, pociągi metra itp. Rys. 1 przedstawia schematycznie zależności pomiędzy rynkiem transportowym a ogólnie rozumianą techniką kolejową, w skład której wchodzą m.in. środki transportu. Elementem łączącym dwa zbiory jest proces transportowy, który ma wszystkie cechy procesu obsługi traktowanego jako system działania [3].



Rys.1. Wpływ rynku na technikę kolejową
Fig.1. The market influence on the railway technology

Rynek transportowy stawiając określone wymagania procesowi transportowemu (obsługi) narzuca jednocześnie kryteria doboru dla środków transportowych. Można więc przyjąć, że powstanie, rozmiary i zachodzące zmiany zapotrzebowania na środki transportu szynowego uzależnione są w ogólności od:

- koniunktury inwestycyjnej, rozmiarów realizowanych i planowanych inwestycji (budowa autostrad, rurociągów, metra, wprowadzanie linii szybkich pociągów, tworzenie multimodalnych korytarzy transportowych itp.),
- koniunktury i rozwoju rynku transportowego (transport kombinowany, przewozy aglomeracyjne itp.),
- koniunktury eksportowej, rozwoju lub ograniczania możliwości eksportowych,
- tendencji do unowocześniania technologii i postępu technicznego (wymiana pojazdów o przestarzałej konstrukcji lub nadmiernie wyeksploatowanych).

Zapotrzebowanie (popyt) na środki transportu szynowego jest mało substytucyjne (zamienne), a ich roczny udział w obrocie towarowym wynosi ok. 3% [4].

3. EFEKTYWNOŚĆ ŚRODKÓW TRANSPORTU SZYNOWEGO

Każde przedsięwzięcie transportowe wymaga zaangażowania środków transportowych, w związku z czym analiza jego efektywności wymaga określenia nakładów na ich zakup, dzierżawę, leasing itp. Do celów porównawczych można wykorzystać stosowaną przez wiele lat zależność [5] na efektywność środków transportowych E_K:

$$E_K = \frac{Ni(r+s)+K}{W}, \tag{1}$$

gdzie:

Ni – nakłady inwestycyjne na zakup środków transportowych,
r – stopa dyskontowa,
s – stopa amortyzacyjna,
K – koszty eksploatacji środków transportowych,
W – roczna wielkość przewozów osób lub ładunków.

Powyższy wzór był mało wykorzystywany w praktyce, z uwagi na brak precyzyjnego oszacowania kosztów eksploatacji przez krajowe przedsiębiorstwa kolejowe (głównie PKP), dopiero gospodarka rynkowa ostatnich lat wymusiła konieczność szczegółowych analiz przedsięwzięć transportowych. Wybór opracowanych dotąd i stosowanych w praktyce metod badań efektywności przedsięwzięcia zależy od jego indywidualnych cech oraz samego inwestora [1,6]. Ogólnie można je podzielić na dwie grupy:
- proste metody oceny finansowej,
- metody dyskontowe.

Do najczęściej stosowanych prostych metod oceny finansowej zalicza się:
- przepływy pieniężne – cash flows,
- okres zwrotu nakładów,
- prostą stopę zwrotu (zysku),
- próg rentowności BEP,
- analizę wrażliwości.

Metody dyskontowe są precyzyjnym narzędziem oceny opłacalności przedsięwzięcia transportowego i dają możliwość objęcia oceną całego okresu jego funkcjonowania. Szczególnie często stosowane są metody:
- wartości zaktualizowanej netto NPV,
- wewnętrznej stopy zwrotu IRR.

Wszystkie wymienione metody mają wspólną cechę – wymagają oszacowania wielkości wpływów i wydatków; są tym precyzyjniejsze, im dokładniejsze są opracowane szacunki.

4. KOSZTY CYKLU TRWAŁOŚCI LCC (LIFE CYCLE COST)

Kalkulacja kosztów LCC jest od wielu lat międzynarodową podstawą decyzyjną dla elektrowni i samolotów, natomiast w przypadku pojazdów szynowych zaledwie kilka ośrodków europejskich zajmuje się tym zagadnieniem [2,7,8]. W grudniu 1996 r. odbyła się w Brukseli

konferencja zorganizowana przez UNIFE (Europejskie Zrzeszenie Przemysłu Kolejowego) i poświęcona wprowadzeniu kosztów LCC w europejskim przemyśle taboru kolejowego. Uczestnicy konferencji bardzo sceptycznie odnosili się do tego pomysłu, wskazując na konieczność przyjęcia wielu dodatkowych rozwiązań sankcjonowanych prawnie. Jedynie przedstawiciel producentów szwedzkich potwierdził stosowanie kalkulacji LCC jako podstawy decyzyjnej przy zakupie środków transportu szynowego.

Mimo początkowych obaw producenci europejscy podjęli problem kosztów LCC, które w naturalny sposób zostały wymuszone przez nabywców zainteresowanych jednoznacznym kryterium decyzyjnym.

