

PODSTAWY METODYCZNE KOMPARATYWNEJ ANALIZY EFEKTYWNOŚCI EKONOMICZNEJ ZAKUPÓW TABORU KOLEJOWEGO

Juliusz Engelhardt

Prof. zw. dr hab. Uniwersytet Szczeciński, Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług

Streszczenie. *W artykule omówiono zasady analizy efektywności ekonomicznej projektów inwestycyjnych przedsiębiorstw kolejowych, polegających na zakupach nowego taboru kolejowego. Wskazano, że właściwymi metodami tej analizy są metody z grupy metod CBA, przy czym podstawową sub-metodą obliczeniową jest metoda NPV, uzupełniona obliczeniem wewnętrznej stopy zwrotu IRR oraz wskaźnikiem CBR. Metoda zdyskontowanych przepływów pieniężnych NPV stosowana do konkretnych obliczeń efektywności zakupów taboru kolejowego zaleca w istocie stosowanie analizy w oparciu o rozpowszechnioną już na całym świecie metodykę kosztu cyklu życia taboru (Life Cycle Cost Analysis). Wszelkie analizy efektywności inwestycyjnej zakupów nowego taboru należy prowadzić wariantowo (co najmniej dwa warianty), dla okresów co najmniej 25 – 30 letnich, z uwzględnieniem trzech poziomów obliczeniowych, a mianowicie: z punktu widzenia przewoźnika kolejowego, z punktu widzenia całego systemu kolejowego oraz z punktu widzenia całej gospodarki i społeczeństwa.*

Słowa kluczowe: *tabor kolejowy, metoda NPV, koszt cyklu życia taboru LCCA*

Tabor kolejowy – lokomotywy pociągowe i manewrowe, wagony towarowe i pasażerskie, zespoły trakcyjne – to środki trwałe o długim okresie użytkowania. Konstrukcyjna żywotność taboru kolejowego waha się na ogół w granicach 25 – 35 lat, przy czym dodatkowo może być wydłużana dzięki naprawom głównym w połączeniu z modernizacjami, nawet do 45 – 50 lat.

Długie okresy użytkowania taboru powodują jego zużycie zarówno w wymiarze fizycznym (starzenie się, obniżenie sprawności i niezawodności, wzrost kosztów eksploatacji) jak też w wymiarze ekonomicznym – utrata funkcjonalności, niski komfort podróży w przypadku taboru pasażerskiego lub niższa wydajność w porównaniu z nowym taborem. Utrata własności użytkowych pojazdów w wyniku długotrwałej eksploatacji, a dodatkowo postęp techniczny w produkcji nowych pojazdów oraz rosnące wymagania w zakresie energochłonności i ochrony środowiska wymuszają prowadzenie przez przewoźników określonej polityki odnowy taboru, dla której podstawą jest, między innymi, analiza stopnia jego dekapitalizacji oraz analiza struktury wiekowej taboru i jego stanu technicznego.

Procesem stopniowego fizycznego zużywania się taboru kolejowego może towarzyszyć jego dekapitalizacja, przez którą należy rozumieć obniżanie jego wartości

w wyniku nie pokrywania bieżącej likwidacji (zużycia) przez inwestycje nowe, odtworzeniowo-modernizacyjne i naprawy główne, a także zmniejszanie wolumenu środków trwałych¹. Dekapitalizacja taboru kolejowego może mieć charakter absolutny lub względny. W pierwszym przypadku mamy do czynienia ze zmniejszaniem się zasobów taborowych przewoźnika i ich nieodtworzeniem. Jest to sytuacja zmniejszania zdolności przewozowej taboru. Natomiast dekapitalizacja względna polega na częściowym zmniejszaniu wartości użytkowej taboru w wyniku ich fizycznego zużycia. Dekapitalizacji względnej nie musi towarzyszyć dekapitalizacja absolutna, jeżeli zasoby taborowe są powiększane przez inwestycje przyrostowe.

Poziom i tempo zmian dekapitalizacji oraz odnowy taboru mierzy się przy pomocy kilku wskaźników ekonomicznych odzwierciedlających te zjawiska, takich jak: wskaźnik umorzenia (zużycia) taboru, wskaźnik likwidacji środków taborowych, wskaźnik odnowienia taboru (zwany wskaźnikiem dekapitalizacji brutto), wskaźnik odnowy środków taborowych w relacji do amortyzacji (zwany wskaźnikiem dekapitalizacji netto) i wskaźnik reprodukcji środków taborowych².

Analiza dekapitalizacji i odnowy taboru na podstawie wymienionych wskaźników wymaga zebrania odpowiedniego materiału statystycznego, obliczenia wartości wskaźników i zestawienia ich w szeregi czasowe, np. za okresy 3 do 5 lat. Dzięki takim zestawieniom można określić bezwzględne i względne zmiany poszczególnych wskaźników w stosunku do określonej ich wartości bazowej, a także uchwycić tendencje w polityce taborowej przewoźnika.

