

# Metoda analizy kosztów całkowitych pojazdu w okresie jego użytkowania

**Decyzje inwestycyjne dotyczące zakupu nowoczesnych pojazdów wymagają wcześniejszego technicznego rozeznania oferty rynkowej i wykonania analizy kosztów pojazdów. Aby na podstawie prognozy kosztów cyklu życia (Life Cycle Cost – LCC) uzyskać korzyści o wymiarze ekonomicznym, wymagana jest praca z odpowiednim modelem, który w prognozie kosztów zgodnie odzwierciedlałby takie techniczne właściwości produktów, jak np.: niezawodność, stopień dyspozycyjności, łatwość utrzymania pojazdu w dobrym stanie technicznym, bezpieczeństwo (Reliability, Availability, Maintainability, Safety-RAMS). Model taki musi służyć jako narzędzie menażerskie, musi więc przedstawiać dane i fakty w takiej zależności, aby na ich podstawie możliwe było podejmowanie strategicznych rozstrzygnięć decydujących o inwestycjach w zakresie kupna nowych pojazdów.**

W artykule przedstawiono model LCC kolei niemieckich (DB) oraz przykładowo omówiono wzorowo przeprowadzoną analizę kosztów LCC, wykonaną dla pociągu motorowego z silnikiem wysokoprężnym typu 628.

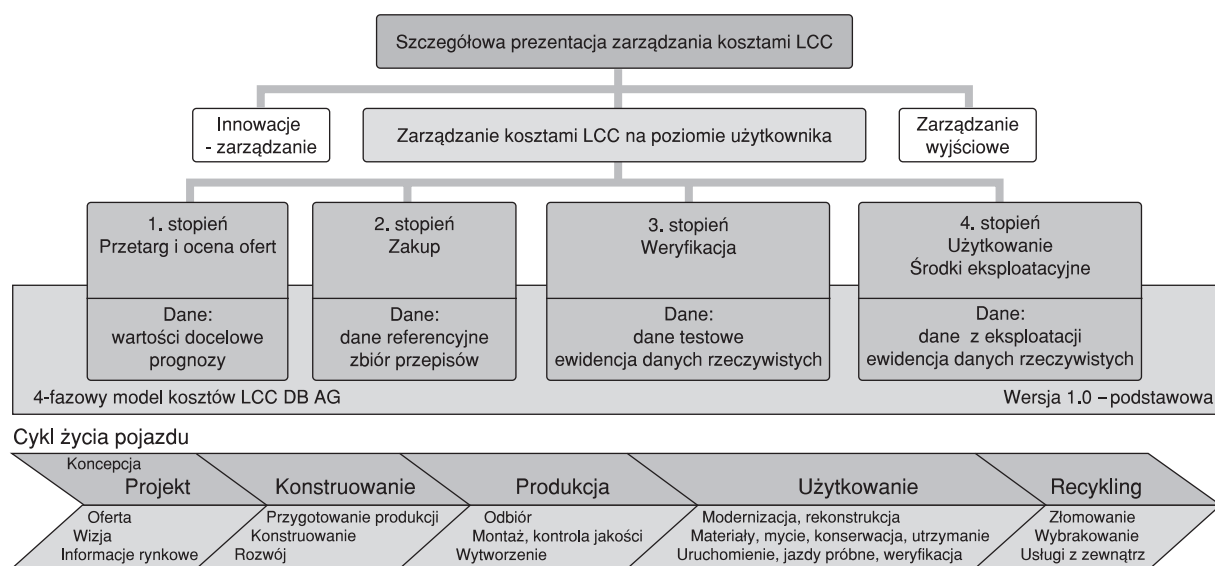
## Punkt wyjściowy dla koncepcji modelu LCC