4.1. Struktura

Koszty cyklu trwałości LCC są kosztami całościowymi, zawierającymi trzy podstawowe zbiory danych dotyczące kosztów inwestycji, utrzymania i eksploatacji.

$$LCC = K_i + K_u + K_e \tag{2}$$

gdzie:

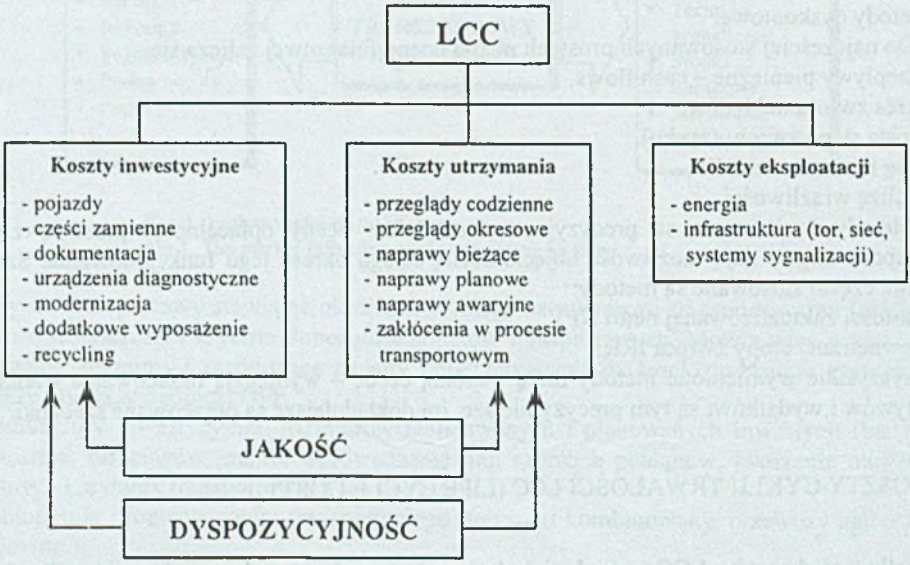
K_i – koszty inwestycyjne,

K_u – koszty utrzymania,

K_e – koszty eksploatacji.

Struktura kosztów LCC została schematycznie przedstawiona na rys. 2. Każdy z elementów zbiorów wymaga dokładnego zdefiniowania i opisania na podstawie danych eksploatacyjnych, doświadczalnych lub też pozyskanych inną drogą (np. metody eksperckie). Szczegółowo rozpisana struktura pozwala na wykorzystanie kosztów LCC jako:

- podstawy decyzyjnej przy zakupie nowych środków transportu szynowego,
- integrującej części umów przy zakupie – niespełnienie warunków LCC powoduje roszczenia gwarancyjne,
- podstawy decyzyjnej przy modernizacji i przebudowie,



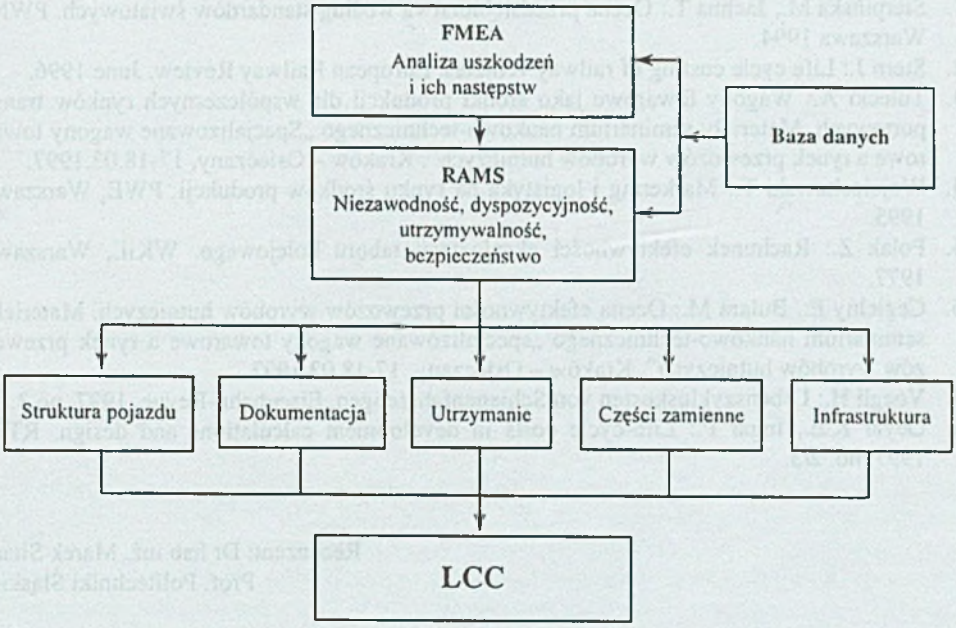
Rys. 2. Struktura kosztów LCC
Fig. 2. LCC – cost structure

- kryterium oceny technologii, możliwość porównania różnych wariantów procesów technologicznych,
- podstawy kształtowania kosztów usługi transportowej.