W ramach analizy dekapitalizacji i odnowy taboru należy również przeprowadzić oceny struktury wiekowej taboru, co pozwala na określenie procentowego udziału każdej grupy wiekowej w ilostanie inwentarzowym oraz przeciętnego wieku pojazdów kolejowych w poszczególnych jego grupach. Istotna jest też możliwość określenia liczby i procentu pojazdów danej grupy w wieku do 15 lat, czyli takich pojazdów, które nie wymagają jeszcze napraw głównych. Ogólnie biorąc, korzystne zmiany w strukturze wiekowej taboru polegają na wzroście ilości i udziału nowszych pojazdów oraz eliminacji pojazdów eksploatowanych powyżej 30 lat, dzięki czemu w tendencji obniża się przeciętny wiek danej grupy taboru. Analizując strukturę wiekową pojazdów za kilka okresów sprawozdawczych (lat) można, więc zidentyfikować pozytywne i negatywne zmiany w tej strukturze. Obniżanie się przeciętnego wieku taboru jest, co do zasady, zjawiskiem pożądanym. Świadczy o polityce odnowy taboru idącej w kierunku odnawiania i odmładzania parku taborowego i wdrażaniu do eksploatacji nowych jednostek taborowych o wyższym poziomie technicznym, co potencjalnie wpływa na wzrost wskaźników sprawności i gotowości technicznej pojazdów i wzrost ich niezawodności, a w rezultacie powinno prowadzić albo do obniżki jednostkowych kosztów eksploatacji pojazdów albo do wzrostu ich wydajności (produktywności) przewozowej.

1 Por.: Elementy nauki o przedsiębiorstwie, praca zbiorowa pod red. S. Marka, wyd. Economicus, Szczecin 2008, s. 136.

2 Metodyka obliczania wymienionych wskaźników oraz zasady interpretacji, patrz: Bławat F., Podstawy analizy ekonomicznej, CeDeWu, Warszawa 2011, s. 212 – 215.

Projekty przedsiębiorstw kolejowych polegające na zakupach taboru kolejowego charakteryzują się pewną specyfiką branżową. W procesach inwestycyjnych tych przedsiębiorstw przedmiotem zakupu mogą być:

- całkowicie nowe, dotychczas nieeksploatowane jednostki taborowe, zwiększające bezwzględnie park taborowy oraz potencjał przewozowy,
- jednostki nowe, ale rodzajowo zbliżone do już eksploatowanych, zastępujące likwidowane (odsprzedawane, złomowane) jednostki.

W przypadku zakupów nowego taboru, zwłaszcza w sytuacji zakupów polegających na zwiększaniu potencjału przewozowego o nowe, dotychczas nie eksploatowane typy pojazdów trakcyjnych, pociągów zespolonych, wagonów towarowych lub pasażerskich, analiza efektywności inwestycji nie ma żadnego punktu (bazy) odniesienia w przeszłości i wobec tego zastosowanie ma tu metoda zdyskontowanych przepływów pieniężnych *NPV* w wersji prostej³, przy wykorzystaniu wzorów ogólnych tej metody, odpowiednio dostosowanych do specyfiki projektów taborowych⁴. Wartość *NPV* oblicza się, jako bieżącą wartość netto projektu według wzoru:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} \tag{1}$$

gdzie:

NPV - zaktualizowana wartość bieżąca netto,

NCF_t - przepływy pieniężne netto w kolejnych latach okresu obliczeniowego,

r - stopa dyskontowa,

t = 1,2,...,*n* - kolejne lata okresu obliczeniowego.

W rachunku opłacalności inwestycji metodą bieżącej wartości netto za opłacalne uważane są wszystkie projekty, dla których:

$$NPV \geq 0 \tag{2}$$

Każda dodatnia wartość *NPV* oznacza bowiem, że stopa rentowności danego projektu jest wyższa od stopy granicznej, czyli stopy dyskontowej *r* i dlatego projekt jest opłacalny ekonomicznie. Przy dodatnich wartościach *NPV* dla dwóch wariantów decyduje wyższa wartość tego wskaźnika. Projekty, dla których wartość *NPV* jest ujemna są nieopłacalne z ekonomicznego punktu widzenia, natomiast projekty z *NPV* równym zero traktuje się, jako akceptowalne, ponieważ ich ren-

3 Metody analizy efektywności inwestycji zostały omówione w: Engelhardt J., Zasady analizy i oceny działalności gospodarczej przedsiębiorstw kolejowych, CeDeWu, Warszawa 2014, s. 408 – 417.