Z doświadczenia wszystkich użytkowników pojazdów szynowych wynika, że koszty przewidziane na zakup nowych pojazdów to tylko część kosztów związanych z nabyciem i eksploatacją taboru. Dlatego też modele kosztów LCC zmierzają do wykrycia wszystkich kosztów, które przewoźnik musi uwzględnić, aby w pełni i bez strat móc świadczyć przewidywaną usługę. Z zagadnieniem tym skojarzony jest termin „kosztu cyklu życia” – LCC (Life Cycle Cost), który w równym stopniu towarzyszy pojazdowi na każdym odcinku jego życia, od projektu poczynając, a na procesie złomowania i recykulacji pojazdu kończąc (rys. 1). Dla użytkownika, z ekonomiczno-eksploatacyjnego punktu widzenia, droga życiowa pojazdu rozpoczyna się dopiero od przetargu na zaplanowa-

ne zakupy lub od momentu, gdy powstają związane z zakupem pierwsze koszty.

Przedsiębiorcza działalność użytkownika ukierunkowana jest zawsze na aktualne sytuacje. Dlatego też odróżnia się zasadniczo zarządzanie kosztami LCC w celu przeprowadzenia przetargu i oceny ofert, od zarządzania kosztami LCC w celu dokonania rzeczywistego zakupu, przeprowadzenia weryfikacji, czy też zarządzanie kosztami LCC dla pojazdów znajdujących się już w użytkowaniu lub wprowadzanych do eksploatacji. Podczas gdy na początku (faza 1–2) polityka przedsiębiorcy uwzględnia przede wszystkim tendencje rozwojowe, to w okresie późniejszym (faza 3–4) punkt ciężkości przenosi się na rozpoznanie, czy osiągnięte zostaną założone wielkości ruchowo-ekonomiczne, wymagana niezawodność i dyspozycyjność. Różnice wynikają z faktu, że przetarg ma charakter publiczny, podczas gdy w fazach zakupu i weryfikacji określone są pewne zwyczaje postępowania pomiędzy partnerami umowy, a w fazie użytkowania, użytkownik musi sam „poradzić sobie ze swoim pojazdem”. Ma to zasadniczy wpływ na stopień „uwrażliwienia” pojawiających się w poszczególnych fazach danych (parametrów), ponieważ chodzi przy tym również o dane (parametry), które mają, dla będącego pod presją konkurencji przedsiębiorstwa, znaczenie ekonomiczne. Rozważania te powinny wyjaśnić, że z rzemieślniczego punktu widzenia, organizacja banku danych powiązanego z kosztami LCC jest tylko technicznym problemem elektronicznego systemu przetwarzania danych, któremu jednakże należy dostarczyć danych o sposobie ingerencji do osiągnięcia określonych celów z punktu widzenia przedsiębiorstwa.

Z punktu widzenia każdego użytkownika zarządzanie kosztami LCC i pasujący do niego model są o tyle ważne, o ile jest rzeczą opłacalną mieć przyszłościowy pogląd na zagadnienie bilansowania się zakupu. Jest rzeczą znaną, że w początkowych okresach cyklu życia pojazdu, już na etapie koncepcji i projektowania, określonych zostaje ok. 65% do 80% późniejszych nakładów na eksploatację i utrzymanie. Pozwala to na sformułowanie konkluzji, że doświadczenia praktyków z zakresu eksploatacji i utrzymania, idące w parze z kompetencjami projektanta i konstruktora, będą prowadzić do pozytywnych efektów synergicznych (pozytywnego współdziałania) przy tworzeniu nowych pojazdów. Rozwój współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami związanymi z projektowaniem i użytkowaniem pojazdów, np. poprzez organizowanie projektów łączonych, byłoby jednym ze sposobów prowadzących do tego celu. Istniejące już pierwsze próby takiego współdziałania zachęcają do kontynuowania tej drogi. W jednym ze wspieranych przez Federalne Ministerstwo Szkolnictwa, Nauki, Badań Naukowych i Technologii (BMBF) projektów łączonych, pod nazwą „Bahnkreis” („okrąg kolejowy”), uczestniczą: Kolej Niemiecka (DB) wraz z jeszcze jednym oferentem usług transportowych, dwaj producenci pojazdów szynowych oraz instytucje naukowe. Program ten ma za zadanie zbadać „długotrwałe gospodarowanie w okręgu kolejowym na przykładzie pojazdów szynowych” oraz m.in. przygotować obiegowy model LCC dla pojazdów szynowych.



