

WITOLD BAWOR

CZŁONEK ZARZĄDU

PKP CARGO S.A

Kryteria decyzyjne odnowy parku pojazdów trakcyjnych

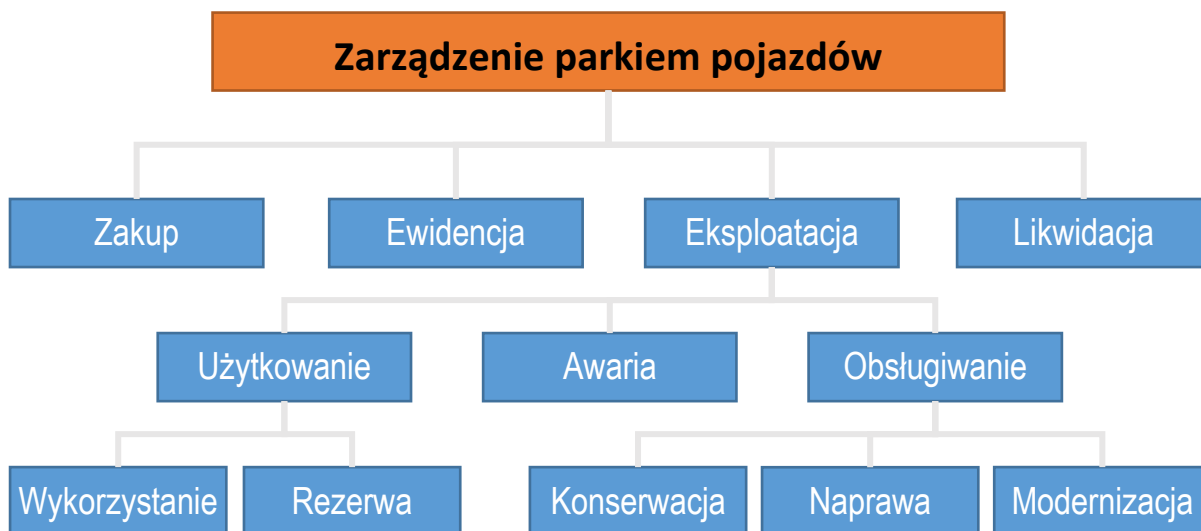
WPROWADZENIE

Stymulantem rozwoju i podnoszenia konkurencyjności transportu kolejowego, oprócz właściwej polityki transportowej państwa, jest także prowadzenie działań zorientowanych na inwestycje i restrukturyzację przedsiębiorstw.

Do takich aktywności można zaliczyć właściwą strategię w zakresie modernizacji i zakupów parku taborowego. Taka polityka powinna być przemyślana, gdyż niesie ze sobą nie tylko wysokie koszty inwestycyjne ale także, z uwagi na stosunkowo długi cykl życia taboru kolejowego, rzutuje na kondycję finansową przedsiębiorstwa przez kolejne dziesiątki lat.

STRUKTURA ZARZĄDZANIA PARKIEM POJAZDÓW TRAKCYJNYCH

Struktura zarządzania parkiem pojazdów trakcyjnych obejmuje poszczególne etapy i fazy cyklu trwałości pojazdu od momentu jego nabycia aż do fizycznej likwidacji (zełomowania) – rysunek 1.



Rys. 1. Struktura zarządzania parkiem pojazdów trakcyjnych

Mając na uwadze gotowość pojazdu jako kluczowy wskaźnik niezawodności, decydującą fazą jest faza obsługiwanego, na którą składa się konserwacja (obsługi planowe), naprawa oraz modernizacja. Ilostan pojazdów trakcyjnych ma określoną wartość użytkową, która zmienia się w czasie jako rezultat zużywania i starzenia się elementów, podzespołów i zespołów.

Wraz ze zwiększającym się wiekiem pojazdu, nakłady finansowe związane z procesem utrzymania i eksploatacją (de facto obsługiwaniem i użytkowaniem) ulegają zwiększeniu.

Koszty utrzymania taboru trakcyjnego w skali roku wynoszą od 3% do 5% ceny zakupu pojazdu, co oznacza, że koszt utrzymania lokomotywy średnio po 20-30 latach jej eksploatacji jest równy jej cenie zakupu.