4 Abstrahujemy w tym miejscu od wymogów Unii Europejskiej związanych z przypadkami, kiedy zakupy lub modernizacje taboru są współfinansowane ze środków unijnych. W takich przypadkach publikowane są tzw. „niebieskie księgi”, które szczegółowo określają zakres i elementy składowe niezbędnych analiz. Należy jednak podkreślić, że co do zasady, wymagania unijne w zakresie niezbędnych analiz bazują na tej samej metodzie ogólnej (*NPV*, *IRR*, *B/C Ratio*), odpowiednio zmodyfikowanej, w szczególności po to, by w miarę precyzyjnie określić zakres oraz poziom unijnego dofinansowania danego projektu – zob.: J. Engelhardt, Zasady ..., op. cit., s. 417 – 472.

towność jest równa stopie granicznej. Zaktualizowana wartość bieżąca netto projektu obliczona na podstawie wzoru [1] jest poprawna jedynie pod warunkiem, że uwzględnia wszystkie korzyści netto z całego ekonomicznego cyklu życia danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, od $t = 1$ do n – tego ostatniego roku eksploatacji. Dla taboru kolejowego okres uwzględniany w analizach opłacalności inwestycji wynosi 25 do 35 lat, co jest związane „ekonomicznym cyklem życia taboru”.

Jednakże dość często prognozy NCF , na podstawie których oblicza się NPV , z różnych przyczyn obejmują okres krótszy od ekonomicznego cyklu życia danego przedsięwzięcia inwestycyjnego, co rodzi pytanie o sposób uwzględnienia w rachunku ekonomicznym korzyści z danego projektu, jakie będą miały miejsce po ostatnim roku prognozy. Dodać należy, iż gdyby takie korzyści nie zostały uwzględnione w rachunku efektywności inwestycji, byłby on niepełny. Istnieją dwa podejścia do rozwiązania tego problemu. Przy pierwszym zakłada się, że okres prognozy obejmuje wszystkie te lata eksploatacji danego projektu inwestycyjnego, czyli w tym przypadku danej jednostki taborowej, które wynikają z jego technicznych możliwości, np. lokomotywy, z uwzględnieniem napraw głównych i modernizacji, do 45 lat. Tak, więc w ostatnim roku prognozy dodatkową korzyścią inwestora jest **wartość likwidacyjna** (wartość złomu) danej jednostki, bądź rynkowa wartość jego odsprzedaży. W takim przypadku wzór [1] musi być skorygowany do następującej formuły:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} + \frac{W_{LIK}}{(1+r)^n} \quad (3)$$

gdzie:

W_{LIK} - wartość likwidacyjna jednostki taborowej,
 n - ostatni rok prognozy.

Drugie podejście do uwzględnienia w rachunku ekonomicznym korzyści z danego projektu, jakie będą miały miejsce po ostatnim roku prognozy, polega na założonym z góry, celowym podzieleniu okresu ekonomicznej eksploatacji jednostki taborowej na dwa okresy⁵:

- okres prognostyczny obejmujący częściowo okres eksploatacji jednostki taborowej,
- okres kontynuacyjny (po-prognostyczny), czas po wyraźnie oznaczonym czasie prognozy.

W ramach tej koncepcji przyjmuje się, że ekonomiczny cykl życia jednostki taborowej będzie dłuższy od okresu prognozy, przy czym wartość korzyści netto, które będą generowane po okresie prognostycznym, odzwierciedla **rezydualna wartość dochodowa RV** danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Takie podejście może być stosowane przy projektach inwestycyjnych wówczas, gdy występują trudności z prognozowaniem wartości ekonomicznych rachunku i rozłożeniem ich

5 Rogowski W., Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 117.

w czasie, np. przy projektach o kilkudziesięcioletnim ekonomicznym i technicznym cyklu życia, co w szczególności dotyczyć może zakupu nowych jednostek taborowych. Wzór [1] należy w przypadku zastosowania omawianego podejścia analitycznego zmodyfikować następująco:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} + \frac{RV_{DOCH}}{(1+r)^n} \quad (4)$$

gdzie:

RV_{DOCH} - dochodowa wartość rezydualna przedsięwzięcia inwestycyjnego:

$$RV_{DOCH} = \frac{NCF_n}{r} \quad (5)$$

Sposób obliczania przepływów pieniężnych danego roku NCF_t , wyraża następujący wzór:

$$NCF_t = P_t - K_t^{WYD} - Pd_t^{DOCH} - \Delta Kap_{OBR} - N_{INW} \quad (6)$$

gdzie:

P_t - przychody ze sprzedaży usług przewozowych generowane przez daną jednostkę lub grupę jednostek taborowych,

K_t^{WYD} - koszty eksploatacji i utrzymania jednostki lub grupy jednostek taborowych, uwzględniające przeglądy P 1 – P 3 oraz naprawę rewizyjną P 4, generujące wydatki pieniężne, bez amortyzacji;

Pd_t^{DOCH} - podatek dochodowy (od dochodu generowanego przez zakupiony tabor)⁶;

ΔKap_{OBR} - niezbędny przyrost aktywów obrotowych w związku z danym projektem;

N_{INW} - kwota wydatków inwestycyjnych (kapitałowych) poniesionych na realizację projektu, w tym wydatek na naprawę główną i modernizację P 5.