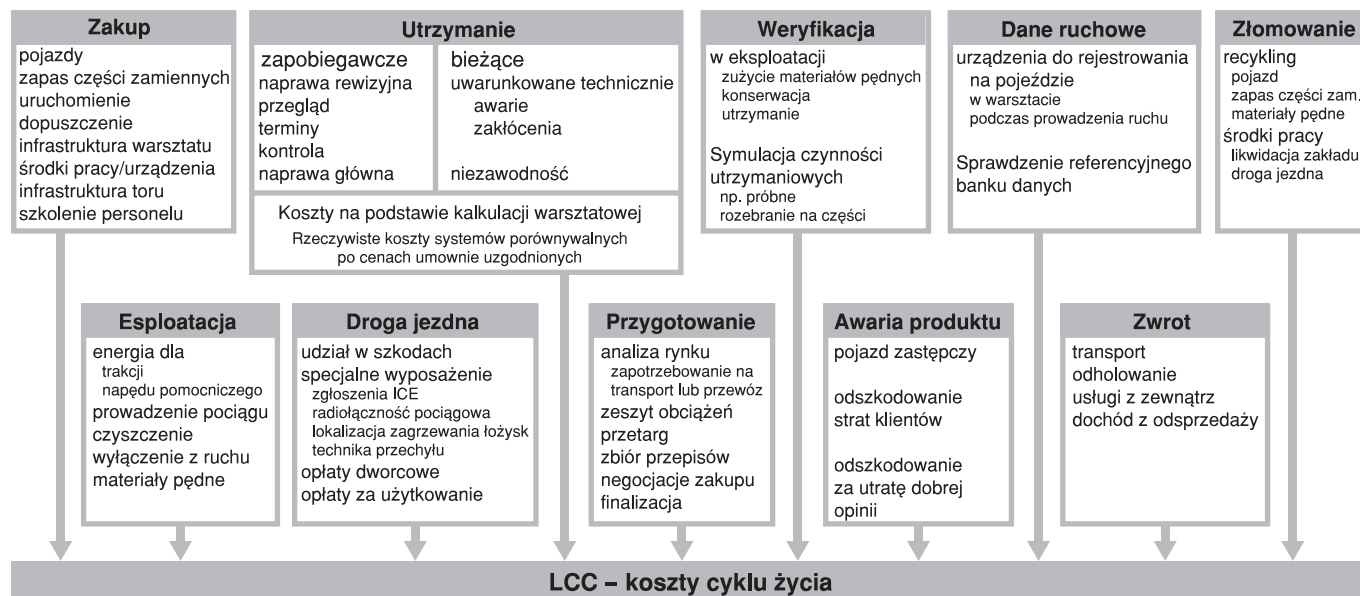
Rys. 1. Szczegółowa prezentacja zarządzaniem kosztami LCC

### Struktura kosztów modelu LLC na kolei niemieckiej

Model kosztów LCC zawsze obejmuje bilansowanie w czasie, w przeciągu którego użytkownik modelu chciałyby przeprowadzić badania. Dla bilansowanego okresu model LCC musi wystarczająco dokładnie odwzorowywać potrzebną strukturę kosztów. Sprawdza się strukturyzacja kosztów polegająca na wyróżnieniu zespołów kosztów, składowych zespołów kosztów i kosztów poszczególnych składników. Aby nie dopuścić do nieusprawiedliwionych wzrostów nakładów, użytkownik modelu powinien mieć możliwość określenia, jakiego rodzaju koszty chciałby w ogóle uwzględnić, w związku z tym, jakie warianty obliczeń powinny być zastosowane, bądź jak głęboko powinna sięgać przeprowadzana analiza. Możliwość ta pozwala użytkownikowi, w jego konkretnym przypadku, miarodajnie analizować czynniki kosztotwórcze. W efekcie suma zespołów kosztów stanowi całkowite koszty

LCC, które mogą być prezentowane dla całego okresu użytkowania pojazdu, w postaci wyników obliczeń z rozłożeniem na poszczególne lata. Jako dane wejściowe wykorzystywane są techniczne właściwości produktu – w danym przypadku odwołanie się do odpowiednich naukowych banków danych – oraz dane dotyczące użytkowania i utrzymania, które w zależności od celu przeznaczenia używane będą jako wartości docelowe, referencyjne, testowe bądź polowe. Na rysunku 2 przedstawiona jest podstawowa struktura modelu LCC Kolei Niemieckiej.