W celu dokonania odtworzenia bądź utrzymania na określonym poziomie wartości użytkowej pojazdu można dokonać jego odnowy. W rozumieniu ogólnym sprowadza się ona do:

- zakupu nowych pojazdów trakcyjnych,
- modernizacji pojazdów trakcyjnych,
- naprawy pojazdów trakcyjnych.

W ramach przedmiotu niniejszego opracowania, należy zwrócić się ku pierwszym dwóm wariantom jednocześnie odrzucając wariant trzeci, gdyż naprawa wiąże się jedynie z utrzymaniem dotychczasowych standardów bez ich poprawy oraz sformułować następujące pytanie:

Dokonywać zakupu nowych pojazdów trakcyjnych czy modernizować pojazdy już posiadane?

Aby zredagować odpowiedź na powyższy problem decyzyjny należy zdefiniować z czym wiąże się modernizacja, a z czym zakup nowego pojazdu.

Modernizacja

Jako modernizację można zdefiniować podniesienie warunków technicznych i eksploatacyjnych lokomotywy poprzez wprowadzenie zmian konstrukcyjnych lub zastosowanie nowych elementów, podzespołów i zespołów nie zmieniających jej przeznaczenia.

Zakres prac modernizacyjnych może przyjąć trzy zasadnicze obszary, spośród których doposażenie jest najmniej kapitało- i czasochłonne, zaś modernizacja – najbardziej:

- doposażenie lokomotywy w urządzenia i układy gwarantujące bezpieczeństwo ruchu (spełnianie przepisów dopuszczających je do eksploatacji na torach PKP PLK), ograniczenie szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne oraz poprawa ergonomii kabiny maszynisty – np. 201EI, 203E, 303Eb,

- remotoryzacja (pojazdy trakcji spalinowej), tj. wymiana przestarzałych silników spalinowych na nowocześniejsze o mniejszym zużyciu oleju napędowego, środków smarnych oraz spełniające wymagania w zakresie emisji substancji szkodliwych zawartych w spalinach do atmosfery, zazwyczaj połączona z wymianą kabiny maszynisty na zgodną pod kątem współczesnych zasad ergonomii – np. M62Ko, 301Dd,

- modernizacja obejmująca wymianę silnika spalinowego oraz zespołu prądnic i maszyn pomocniczych, jak również poprawę warunków pracy maszynistów oraz ingerencję w wiele innych układów, zespołów i urządzeń, w tym często w układy biegunowe – np. 201Em, 201Ek, 15D/A, 6Dg/A, 6Dg/B, 6Dk.

Za główne cele modernizacji można przyjąć:

- zmniejszenie kosztów eksploatacji poprzez ograniczenie zużycia materiałów eksploatacyjnych oraz energii elektrycznej lub paliwa,
- zwiększenie przebiegów eksploatacyjnych międzyprzeglądowych i międzynaprawczych, m.in. poprzez zastosowanie nowoczesnych i trwałych aparatów, elementów i urządzeń o wydłużonym czasie eksploatacji,
- zwiększenie podatności obsługowo-naprawczej,
- ograniczenie szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne, w tym zmniejszenie udziału emisji do atmosfery składników toksycznych spalin i cząstek stałych,
- poprawa ergonomii pracy maszynisty pojazdu trakcyjnego, w tym ograniczenie hałasu wewnętrznego i pola magnetycznego w kabinach sterowniczych,
- poprawa parametrów trakcyjnych, czasem ze zmianą charakteru pracy lub przeznaczenia,
- dostosowanie parametrów elementów, podzespołów i zespołów do wymagań przepisów międzynarodowych,
- wprowadzenie nowoczesnych systemów sterowania oraz diagnostyki i rejestracji parametrów pracy,
- opracowanie nowej gospodarki częściami zamiennymi, w tym zamiana części już nieprodukowanych i niepodlegających regeneracji na nowe (brak oryginalnych części zamiennych).

