

Jan Raczyński

Analiza techniczna w studium wykonalności dla inwestycji w tabor kolejowy

Kluczowe znaczenie dla powodzenia projektu inwestycyjnego, w tym przypadku zakupu taboru kolejowego, ma dobrze przygotowana analiza techniczna. Jest ona niezbędna dla przeprowadzenia analiz ekonomicznych, wyboru najlepszego wariantu oraz obliczenia efektywności finansowej i ekonomicznej planowanej inwestycji. W artykule przedstawione zostały wyniki projektu Innowacyjny i zestandaryzowany model rozwoju zakupu kolejowego taboru pasażerskiego „Innoraill” sfinansowany przez NCBR oraz rekomendacje w zakresie przeprowadzania analiz technicznych.

Słowa kluczowe: tabor kolejowy, studia wykonalności.

Celami analizy technicznej w ramach studium wykonalności są w szczególności:

- ❖ dostarczenie materiału do wykonania analiz ekonomicznych w zakresie oceny efektywności inwestycji oraz pozyskania źródeł jej finansowania,
- ❖ przygotowania danych dla sporządzenia dokumentacji przetargowej na zakup taboru.

Zrealizowanie tych celów wymaga przeanalizowania wielu aspektów technicznych, rynkowych i prawnych, które umożliwią wybór co najmniej kilku wariantów pozyskania taboru. Warianty te powinny zostać poddane analizie ekonomicznej oraz powinny być punktem wyjścia sformułowania biznes planu dla przewoźnika.

Nie ma obecnie na rynku europejskim jednolitych wytycznych w zakresie zawartości o uniwersalnym charakterze dla części technicznej studium wykonalności. W zależności od rodzaju i wielkości inwestycji oraz uwarunkowań zewnętrznych zakres prac analitycznych może się różnić szczegółowością poszczególnych punktów analiz.

W przedstawionych rekomendacjach będących wynikiem studiów w zakresie najlepszych praktyk uwzględniony został ich uniwersalny charakter tak aby były one użyteczne dla różnych wielkości przewoźników i różnego rodzaju taboru.

Rekomenduje się przeanalizowanie w części technicznej studium pakietu zagadnień, które dostarczą danych o rynku taborowym, jego konkurencyjności oraz o wymaganiach prawnych, funkcjonalnych i eksploatacyjnych.

Ocena stanu techniki

W ramach analizy powinny zostać przedstawione następujące aspekty:

- a) jakiego rodzaju tabor jest dostępny obecnie na rynku dla potrzeb zamawiającego,
- b) jakie są najnowsze trendy w zakresie rozwoju rozwiązań konstrukcyjnych taboru i kiedy będą dostępne,
- c) jakie są trendy rozwojowe w zakresie eksploatacji taboru (systemy diagnostyczne, łączności cyfrowej, nawigacji satelitarnej, aplikacje telematyczne) i które z nich i w jakim zakresie należy uwzględnić w krótko- i długookresowej perspektywie.

Ocena rynku dostawców

Analizy powinny zostać przeprowadzone dla tzw. rynku właściwego czyli Unii Europejskiej z włączeniem państw Europejskiego Obszaru Gospodarczego. Nie wyklucza to udziału dostawców z grupy państw OECD, w szczególności tych które mają zawarte umowy o wolnym handlu z Unią Europejską. Obejmować one powinny co najmniej:

- a) oferty rynkowe taboru w zakresie zainteresowania zamawiającego z ostatnich kilku lat (ceny z uwzględnieniem opcji, wielkości serii, parametrów technicznych, terminów dostaw itp.),
- b) ocenę potencjalnych dostawców (potencjał wykonawczy, wiarygodność, innowacyjność, stabilność finansowa także w długookresowej perspektywie).

Ocena stanu infrastruktury w obszarze przyszłej eksploatacji taboru

Analizy powinny być przeprowadzone wielowariantowo w oparciu o wytyczne strategii przewoźnika, uwzględniając scenariusze ekspansji jego działalności. Obejmować one powinny co najmniej:

- a) ocenę obecnego stanu infrastruktury: parametry techniczne (prędkość maksymalna na liniach, dopuszczalne naciski osi na tor, skrajnia budowli, długości i wysokości peronów, długości torów postojowych na stacjach),
- b) zdolność przewozową linii,
- c) istniejące ograniczenia techniczne i eksploatacyjne,
- d) analizę planowanych inwestycji w infrastrukturę, w tym w poprawę jej parametrów technicznych w krótko- (5 – 10 lat) i długoterminowej perspektywie (nawet do 30 lat o ile to jest możliwe do identyfikacji),
- e) analizę luki pomiędzy parametrami planowanej infrastruktury a możliwościami eksploatacyjnymi planowanego do zakupu taboru (wraz z oceną wpływu na konkurencyjności kolei w stosunku do innych środków transportu),
- f) ewentualne wnioski inwestycyjne dla rozwoju infrastruktury w krótko- i długoterminowej perspektywie z uwzględnieniem okresu trwałości projektu nabycia taboru (w szczególności te, które są możliwe do realizacji przy niskim koszcie przy dużych potencjalnych korzyściach dla przewoźników).

Analiza planów rozwojowych przewoźnika

Analizy powinny zostać wykonane w oparciu o strategię przewoźnika, strategię i politykę rozwoju regionalnego oraz Polski i Unii Europejskiej a także inne dostępne dokumenty planistyczne. Dla przewoźników regionalnych operujących w obszarach granicznych dwóch lub kilku państw rekomendowana jest analiza dla całego obszaru transgranicznego.

Analizy powinny obejmować różne perspektywy czasowe:

- ❖ do co najmniej 5 lat dla okresu trwałości projektu inwestycyjnego,
- ❖ do 30 lat, czyli całego cyklu życia pojazdu.

Ocena potrzeb taborowych

Podstawą do określenia potrzeb taborowych powinny być prognozy ruchowe wykonane w kilku perspektywach czasowych dla całego cyklu życia pojazdu. Na podstawie prognoz powinny zostać określone:

- a) zapotrzebowanie ilościowe na tabor,
- b) racjonalne etapowanie zakupów,
- c) jego parametry techniczne, w szczególności
 - prędkość maksymalna,
 - nacisk osi na tor,
 - skrajnia taboru,
 - konfiguracja taboru (ilość wagonów w zespole, warunki stosowania trakcji wielokrotnej) z zaleceniem otwartości na opcje w zależności od zmiennych uwarunkowań rynkowych,
 - liczba miejsc siedzących w pojazdach i dostępna liczba miejsc do stania,
 - udogodnienia dla osób z ograniczoną mobilnością.

Sposób zarządzania taborem

Należy przeanalizować uwarunkowania istniejące techniczne i organizacyjne w zakresie:

- a) alokacji taboru dla poszczególnych linii (rejonów obsługi),
- b) lokalizacji punktów utrzymania technicznego taboru,
- c) sposobu zarządzania utrzymaniem taboru (wykonawstwo we własnym zakresie, częściowa kooperacja, wieloletnie kontrakty na utrzymanie taboru z jego producentem) – powinny zostać wykonane w tym celu analizy ekonomiczne w ujęciu wielowariantowym.

Jeżeli prace analityczne w ramach studium wykonalności wskażą, że bardziej optymalne będą inne opcje niż istniejące już uwarunkowania to w studium powinny się znaleźć odpowiednie rekomendacje wraz z uzasadnieniem.

7) Wymagania prawne dla taboru

Należy dokonać analizy otoczenia prawnego w zakresie konstrukcji i eksploatacji taboru. Powinna ona obejmować:

- a) ocenę obecnego stanu prawnego i jego wpływ na lokalne potrzeby (np. czy możliwe są i czy będą potrzebne ewentualne derogacje od prawa unijnego?)
- b) analizę planowanych zmian w oparciu o zaawansowane projekty legislacyjne i ocenę ich wpływu na projekt oraz opinię czy w jakim stopniu je uwzględnić (np. w wieloletnich umowach ramowych).

8) Wymagania środowiskowe

Wymagania w zakresie ochrony środowiska mają charakter obligatoryjny oraz kierunkowy. Wymagania obligatoryjne dotyczą tylko kluczowych wybranych aspektów np. emisja hałasu (w TSI NOI), emisji spalin [1] czy stosowania materiałów szkodliwych dla środowiska. Inne wymagania mają charakter kierunkowy np. oszczędność energii i paliw i wynikają z polityki unijnej, która może być wzmocniona polityką regionalną, co ma miejsce w wielu państwach Europy. Dla wymagań nieskwantyfikowanych w zakresie ochrony środowiska użyteczna może być karta UIC 345 [2], która zawiera wytyczne w zakresie przygotowania specyfikacji przetargowych na zakup taboru z zachowaniem wymagań w zakresie ochrony środowiska. Analiza możliwości i zakresu zastosowania tych wytycznych powinna być przedmiotem studium wykonalności dla inwestycji w tabor kolejowy.