Można więc ocenić, jak np. wysokie koszty inwestycyjne wpływają na obniżkę kosztów utrzymania i eksploatacji, lub też ogólnie, jak każdy element zbioru wpływa na zmianę pozostałych, a tym samym na koszty całościowe LCC.

4.2. Realizacja

Identyfikacja składowych kosztów LCC jest stosunkowo prosta. Istota problemu polega na pozyskaniu niezbędnych informacji, budowaniu baz danych, właściwym ich opracowaniu na potrzeby zbudowanego modelu. Z kalkulacją kosztów LCC pojazdów szynowych ściśle wiąże się model FMEA i RAMS (rys. 3). Analiza uszkodzeń i ich następstw FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) dostarcza informacji odnośnie do eksploatacyjnych konsekwencji uszkodzeń i sposobu ich usuwania. Model RAMS obejmuje niezawodność (Reliability), dyspozycyjność (Availability), utrzymywalność (Maintainability) i bezpieczeństwo (Safety). Pozwala on na określenie wpływu wyżej wymienionych parametrów zwłaszcza na koszty inwestycyjne K_i.



Rys. 3. Schemat kalkulacji kosztów LCC
Fig. 3. The scheme of the LCC calculation

Dotychczas wykonane analizy wskazują, że w przypadku pojazdów szynowych koszty inwestycyjne wynoszą około 50% LCC, natomiast koszty utrzymania 12-25%, a koszty eksploatacyjne 25-38% [7]. Kalkulacja LCC jest szczególnie zalecana dla większych zakupów nowych pojazdów, a zwłaszcza drogich, jak np. zespoły trakcyjne wysokich prędkości, lokomotywy, wagony osobowe.

5. PODSUMOWANIE

Przedstawiona powyżej charakterystyka kosztów LCC wskazuje na szerokie możliwości ich wykorzystania przez producentów, nabywców i eksploatatorów środków transportu kolejowego. Koszty te nabierają szczególnego znaczenia w obecnym czasie, kiedy następuje umiędzynarodowienie i globalizacja gospodarki światowej. Pilną potrzebą staje się więc wprowadzenie kryterium decyzyjnego jednoznacznego na każdym kontynencie, w każdym państwie, firmie lub ośrodku. Kalkulacja LCC wymaga indywidualnego podejścia do każdego środka transportowego; istnieją pewne zasady ogólne, ale schemat obliczeniowy w każdym przypadku jest inny. Wymaga ona także pracochłonnej budowy baz danych, związanej ze znacznymi nakładami, ale staje się jednocześnie narzędziem umożliwiającym właściwą ocenę i właściwą decyzję.

LITERATURA

1. Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 1994.
2. Stern J.: Life cycle costing of railway vehicles. European Railway Review. June 1996.
3. Tułecki A.: Wagony towarowe jako środki produkcji dla współczesnych rynków transportowych. Materiały seminarium naukowo-technicznego „Specjalizowane wagony towarowe a rynek przewozów wyrobów hutniczych". Kraków – Osieczany, 17-18.03.1997.
4. Wojciechowski T.: Marketing i logistyka na rynku środków produkcji. PWE, Warszawa 1995.
5. Polak Z.: Rachunek efektywności eksploatacji taboru kolejowego. WKiŁ, Warszawa 1977.
6. Cegielny E., Bulara M.: Ocena efektywności przewozów wyrobów hutniczych. Materiały seminarium naukowo-technicznego „specjalizowane wagony towarowe a rynek przewozów wyrobów hutniczych". Kraków – Osieczany, 17-18.03.1997.
7. Voegli H.: Lebenszykluskosten von Schienenfahrzeugen. Eisenbahn-Revue, 1997, no.3.
8. Geyar K.E., Ingar P.: Life-cycle costs in development calculations and design. RTR. 1997, no. 2/3.

Recenzent: Dr hab.inż. Marek Sitarz
Prof. Politechniki Śląskiej

Abstract

Railway transport means are complex technical objects, which are characterised by comparatively long life. The set of parameters describing the stages of their production, maintenance and operation is extensive and differentiated.

Commonly used methods of evaluation of development undertakings (simple methods of financial assessment; discount methods: NPV, IRR) do not include fully the above stages. The

measure that seems to take them into account is life cycle cost (LCC). These are total costs including a full life cycle of a technical object, from the moment of creating a conception to the moment of recycling.

With the background of general characteristics of the methods of undertaking evaluation, assumptions and structure of the LCC method are given. There are broad possibilities of using the LCC as a decision procedure for purchasing, modernisation and operation of railway transport means and for shaping costs of transport services.