Poszczególne zespoły kosztów oraz ich podział w zasadzie nie wymagają dodatkowych wyjaśnień. Odmienne od innych modeli LCC, zaimplementowany jest zespół kosztów odnoszony do drogi jezdnej. Do tego zapewne konieczne jest kilka uwag, aby przybliżyć trochę temat.



Rys. 2. Struktura kosztów LCC modelu Kolei Niemieckiej

W zakresie bilansu kosztów cyklu życia, z punktu widzenia użytkownika pojazdów szynowych, powinny zostać zawarte wszystkie koszty, których wydatkowanie jest niezbędne do zapewnienia określonych usług transportowych. Pojazd szynowy może zrealizować pewne usługi transportowe tylko przy współdziałaniu z drogą kolejową. Dlatego też w zespole kosztów „droga jezdna” ujęte są koszty wynikające z budowy i utrzymania dróg kolejowych. Ważny jest przy tym przyczynowy związek między pojazdami a nakładami kosztów na infrastrukturę drogi kolejowej. Jako jeden z przykładów można wymienić przetestowanie trasy dla zastosowania nowoczesnych pociągów z przechylnym pudłem wagonu. Konieczne na ten cel nakłady finansowe są stosunkowo łatwe do ujęcia (np. inwestycje, koszty utrzymania urządzeń w dobrym stanie technicznym). Jedyne część kosztów badanego obiektu, dotycząca użytkowania drogi kolejowej, zaliczana na poczet kosztów LCC może być uznana za sporną, ponieważ trasa użytkowana jest również przez inne pojazdy, będące poza zakresem badania modelowego.

Sprawa jest trochę bardziej skomplikowana jeśli chodzi o odpowiedzialność za powstawanie szkód. Jest rzeczą bezsporną, że zużycie danego odcinka trasy powodowane jest przez wszystkie pociągi jeżdżące po tej trasie, w związku z tym i koszt utrzymania trasy (utrzymanie w dobrym stanie technicznym, modernizacja) określane jako suma kosztów użytkowania wszystkich tą trasą jeżdżących pociągów. Jednakże udział w tych kosztach może być zróżnicowany w zależności od rodzaju pojazdu i sposobu użytkowania trasy. Ważnymi czynnikami wpływającymi na zużycie trasy są parametry pojazdu (np. masa, liczba osi) i warunki ruchowe (np. częstotliwość kursowania, prędkość), jak również cechy konstrukcyjne (np. pociąg z przechylnym pudłem, w przeciwstawieniu do lokomotywy z silnikiem łozyskowym na osi). Model kosztów LCC Kolei Niemieckiej przewiduje możliwość uwzględnienia udziału w szkodach, ale pozostawia do dyspozycji użytkownikowi modelu czy cecha ta ma być uwzględniana w obliczeniach, czy też wpływ ten na koszty cyklu życia ma być pominięty.

Prawdziwy problem powstaje przy rozpatrywaniu opłat za prawo użytkowania drogi kolejowej i opłatach dworcowych, które zawarte są w zespole kosztów „droga kolejowa”. Koszty te rzeczywiście powstają dla dostawcy usług transportowych, przy czym odwzorowane są one w modelu kosztów LCC jako koszty składowe zespołu kosztów „droga kolejowa”. Podstawą do oszacowania kosztów za używalność drogi kolejowej i opłat dworcowych jest cenowy katalog trasy. Rzeczywisty problem jest znacznie większy.