Przeprowadzenie modernizacji w warunkach polskich, biorąc pod uwagę rzeczywistą wiedzę, niesie ze sobą pewne ograniczenia, które mogą być zdefiniowane jako:

- brak doświadczenia w zakresie modernizacji,
- ryzyko braku części zamiennych,
- trudności w obszarze standaryzacji rozwiązań technicznych i dostawców,
- ryzyko nieosiągnięcia zakładanego wskaźnika gotowości technicznej,
- brak przygotowania prototypu i przeprowadzenia jego badań statycznych i eksploatacyjnych,
- ryzyko niezadowalającej relacji efektów modernizacji do kosztów modernizacji,
- zmieniające się polskie i europejskie przepisy i uwarunkowania formalno-prawne – np. TSI.

Podjęcie prac modernizacyjnych winno być poparte wnikliwą analizą ekonomiczno-techniczną z wykorzystaniem istniejących metod oceny. Część projektów realizowanych jest wg schematu zakładającego modernizację zgodnie z przyjętym zakresem, a następnie dopiero określeniem jej efektów.

Taka organizacja modernizacji jest niewłaściwa, gdyż jest ona przedsięwzięciem o charakterze odtworzeniowo-inwestycyjnym – ma swoje zasady i metodykę realizacji. Aby wyeliminować powyższe niedogodności zasadne jest podjęcie szerokiej dyskusji dotyczącej modernizacji przy ścisłej współpracy wykonawcy z zamawiającym.

Sama decyzja o modernizacji powinna być poparta szeregiem analiz, zgodnie z modelami decyzyjnymi.

Istotnym czynnikiem jest, aby przy modernizacji różnych serii lokomotyw dążyć do unifikacji zespołów i dostawców, co realnie wpływa na zmniejszenie kosztów eksploatacji i utrzymania pojazdu.

Przykłady zrealizowanych projektów modernizacji

PKP Cargo w ostatnich latach realizowało projekty przebudowy zarówno lokomotyw trakcji elektrycznej jak i spalinowej. Prace polegały przede wszystkim na poprawie komfortu pracy prowadzącego pojazd trakcyjny, wymianie silnika spalinowego (dot. pojazdów trakcji spalinowej) oraz przebudowie układów elektrycznych i pneumatycznych.

Modernizacje zazwyczaj nie obejmowały szerszych zmian w układach biegowych.

Zgodnie z zakresami modernizacji zdefiniowanymi we wcześniejszej części niniejszego podrozdziału poszczególne projekty przebudów można sklasyfikować odpowiednio jako: doposażenie, remotoryzacja lub modernizacja.

Zgodnie z tym podziałem należy przywołać przykłady zrealizowanych prac mających na celu odnowę parku taborowego.

Doposażenie – 303Eb (EU07): Celem modernizacji była przede wszystkim poprawa warunków pracy drużyny trakcyjnej oraz przebudowa szafy wysokiego napięcia. Zakres prac obejmował:

- dostosowanie kabiny maszynisty do obowiązujących zasad ergonomii, w tym zabudowę klimatyzacji i nagrzewnicy nawiewowej pod pulpitem,
- wymianę szafy WN, w której zastosowano styczniki elektropneumatyczne,
- zabudowę nowoczesnego ogranicznika przepięć,
- zabudowę nowoczesnego radiotelefonu oraz elektronicznego rejestratora z funkcją prędkościomierza i CA,
- niewielkie zmiany w układzie biegowym – zastosowanie przewodników trapezowych maźnic,
- modernizację silników trakcyjnych,
- zabudowę II kanału pneumatycznego,

- odwrócenie bocznika indukcyjnego o 180° ,
- zabudowę szaf na urządzenia pokładowe systemu ERTMS,
- zabudowę nowych reflektorów halogenowych.

Remotoryzacja – M62Ko (ST44): Celem prac przede wszystkim była wymiana wyeksploatowanego dwusuwowego silnika spalinowego na nowy silnik czterosuwowy produkcji Kołomna oraz dostosowanie kabiny maszynisty do obecnych wymagań w obszarze ergonomii.