Z metodą NPV integralnie związany jest wskaźnik wewnętrznej stopy zwrotu IRR . Jest to stopa dyskontowa, przy której wskaźnik $NPV = 0$. Obliczenie wartości IRR polega na znalezieniu takiej wartości stopy dyskontowej r , która spełnia warunek:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{NCF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (7)$$

6 Z merytorycznego punktu widzenia podatek ten jest bardzo trudno wyliczyć na etapie analizy pojedynczego projektu, ze względu na to, że wynika on z przepisów prawa podatkowego i różnica pomiędzy przychodami ze sprzedaży usług przewozowych wykonanych danym taborem a kosztami jego eksploatacji i utrzymania nie jest dochodem podatkowym. W tej sytuacji, w celu uproszczenia analizy, można założyć, że podatek dochodowy jest jednak liczony od tej różnicy, albo w ogóle pominąć element podatku dochodowego w analizie, jako nieistotny.

Przy wyznaczeniu *IRR* chodzi więc o znalezienie takiej stopy procentowej, która zrównuje wartość zaktualizowaną przyszłych przychodów z przyszłymi wydatkami. Dla obliczenia wewnętrznej stopy zwrotu niezbędne jest wykonanie dodatkowych wyliczeń *NPV* dla różnych stóp dyskontowych, w celu zidentyfikowania dwóch stóp procentowych r_1 i r_2 przy których wskaźnik *NPV* obliczony przy stopie r_1 jest zbliżony do zera, ale dodatni oraz wskaźnik *NPV* obliczony przy stopie r_2 jest zbliżony do zera, ale ujemny. Następnie oblicza się wartość *IRR* na podstawie następującego wzoru:

$$IRR = r_1 + \frac{PV \times (r_2 - r_1)}{PV + |NV|} \quad (8)$$

gdzie:

r_1 - stopa procentowa, przy której wskaźnik *NPV* jest zbliżony do zera, ale dodatni;

r_2 - stopa procentowa, przy której wskaźnik *NPV* jest zbliżony do zera, ale ujemny;

PV - wartość *NPV* obliczona na podstawie r_1 zbliżona do zera, ale dodatnia;

NV - wartość *NPV* obliczona na podstawie r_2 zbliżona do zera, ale ujemna.

Kryterium decyzyjne związane ze wskaźnikiem *IRR* przedstawia się następująco:

$IRR >$ od przyjętej stopy dyskontowej, która jest stopą graniczną – projekt jest opłacalny i może być zatwierdzony;

$IRR <$ od rozpatrywanej stopy dyskontowej – projekt powinien być odrzucony;

$IRR =$ przyjętej stopie dyskontowej – przypadek wymaga indywidualnego podejścia – przypadek graniczny.

Dla każdego projektu inwestycyjnego gdzie $IRR > r$ wartość *NPV* jest większa od zera, a różnica pomiędzy *IRR* a stopą dyskontową r wyznacza margines bezpieczeństwa finansowego danego projektu.

Trzecim wskaźnikiem, który może być obliczany dla projektów inwestycyjnych, uwzględniającym zmiany wartości pieniężnych w czasie, jest wskaźnik **korzyści/koszty** *BCR*, będący stosunkiem zdyskontowanych korzyści płynących z projektu do zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych i kosztów.

Wszystkie wymienione wskaźniki efektywności inwestycji, tj. *NPV*, *IRR* i *BCR* tworzą ściśle powiązaną ze sobą grupę wskaźników ekonomicznych ogólnej metody zwanej **analizą kosztów i korzyści** *CBA* (Cost Benefits Analysis), przy czym wiodącą rolę odgrywa w niej zawsze wskaźnik *NPV*. Warto zauważyć, że wskaźnik ten, to nic innego jak **rentowność bezwzględna** danego projektu inwestycyjnego wyrażona kwotowo, po sprowadzeniu do momentu wykonania analizy (zdyskontowaniu), obliczany jako różnica wszystkich wartości wpływów (korzyści) z inwestycji w poszczególnych okresach projekcji finansowej i wszelkich wydatków z nią związanych (kosztów), które powstaną w przyszłości. Natomiast *IRR* i *BCR* to wtórne wskaźniki **rentowności względnej**, wyrażane procentowo, przy czym *BCR* może być również wyrażony w wielkości niemianowanej, wynikająca-

cej z uprzednio obliczonych elementów niezbędnych do wyliczenia *NPV*. Różnica pomiędzy *IRR* a *BCR* jest jedynie taka, że ten pierwszy wskaźnik wyraża w istocie stosunek wartości *NPV* do wszelkich wydatków (kosztów) związanych z danym projektem, po ich uprzednim zdyskontowaniu, natomiast *BCR* jest prostym wskaźnikiem rentowności względnej, wyrażającym stosunek zdyskontowanych korzyści do wszelkich wydatków (kosztów) związanych z danym projektem, rozumianych szeroko, jako suma wydatków kapitałowych poniesionych w związku z projektem, kosztów operacyjnych i pozostałych kosztów ponoszonych w okresie objętym analizą.