Przedmiotem reformy kolejnictwa, między innymi, było i jest długotrwałe zwiększenie konkurencyjności kolei w ruchu osobowym i towarowym. Kolej Niemiecka musi konkurować z jednej strony z innymi przedsiębiorstwami kolejowymi, działającymi w obszarze infrastruktury kolejowej, z drugiej strony z przedsiębiorstwami komunikacyjnymi, pracującymi na innych polach, np. w obszarze infrastruktury drogowej, na drogach żeglugi śródlądowej, czy na szlakach powietrznych.

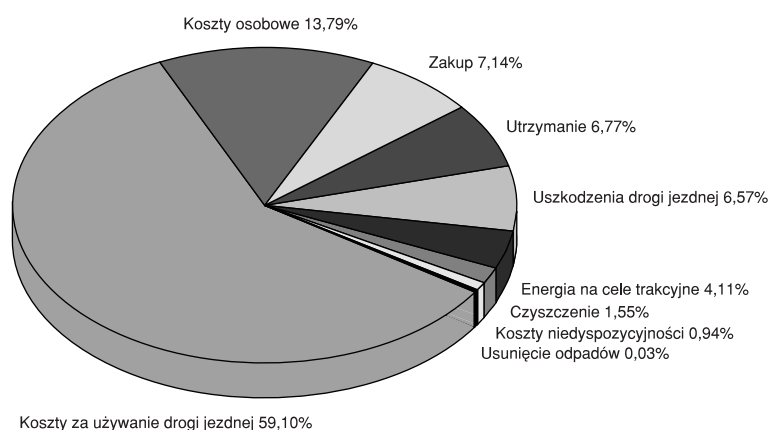
Badanie kosztów LCC, w większości przypadków, ma na celu danie możliwości porównania rozwiązań usług komunikacyjnych oferowanych przez różnych dostawców. W tym celu bardzo ważną rzeczą jest uwzględnienie różnic między konkretnymi przypadkami. Przy badaniach kosztów LCC dla pojazdów z reguły nie chodzi o porównanie konkurujących między sobą infrastruktur komunikacyjnych, lecz o porównanie, bądź o konkurencję, przedsiębiorstw komunikacyjnych działających na określonych infrastrukturach. Również użytkownik modelu LCC musi dokładnie uwzględnić takie rozróżnienie, ze względu na logiczne konsekwencje na system zarządzania kosztami LCC. Dotyczy to również przedsiębiorstw kolejowych konkurujących między sobą, a więc przy porównywaniu kosztów LCC usług transportowych na obszarze konkurujących infrastruktur kolejowych. Kolej niemiecka (DB AG) chce, za pomocą opłat za używanie trasy, pokryć całkowite koszty infrastruktury jej dróg kolejowych. We Francji pobiera się również opłaty za użytkowanie trasy stosując cenowy katalog tras, przy uwzględnieniu, oprócz ekonomicznych interesów SNFC (koleje francuskie), również interesów gospodarki narodowej i aspektów społecznych (pokrycie kosztów infrastruktury przez SNCF wynosi około 30% – przyp. red.). W Europie, komunikacyjne przedsiębiorstwa kolejowe posługują się cenowym katalogiem tras w różny sposób, chociaż Unia Europejska uregulowała dostępność do sieci dyrektywą 91/440.

Model kosztów LCC Kolei Niemieckiej może opracowywać odpowiednie wartości kosztów, albo pozostawia do wyboru użytkownikowi modelu czy określone opcje będzie stosował, czy też je wyłączy. Właściwe przybliżanie kosztów do ich realnych wartości i rozwiązanie sprzeczności wymagają systematycznej analizy rynku komunikacyjnego, przy czym dalszy postęp reformy kolejowej będzie miał wymierny wpływ na rzeczywiste rozdzielanie drogi jezdnej i ruchu.