Zakres prac obejmował:

wymianę silnika spalinowego dwusuwowego 14D40 na 12CzN26/26 o mocy znamionowej 1470 kW, który spełnia wymagania dotyczące emisji czynników szkodliwych IIIA (wg Dyrektywy 2004/26/WE). Jego zastosowanie pozwoliło na znaczne zmniejszenie kosztów eksploatacji (ograniczenie zużycia paliwa i oleju silnikowego) oraz wydłużenie cykli przeglądowo-naprawczych,

- dostosowanie kabiny maszynisty do obowiązujących zasad ergonomii, w tym zabudowę klimatyzacji i nagrzewnicy,
- zabudowę nowoczesnego radiotelefonu oraz elektronicznego rejestratora z funkcją prędkościomierza i CA,
- zabudowę stałego urządzenia gaśniczego,
- zabudowę instalacji smarowania obrzeży kół jezdnych,
- zabudowę instalacji pomiaru zużycia paliwa,
- zabudowę podgrzewacza układu chłodzenia silnika spalinowego z funkcją podgrzewania kabiny maszynisty,
- zabudowę nowych reflektorów halogenowych.

Modernizacja – 15D/A (ST48): Celem modernizacji przede wszystkim było uzyskanie efektów ekonomicznych wynikających ze znacznego obniżenia kosztów eksploatacji, w tym kosztów utrzymania oraz zmniejszenia zużycia paliwa, oleju silnikowego i kosztów środowiskowych.

Na ekonomię pracy lokomotywy wpływa system elektronicznego sterowania, który zapewnia optymalizację parametrów pracy agregatu prądotwórczego (silnik spalinowy, prądnica główna i pomocnicza) oraz właściwe wykorzystanie siły trakcyjnej lokomotywy.

Panel operatorski maszynisty zapewnia możliwość kompleksowej diagnostyki pojazdu oraz pełną kontrolę poszczególnych urządzeń i diagnozowanie nieprawidłowości.

Zakłada się, że modernizacja dotychczasowych lokomotyw manewrowych SM48 pozwoli na przedłużenie o co najmniej 25 lat eksploatacji tej serii taboru.

Zakres prac obejmował:

- całościową wymianę nadwozia,

- modernizację ostoi i ram wózków,
- zabudowę silnika spalinowego CAT 3512C o mocy 1550 kW w miejsce dotychczasowego PDM1 o mocy 883 kW, który spełnia wymagania dotyczące emisji czynników szkodliwych IIIA (wg Dyrektywy 2004/26/WE). Wymiana silnika spalinowego pozwoliła na niemal dwukrotne zwiększenie mocy przy niższym zużyciu paliwa,
- dostosowanie kabiny maszynisty do obowiązujących zasad ergonomii, w tym zabudowę klimatyzacji i nagrzewnicy,
- zabudowę napędów pomocniczych z wykorzystaniem silników asynchronicznych,
- zabudowę instalacji przeciwpożarowej,
- zabudowę agregatu chłodniczego – wentylator z napędem hydrostatycznym,
- zabudowę instalacji smarowania obrzeży kół jezdnych,
- zabudowę nowoczesnego układu hamulcowego z hamulcem postojowym – sprężynowym, zastosowano tablice pneumatyczne produkcji IPS,
- zabudowę elektronicznego rejestratora zdarzeń zgodnego z ETCS,
- zabudowę systemu pomiaru paliwa,
- zabudowę systemu lokalizacji pojazdu GPS,
- zabudowę nowych reflektorów halogenowych.

Zakup nowego pojazdu

Zasadniczo, cena nowego pojazdu trakcyjnego jest przeciętnie dwukrotnie wyższa niż koszty ponoszone w związku z przeprowadzeniem prac modernizacyjnych pojazdu już posiadanego.

To właśnie ten czynnik brany jest w szczególności pod uwagę przy podejmowaniu decyzji.