O zakupach nowych jednostek taborowych, a zwłaszcza ich większych partii (serii), decydują nie tylko kryteria ekonomiczne, lecz również kryteria techniczne, organizacyjne, ekologiczne, a także społeczno – rynkowe. Na etapie wstępnych analiz określa się przede wszystkim segment przewozowy, w którym będą wykonywane nowe jednostki taborowe, wyróżniając w szczególności:

- przeznaczenie do obsługi ruchu towarowego – w tym obsługa „lekkiego” i szybkiego ruchu towarowego (np. przewozy intermodalne, przewozy ekspresowe w pociągach tzw. blokowych), obsługa „ciężkiego” ruchu towarowego, np. zwarte składy przewozów całopociągowych, obsługa prac manewrowych, np. z możliwością pracy z lekkimi składami pasażerskimi w ruchu regionalnym,
- przeznaczenie do obsługi ruchu pasażerskiego – w tym do wszystkich rodzajów przewozów: aglomeracyjnych, regionalnych, międzyregionalnych oraz między aglomeracyjnych, a zwłaszcza do przewozów międzynarodowych przygranicznych oraz dalekobieżnych.

Po identyfikacji segmentu przewozowego inwestor musi określić infrastrukturę kolejową, na której będzie mógł potencjalnie pracować nabywany tabor kolejowy. Dopiero na tej podstawie można określić, jakie parametry techniczne i środowiskowe powinny spełniać nabywane jednostki taborowe. Parametry te – co jest oczywiste – określa się dla każdego wagonu, lokomotywy czy zespołu trakcyjnego lub pociągu zespolonego indywidualnie i nie sposób byłoby pisać o nich szeroko w tekście o charakterze ekonomicznym. Przykładowo jedynie można podać, że w ramach przetargu rozstrzygniętego w listopadzie 2010 roku przez spółkę PKP Intercity na pociągi zespolone do obsługi przewozowej linii E – 65, określono, że będący przedmiotem przetargu tabor „musi być zgodny z normami środowiskowymi, bezpieczeństwa oraz interoperacyjności...”, a także spełniać parametry eksploatacyjno – techniczne, takie jak między innymi:

- „prędkość minimalna 200 km/h,
- własny napęd trakcyjny,
- systemy zasilania – 3 kV, 15 kV i 2/3 Hz, 25 kV 50 Hz,
- nacisk osi nie większy niż 180 kN,
- liczba miejsc siedzących: 400 +/- 10,
- stałe zestawienie składu,
- wyposażenie w Europejski System Sterowania Ruchem Pociągów (ETCS)...”.

Lista wymagań techniczno – eksploatacyjnych w przywołanym wyżej przetargu była oczywiście znacznie dłuższa. Obejmowała ona również wymagania w zakresie komfortu podróżowania, w tym klimatyzacji i ogrzewania, aranżację wnętrza, system wymiany pasażerów, sposób rozmieszczenia wózków i napędów, informacje pasażerską, toalety, dostosowanie do obsługi osób niepełnosprawnych i wiele innych detali technicznych.

Wszystkie szczegółowe wymagania techniczne i środowiskowe oraz przewozone są w przetargach taborowych bardzo szczegółowo określone w tzw. SIWZ, czyli w Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia, co implikuje fakt, że w danym przetargu zawsze rozpatruje się oferty porównywalne ze sobą pod względem funkcjonalno – użytkowym, i wobec tego nie rozpatruje się ofert niespełniających warunków techniczno – eksploatacyjnych, środowiskowych i innych. W ten sposób zapewnia się również to, że w dalszych analizach ekonomiczno – finansowych prowadzonych w celu określenia ekonomicznej efektywności inwestycji taborowych rozpatruje się jedynie oferty porównywalne z ekonomicznego punktu widzenia. Jest to zatem spełnienie naczelnej zasady nauki ekonomii, która wręcz aksjomatycznie traktuje swoją główną metodę badań, czyli **metodę porównań**, zgodnie z którą, porównywać ze sobą można jedynie to, co jest w rzeczywistości wzajemnie porównywalne.

Przedstawiona wcześniej metoda zdyskontowanych przepływów pieniężnych *NPV* będąca najważniejszym elementem analizy kosztów i korzyści *CBA*, służąca analizie efektywności inwestycji polegających na zakupach nowego taboru kolejowego, jest metodą powszechnie znaną i stosowaną, i co więcej, bezwzględnie zalecaną przy wszelkich projektach współfinansowanych, czy to ze środków unijnych, budżetowych lub z kredytów i pożyczek bankowych. Uniwersalność tej metody polega również na tym, że przy zapewnieniu minimalnych warunków porównywalności, a w przypadku taboru kolejowego chodziłoby o takie same ilości jednostek taborowych, posiadających takie same lub dalece zbliżone własności użytkowe oraz parametry techniczno - eksploatacyjne, można przeprowadzać analizy porównawcze, czyli komparatywne różnych wariantów inwestycyjnych, np. zakupy tych samych jednostek taborowych od różnych producentów i o zróżnicowanych cenach a także zróżnicowanych warunkach serwisowania gwarancyjnego i pogwarancyjnego taboru.