### **Przykład zastosowania**

#### **– pociąg BR 628 z silnikiem wysokoprężnym**

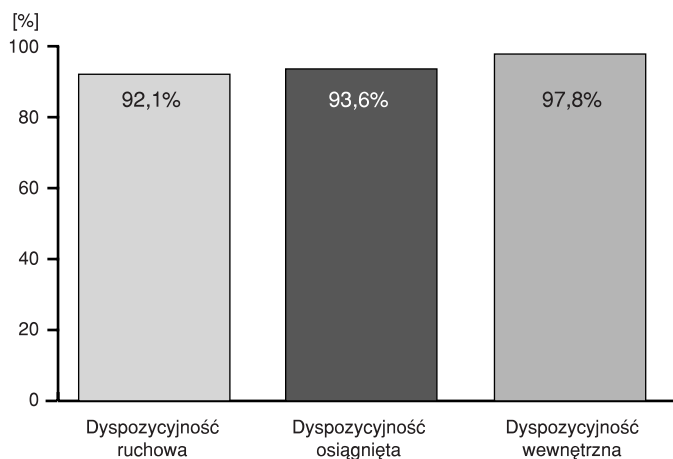
Dla będących od wielu lat w eksploatacji pojazdów została przeprowadzona analiza dotycząca ich dyspozycyjności pod kątem skutków na koszty cyklu życia. W wyniku tej analizy otrzymano aktualne zalecenie dla pojazdu przeznaczonego dla komunikacji regionalnej, który sprawdził się w powszechnej praktyce. Udziały rozpatrywanych zespołów kosztów w całkowitych kosztach LCC i zbadana dyspozycyjność zostały przedstawione na rysunkach 3 i 4. Duży udział kosztów związanych z drogą kolejową wywołuje dyskusję o kosztach sieci, w porównaniu z innymi nośnikami transportu oraz w porównaniu do innych kolei. Również rzeczą łatwo dostrzegalną jest fakt, że obniżka kosztów cyklu życia niekoniecznie jest możliwa poprzez działania w kierunku obniżenia kosztów nabycia, lecz jest możliwa do osiągnięcia poprzez nabywanie nowoczesnych pojazdów o wysokiej dyspozycyjności oraz niskich kosztach eksploatacji i utrzymania, i wynikającej stąd właściwej cenie rynkowej pojazdu. W najbliższych latach „inżynieria” cyklu życia pojazdu może wnieść znaczny wkład w tę dziedzinę.



#### Warunki zastosowania

Flota pojazdów: 4 pojazdy VT 628.2/928.2  
 Czas oceny: 01.01.1996–31.12.1996 r.  
 Ustalone osiągi ruchowe:  
 średnio 206 298 km/a  
 maksymalnie 231 665 km/a  
 minimalnie 171 774 km/a  
 Utrzymanie bieżące:  
 średni odstęp czasowy 11 366 km  
 Utrzymanie korekcyjne, liczba awarii:  
 VT 628.2 – 34,54/1 mln km  
 VS 928.2 – 10,57/1 mln km  
 Okres eksploatacji: 25 lat

Rys. 3. Przykład zastosowania: jednostka napędowa BR 628



#### Dyspozycyjność VT 628.2/VS 928.2

Kategorie dyspozycyjności: zgodnie z DIN 40 041

Dyspozycyjność ruchowa:

utrzymanie zapobiegawcze

utrzymanie bieżące

logistyka

doprowadzenie do warsztatu

oczekiwanie na czynności utrzymaniowe

oczekiwanie na części zamienne

oczekiwanie na decyzje (np. przy wypadkach, ubezpieczeniach)

Dyspozycyjność osiągnięta (techniczna)

utrzymanie zapobiegawcze

utrzymanie bieżące

Dyspozycyjność wewnętrzna

utrzymanie bieżące

Rys. 4. Przykład zastosowania: pociąg z napędem wysokoprężnym: BR 628 – dyspozycyjność

□  
 Das modulare 4-Phasen-Modell  
 für Life-Cycle-Cost der Deutschen Bahn  
 Der Eisenbahn Ingenieur 11/1999

Autor  
 dr inż. Peter Strauß  
 kierownik biura projektowego „Life Cycle Cost and Availability”,  
 Kolej Niemiecka AG, Centrum Badawczo-Technologiczne