Nowobudowane pojazdy trakcyjne charakteryzuje:

- niskie zużycie materiałów eksploatacyjnych oraz energii elektrycznej lub paliwa,
- wysokie przebiegi eksploatacyjnych międzyprzeglądowych i międzynaprawczych,
- niskie nakłady na czynności obsługowo-naprawcze,
- bardzo wysoka podatność obsługowo-naprawcza,
- niewielkie oddziaływanie na środowisko naturalne, zgodnie z obowiązującymi normami emisyjnymi,

- wysoka ergonomia i kultura pracy maszynisty pojazdu trakcyjnego, hałas wewnętrzny tłumiony, ograniczone oddziaływanie pola magnetycznego w kabinach sterowniczych,
- wysokie bezpieczeństwo pracy dzięki zastosowaniu pasywnych mechanizmów bezpieczeństwa,
- parametry elementów, podzespołów i zespołów zgodne z wymaganiami przepisów międzynarodowych,
- nowoczesne systemy sterowania,
- łatwo dostępne i skatalogowane do danego typu pojazdu części zamienne,
- wysoka moc, mała liczba osi,
- modułowa budowa,
- układ diagnostyki pokładowej (w przyszłości możliwość zastosowania systemu utrzymania opartego na ocenie rzeczywistych cech zespołów i podzespołów),
- automatyczne mechanizmy zabezpieczające przed poślizgiem przy wywiązywaniu siły pociągowej.

Kiedy modernizować już posiadane pojazdy a kiedy kupować nowe?

Modernizacja (lub remotoryzacja) ma uzasadnienie przy zaistnieniu poniższych okoliczności:

- posiadanie liczebnej populacji lokomotyw spalinowych, w obszarze których wśród zasadniczych podzespołów (głównie układ biegowy) nie występują problemy z dostępnością części zamiennych, przy czym wymianie podlega obligatoryjnie silnik spalinowy,
- brak dostępności nowych ciężkich lokomotyw spalinowych na rynku krajowym i europejskim,
- zasadnicze zespoły i podzespoły pojazdu nie wykazują znaczącego przyrostu zużycia wraz ze wzrostem przebiegu i wieku pojazdu – pierwotnie pojazd trakcyjny zaprojektowany przy wykorzystaniu wysokich wskaźników bezpieczeństwa,
- posiadanie własnego zaplecza technicznego i zasobów siły roboczej – PKP Cargotabor,
- modernizacja może być jest etapem pośrednim na drodze dążenia do odnowy parku taborowego, a docelowo – pozyskiwania pojazdów fabrycznie nowych,

Z uwagi na często występującą niezadowalającą relację efektów modernizacji do poniesionych kosztów, w tym np. brak zmian w charakterystyce trakcyjnej lub jej niewielka korekta, przeprowadzanie modernizacji lokomotyw elektrycznych zazwyczaj nie jest zasadne

Zakup nowych lokomotyw wskazany jest w następujących przypadkach:

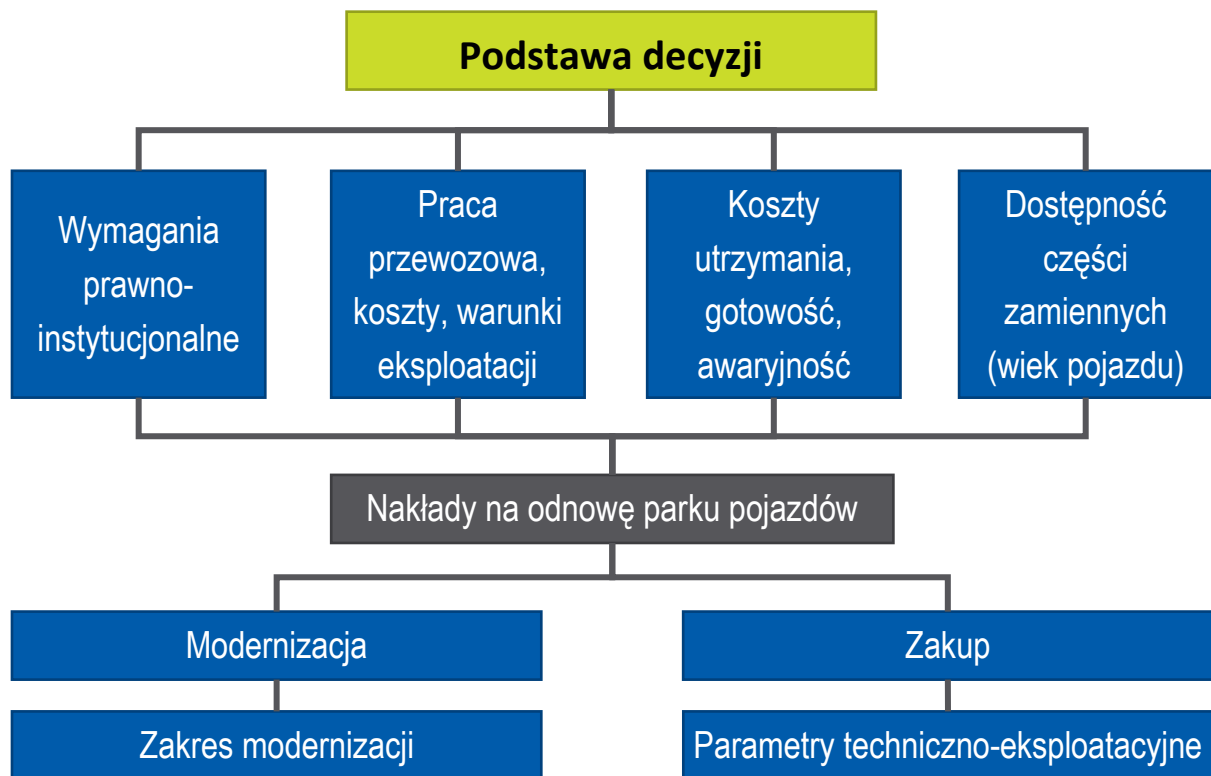
- ekspansja na rynki zagraniczne – zakup pojazdów elektrycznych wielosystemowych – pojazd porusza się w obszarze różnych systemów zasilania oraz różnych systemów zabezpieczenia ruchu kolejowego właściwych dla krajów, w których przewidywana jest eksploatacja lokomotywy,
- przewozy całopociągowe z obsługą bocznicy bez sieci trakcyjnej – zakup pojazdów elektrycznych ze spalinowym modułem dojazdowym – brak konieczności wykorzystywania lokomotywy manewrowej trakcji spalinowej,
- brak zmiany lokomotywy na całej trasie pociągu, nawet w przypadku jazdy po odcinkach linii kolejowych bez sieci trakcyjnej – zakup lokomotyw dwutrakcyjnych (spalinowo-elektrycznych) osiągających wysokie moce zarówno w czasie jazdy trakcją spalinową jak i elektryczną, możliwość kontynuowania pracy trakcyjnej w momencie występowania chwilowych braków zasilania sieci trakcyjnej,
- przyszłościowe wprowadzenie nowego systemu utrzymania uwarunkowanego od rzeczywistego stanu technicznego zespołów i podzespołów pojazdu – zdalna diagnostyka, dynamiczne systemy utrzymania,
- jazda zdalnie sterowana (przyszłościowo autonomiczna) – zakup pojazdów, których możliwe jest sterowanie bez wykorzystania fizycznej obecności człowieka w pojeździe,
- ograniczenie kosztów użytkowania i obsługi, modułowa budowa – realne oszczędności w dłuższej perspektywie czasu przy większych początkowych nakładach inwestycyjnych,
- wysoki wymiar bezpieczeństwa pasywnego – strefy odkształcalne, mechanizmy absorbujące energię zderzenia, strefa przeżywalności prowadzącego pojazd trakcyjny,
- bezobsługowość dużej części podzespołów – niskie nakłady finansowe oraz mała pracochłonność obsług planowych,
- przyszłościowa możliwość stosowania nowych/alternatywnych sposobów zasilania pojazdów trakcyjnych, np. ogniwa wodorowe.

MODELE DECYZYJNE

Decyzję o modernizacji pojazdu podejmuje się uwzględniając kilka jego cech, jednak mając na uwadze dalszą wieloletnią eksploatację pojazdu zmodernizowanego stawiane są wymagania, których realizacja wymaga kompleksowej przebudowy pojazdu.