Należy ponadto zauważyć, że metoda zdyskontowanych przepływów pieniężnych *NPV* stosowana do konkretnych obliczeń efektywności zakupów taboru kolejowego zaleca w istocie stosowanie analizy w oparciu o rozpowszechnioną już na całym świecie metodykę **kosztu cyklu życia *LCCA*** (*Life Cycle Cost Analysis*). W wartości N_{INW_t} ze wzoru (6) wyraża się, bowiem nie tylko koszt, a dla kupującego cena wyprodukowanego pojazdu, lecz również wszelkie inne nakłady poniesione przez producenta jednostki taborowej na prace badawczo – rozwojowe, na pozyskanie niezbędnych homologacji i certyfikatów, na prace przygotowawcze do tego projektu oraz na dodatkowy kapitał niezbędny do sfinansowania produkcji w toku, a także część wartości jego know how. Dodatkowo N_{INW_t} obejmuje wydatek, na co najmniej jedną naprawę główną i modernizację P 5, co ma na ogół

miejsce w połowie cyklu życia pojazdu, czyli po 15 latach od rozpoczęcia jego eksploatacji. Natomiast w wartość K_t^{WTD} i ΔKap_{OBR} ze wzoru (6), to przecież nic innego jak wydatki przewoźnika kolejowego lub innego właściciela jednostki taborowej, które będą ponoszone w całym cyklu życia danego pojazdu, o ile analiza obejmuje okres od 25 do 45 lat, przyjęty właśnie, jako tenże pełny cykl.

Metodyka kosztu cyklu życia *LCCA* istnieje i jest stosowana już, co najmniej od kilkudziesięciu lat i ma ona wiele odmian branżowych. W zakresie kolejnictwa nie istnieją wprawdzie sztywne przepisy Unii Europejskiej wprowadzające jej obligatoryjne stosowanie, ale Międzynarodowy Związek Kolei UIC opracował i zaleca w swojej karcie UIC 345 stosowanie (nieobligatoryjne) konkretnej metodyki specyfikacji zakupów taboru z uwzględnieniem aspektów środowiskowych. Przywołana karta UIC 345 zaleca do stosowania 5 – składnikowy model kosztów *LCCA*, który wyróżnia:

1. koszty utrzymania taboru,
2. koszty zużycia energii i paliw,
3. koszty eksploatacyjne,
4. koszty przygotowania specyfikacji, certyfikacji i wdrożenia prototypu,
5. koszty środowiskowe.

Zalecane przez kartę UIC 345 pogrupowanie kosztów cyklu życia taboru kolejowego, wskazuje z jednej strony na konieczność możliwie najszerszego ujęcia i wyliczenia wszelkich kosztów związanych z cyklem życia danej jednostki taborowej, od specyfikacji i projektu aż do fizycznej utylizacji materiałów pozostałych po jej likwidacji. Natomiast z drugiej strony, łatwo jest też zauważyć, że w całym cyklu życia jednostki taborowej występują nie tylko koszty po stronie jej producenta i przewoźnika kolejowego (właściciela jednostki), lecz również po stronie zarządców infrastruktury kolejowej i innych udziałowców systemu kolejowego i wreszcie po stronie całej gospodarki (np. utylizacja materiałów, ochrona środowiska) i społeczeństwa (skutki środowiskowe, oszczędności lub ich brak w czasach przejazdów i inne).

W zakresie kosztów **utrzymania taboru kolejowego** przedmiotem szczegółowych analiz prowadzonych przez inwestora (przewoźnika kolejowego), w tym analiz komparatywnych, powinny być zawsze brane pod uwagę i porównywane z innymi ofertami, takie zagadnienia jak między innymi:⁷

- deklarowana awaryjność taboru, w tym także awaryjność na poziomie podzespołów,
- deklarowana długość cykli przeglądowych,
- nakłady pracy na utrzymanie taboru,
- system zaopatrzenia w części zamienne (dostępność, czas oczekiwania, koszty zakupu, okresy gwarancyjne i pogwarancyjne),
- dodatkowe nakłady na wyposażenie specjalistyczne.

⁷ Raczyński J., Czynniki decyzyjne w procesie zakupu taboru kolejowego, *Technika Transportu Szynowego* 2007, nr 7.

Aktualnie wielu producentów taboru oferuje jednostki taborowe wraz zapewnieniem kilkuletniego, a czasami nawet kilkunastoletniego serwisu utrzymaniowego. Przedmiotem szczególnych analiz powinny być w takim przypadku warunki tego sposobu serwisowania jednostek taborowych. Niektóre z tych warunków oferowane przez poszczególnych producentów taboru mogą być, bowiem w ogóle nieporównywalne. Przykładowo, jeden producent oferuje serwis na poziomie P 1 do P 3 przez cztery lata (np. z możliwością przedłużania tych okresów), a drugi, serwis na poziomie P 1- P 5 przez szesnaście lat. Druga oferta obejmuje w tym przykładzie zarówno wymagane naprawy rewizyjne P 4, jak też naprawę główną w połączeniu z modernizacją P 5, po której eksploatowana jednostka jest prawie „jak nowa”. Obie oferty serwisowe są jednak wzajemnie nieporównywalne. W przypadku tzw. „outsourcingowania” serwisu ważne są jeszcze dwa elementy, które w ramach analiz porównawczych inwestor musi wziąć pod uwagę. Pierwszy to zaplecze utrzymaniowe, w którym będzie prowadzony serwis taboru. Istotne jest tu, bowiem kto, dostawca taboru czy przewoźnik, wybuduje i wyposaży halę serwisową albo dostosuje istniejącą halę do serwisowania nowych jednostek oraz czyją ona będzie własnością po zakończeniu umowy serwisowej. Natomiast drugi element, to przekazywanie lub nieprzekazywanie wyposażenia diagnostycznego oraz wiedzy i doświadczenia związanego z serwisowaniem jednostek taborowych (tzw. know how) pracownikom przewoźnika kolejowego (właściciela pojazdów), poprzez ich szkolenie, co jest związane z okolicznością, że umowa serwisowa może być kiedyś zakończona.

Szczególne miejsce w analizach porównawczych efektywności inwestycji w tabor kolejowy zawsze mają analizy **zużycia energii elektrycznej lub paliw**. W tym zakresie przyszli właściciele jednostek taborowych mają do dyspozycji całe spektrum metod pomiarowych oferowanych przez zaplecze naukowe kolejnictwa, łączne z teoretycznymi modelami jazd i obciążeń pociągów. Ponadto, w przypadku jednostek spalinowych, istnieją szczegółowe wytyczne do badań zawarte np. w prawie unijnym (dyrektywa 2004/26), jak też w kartach UIC 623 i 625 oraz w normie ISO 8178 F. Tzw. energochłonność jednostki taborowej ma ścisły związek z jej masą brutto. Ważna jest zatem analiza porównawcza oferowanych przez producentów pojazdów kolejowych pod kątem technologii służących obniżeniu masy brutto (np. lekkie kompozyty wyposażenia wnętrza, lżejsze podzespoły), a także, w pojazdach przeznaczonych do ruchu pasażerskiego, analiza zużycia energii na cele pomocnicze, np. na klimatyzację i ogrzewanie.

Trzecim z najważniejszych elementów wszelkich analiz komparatywnych efektywności inwestycyjnej jednostek taborowych są **główne pozycje kosztów eksploatacyjnych**, takie jak między innymi:⁸

- koszty (pracochłonność) przygotowania pojazdów do drogi,
- zapotrzebowanie na personel pokładowy i trakcyjny (koszty pracy personelu),
- dyspozycyjność jednostek taborowych,
- koszty dostępu do infrastruktury kolejowej w okresie eksploatacji jednostki.

⁸ Tamże.

Dwa ostatnie elementy wymagają pewnego komentarza. Obecnie przyjmuje się, że wskaźniki dyspozycyjności taboru nowej generacji powinny wynosić np. w przypadku nowych lokomotyw nawet 0,98, a w przypadku zespołów trakcyjnych, co najmniej 0,95. Na wielkość tego rodzaju wskaźników rzutują takie czynniki, jak między innymi: pracochłonność prac utrzymaniowych, awaryjność podzespołów, dostęp do części zamiennych i organizacja prac serwisowych. Deklarowane przez producenta taboru wskaźniki gotowości technicznej (dyspozycyjności) mają niewątpliwie wpływ na ilość nabywanych przez przewoźnika kolejowego nowych jednostek, zwłaszcza w przypadku przewoźnika pasażerskiego, który zamierza przy ich wykorzystaniu wdrożyć nowy system przewozowy (tzw. produkt handlowy). W przypadkach, kiedy zadeklarowane przez producenta wskaźniki dyspozycyjności taboru nie są dotrzymywane, np. ze względu na nieprzewidzianą awaryjność niektórych podzespołów lub usterkowość, przewoźnik taki ewidentnie ponosi straty, czyli ponosi **koszty utraconych możliwości**. Ryzyko wystąpienia takich kosztów zawsze powinno być uwzględniane w analizach porównawczych efektywności ekonomicznej inwestycji taborowych.