Wiąże się to z dużymi kosztami tego przedsięwzięcia powodującymi zmniejszenie końcowych efektów ekonomicznych. Należy zaznaczyć, że w początkowym okresie eksploatacji pojazdu zazwyczaj występuje pogorszenie jego niezawodności pracy.

Odnowa parku pojazdów trakcyjnych powoduje powstanie sytuacji decyzyjnej opartej na złożonym zbiorze zmiennych. Zgodnie z większością modeli matematycznych, optymalizację funkcji kryterium należy dokonać w oparciu o parametry ekonomiczne.



W modelu tym na podstawie zmiennych decyzyjnych określone są efektywne nakłady na odnowę N_e , które mogą spełniać warunek:

$$N_e < N_{gr} - \text{modernizacja}$$

$$N_e > N_{gr} - \text{zakup nowych pojazdów}$$

gdzie

N_{gr} – nakłady na odnowę przy założonym granicznym okresie zwrotu OZ_{gr} .

Decyzja o modernizacji podejmowana powinna być w oparciu nie tylko o analizę ekonomiczną ale również o głęboką analizę stanu technicznego pojazdu oraz osiągnięcie ustalonych kryteriów czasowych i przebiegowych kwalifikujących pojazd do naprawy głównej.

Podstawą procesu decyzyjnego dotyczącego podjęcia modernizacji lokomotywy i jej zakresu powinna być wnikliwa analiza następujących uwarunkowań i cech pojazdu:

- wiek,
- aktualny i prognozowany stan techniczny,
- liczebność grupy pojazdów wytypowanych do modernizacji,
- niezawodność pracy,
- cechy konstrukcyjne,

- warunki i koszty użytkowania – zużycie paliwa bądź energii elektrycznej,
- rodzaj i zużycie materiałów eksploatacyjnych,
- właściwości trakcyjne i ich dostosowanie do przewidzianej pracy,
- ergonomia pracy drużyny trakcyjnej,
- koszty i dostępność części zamiennych,
- podatność obsługowo-naprawcza,
- kwalifikacje personelu,
- zaplecze techniczne,
- dokumentacja techniczna i technologiczna,
- oddziaływanie na środowisko naturalne.

Należy wykonać wariantową analizę efektywności modernizacji lokomotyw, nie tylko pod względem wymiany zespołów i podzespołów w lokomotywie, tj. kosztów modernizacji, bo o powodzeniu takiego przedsięwzięcia decydują też takie czynniki jak późniejsze koszty eksploatacji i utrzymania pojazdu oraz koszty jego likwidacji.

Tych okoliczności przewoźnicy zwykle nie biorą pod uwagę, a stanowią one nawet do 70% wszystkich kosztów w cyklu **eksploatacji pojazdu**.

PODSUMOWANIE

Jak wynika z przedstawionego w ramach niniejszego opracowania wywodu, w konkluzji, nie można sformułować jednoznacznej wskazać na alternatywę:

Dokonywać zakupu nowych pojazdów trakcyjnych czy modernizować pojazdy już posiadane?

Biorąc jednak pod uwagę ilości posiadanych taboru trakcyjnego oraz ograniczone środki finansowe na zakupy nowych lokomotyw modernizacje będą miały miejsce.

Każdy jednak przypadek podjęcia przedsięwzięcia modernizacji lub zakupu nowych pojazdów powinien być rozpatrywany indywidualnie, przy wykorzystaniu wcześniej wymienionych faktów, metod, analiz i wskazówek.

Proces decyzyjny odnowy parku pojazdów trakcyjnych jest wielokryterialny. Widoczna jest potrzeba opracowania systemowego podejścia do zagadnienia odnowy parku lokomotyw w Polsce.

Należy dążyć w kierunku ograniczenia liczby dostawców zespołów (głównie silnika spalinowego) i podzespołów dla modernizowanych lokomotyw.

Większe partie dostaw części pozwalają na osiągnięcie lepszej pozycji negocjacyjnej cen i warunków serwisu posprzedażnego.

Alternatywą dla modernizacji i zakupów nowych pojazdów trakcyjnych może być opcja leasingowania pojazdów z wybranego poolu taborowego.

Witold Bawor

Członek Zarządu

PKP Cargo S.A