Koszty dostępu do infrastruktury kolejowej mają bardzo istotne znaczenie i udział przy eksploatacji danej jednostki taborowej w całym cyklu jej życia. Obecnie, w polskich warunkach na koszty te wpływa przede wszystkim wspomniana masa brutto jednostki taborowej w przypadku pociągu zespolonego lub całkowita masa brutto całego klasycznego pociągu pasażerskiego lub towarowego. Stąd czynnik minimalizacji masy brutto zawsze jest ważny zarówno, jako czynnik wpływający na zużycie energii lub paliwa, jak też, jako parametr wpływający na koszt dostępu do infrastruktury kolejowej. Z masą brutto danej jednostki taborowej związany jest bezpośrednio nacisk osi na szynę, który wpływa na zużycie infrastruktury kolejowej. Obecnie preferuje się w przewozach pasażerskich zespoły trakcyjne z naciskiem osi na szynę znacznie poniżej 20 ton. Należy zwrócić ponadto uwagę, że masa brutto jednostki taborowej i nacisk jej osi na szynę, to nie jedyny parametr, który wpływa na zużywanie się infrastruktury kolejowej. Wpływ na to zużycie ma, bowiem również konstrukcja wózków, determinująca oddziaływanie boczne kół pojazdu na szyny, intensywność przyspieszania i hamowania, a także jakość sterowania napędem wpływająca na to, czy przy rozruchu i hamowaniu pojazdów występują lub nie występują poślizgi. Te elementy nie są wprawdzie uwzględniane obecnie w stawkach dostępu do infrastruktury kolejowej, ale obiektywnie wpływają na jej stopniowe zużywanie się. Te dodatkowe koszty ponosi bezpośrednio zarządca infrastruktury kolejowej, a pośrednio cała gospodarka i społeczeństwo. Prowadzi to do wniosku, że w zakresie pełnej analizy porównawczej efektywności inwestycji taborowych, również i takie elementy, związane ze zużywaniami się infrastruktury kolejowej powinny być uwzględniane. Podobnie zresztą jak elementy związane z uciążliwościami środowiskowymi, a także różne inne koszty i korzyści zewnętrzne dla gospodarki i społeczeństwa, powodowane przez tabor kolejowy, które w bezpośrednim rachunku ekonomicznym inwestora nie są uwzględniane.

Powyższe rozważania prowadzą do w pełni uprawnionego wniosku, że analizy porównawcze ekonomicznej efektywności zakupów nowego taboru kolejowego powinny być prowadzone w oparciu o **metody analizy kosztów i korzyści CBA**, z zastosowaniem szczegółowej metodyki **kosztu cyklu życia taboru LCCA** w sposób poszerzony, przy uwzględnianiu trzech punktów widzenia, a zatem również i trzech poziomów oceny ekonomicznej efektywności danego projektu, a mianowicie:

- jako analizy efektywności (finansowej) z punktu widzenia przewoźnika nabywającego tabor kolejowy;
- jako analizy efektywności (finansowej poszerzonej) z punktu widzenia całego systemu kolejowego, uwzględniające dodatkowo różne aspekty oddziaływania jednostek taborowych na infrastrukturę kolejową, w tym na automatykę i łączność kolejową, sieć zasilania trakcyjnego, dworce kolejowe (dostosowanie peronów), a także wzrost bezpieczeństwa ruchu kolejowego i ograniczenie wypadkowości w transporcie kolejowym;
- jako analizy efektywności kompleksowe (ekonomiczne), uwzględniające dodatkowo ogólnogospodarczy i ogólnospołeczny, a także środowiskowy aspekt danego projektu zakupu jednostek taborowych – transfer know how, nowe miejsca pracy w zapleczu utrzymaniowym, oszczędności w czasach jazdy w przypadku taboru pasażerskiego, wzrost komfortu podróżowania, przejście części pasażerów z samochodów osobowych, ograniczenia hałasu, eliminacja szkodliwych i trudnych do utylizacji materiałów, ograniczenia w emisjach szkodliwych substancji do atmosfery i inne korzyści zewnętrzne dla gospodarki i społeczeństwa.

Analizy takie powinny być przeprowadzane dla okresów, co najmniej 25 – letnich, ze szczegółowym rozpisaniem wszystkich nakładów kapitałowych i wydatków ponoszonych w ciężar kosztów oraz korzyści (przychodów) generowanych przez dany projekt, dla każdego roku odrębnie. *Conditio sine qua non* pozostaje wszakże to, aby w ramach wariantów inwestycyjnych porównywać ze sobą to, co jest obiektywnie porównywalne.

PS. Referat autor dedykuje autorom i decydom Raportu Najwyższej Izby Kontroli pod nazwą „**FUNKCJONOWANIE GRUPY PKP**”⁹, opublikowanego jesienią 2015 roku, w którym abstrahując od dorobku naukowego ekonomii i w sposób kłójący się z logiką rozumowania i wiedzą naukową, dokonano porównań cenowo – kosztowych pociągów zespólnych **PENDOLINO** z prędkością maksymalną 250 km/h (klasa 2 pociągów dużych prędkości) z hipotetycznym polskim pociągiem zespólnym z prędkością maksymalną 190 km/h, który nie istniał i nie istnieje – został wymyślony¹⁰.

9 www.nik.gov.pl – druk nr KIN-4101-08-2013.

10 Szerzej na ten temat, zob.: J. Engelhardt, NIK i Pendolino. Gdzie sens i gdzie logika ..., Przegląd Komunikacyjny 2016, nr 4