Przedmiotem studium wykonalności powinna być analiza map hałasu na obszarach eksploatacji pojazdów i ocena czy przy założonych parametrach taboru będą istnieć potencjalne ograniczenia w jego eksploatacji ze względu na poziom emisji hałasu biorąc pod uwagę wytyczne krajowe i regionalne [3].

Zamawiający tabor ma prawo i jednocześnie obowiązek przeanalizowania ustanowienia wyższych wymagań w zakresie ograniczenia emisji hałasu, oczywiście z uwzględnieniem wykonalności technicznej i ekonomicznej projektu.

Wymagania dla zaplecza technicznego niezbędnego dla utrzymania i obsługi planowanego taboru

Ponieważ nowe generacje taboru mogą wymagać specyficznego zaplecza dla jego utrzymania i obsługi wymagana jest analiza co najmniej następujących zagadnień:

- a) długości i techniczne parametry torów dojazdowych, postojowych i kanałów,
- b) opis techniczny niezbędnych urządzeń technicznych zaplecza do utrzymania taboru (stan obecny i przyszłe potrzeby),
- c) zestawienie wymaganych urządzeń w zakresie obsługi taboru (wodowanie, tankowanie paliwem, mycie i dezynfekcja, odfekalnianie i inne),
- d) wymagania ekologiczne dla zaplecza technicznego (odprowadzanie i oczyszczanie ścieków, emitowany hałas, gospodarka materiałami uciążliwymi dla otoczenia).

Profil eksploatacyjny taboru

Zakres studium powinien obejmować analizę danych o warunkach eksploatacji niezbędnych dla wyboru pojazdów oraz określać dane niezbędne do przygotowania oferty taboru przez dostawcę. Są to w szczególności:

- a) wykaz linii (obszaru) eksploatacji taboru z identyfikacją ich potencjalnie nietypowej specyfiki mającej wpływ na eksploatację taboru (także do planowanej infrastruktury),
- b) planowany średni przebieg dobowy pojazdu,
- c) dopuszczalne prędkości maksymalne,
- d) nietypowe warunki środowiskowe (klimatyczne).

Wymagania w zakresie bezpieczeństwa ruchu

Oprócz wymagań prawnie obligatoryjnych powinny zostać przeanalizowane potencjalne dodatkowe wymagania lokalne np. związane ze specyfiką ruchu transgranicznego.

Ze względu na szybki postęp w dziedzinie łączności cyfrowej, aplikacji telematycznych oraz urządzeń związanych z bezpieczeństwem ruchu kolejowego wskazane jest dokonanie analizy rozwoju rynku w perspektywie co najmniej 5 – 10 lat. Powinna ona obejmować ocenę dostępności nowszych rozwiązań w najbliższej perspektywie wraz z opinią o możliwości migracji pomiędzy kolejnymi wersjami urządzeń.

Ze względu na prowadzone działania legislacyjne dla otwierającego się rynku zastosowań technologii automatycznego prowadzenia pociągu (ATO) rekomendowane jest dokonanie analizy potrzeb jej wprowadzenia w przyszłości i oceny czy zastosowane w zamówionym taborze urządzenia i aplikacje informatyczne umożliwią późniejsze zastosowanie technologii ATO.

Wymagania w zakresie bezpieczeństwa osobistego pasażerów i obsługi pociągu

Studium powinno określić, jakie urządzenia należy zastosować w pociągu zgodnie z obowiązującymi przepisami w kraju a dla

pojazdów planowanych do eksploatacji w ruchu transgranicznym na całym obszarze eksploatacji pociągu. Jeżeli istnieją lokalne uwarunkowania, które wymagają dodatkowych technologii to powinny one zostać wymienione w studium wraz z ich opisem i ocenę ich dostępności na rynku. W studium należy też dokonać oceny rozwoju rynku w najbliższej perspektywie czasowej (okresie trwałości projektu) oraz potrzeby i możliwości ich zastosowań w późniejszym okresie.

Wymagania funkcjonalne

Jest to obszerna grupa wymagań określanych przez jego przyszłego użytkownika i nie podlegających w większości obowiązującym regulacjom prawnym oraz tych, dla których regulacje prawne pozostawiają swobodę w doborze środków dla wypełnienia ich postanowień. Swoboda doboru rozwiązań technicznych jest z reguły duża ale rekomenduje się określenie ich w ramach studium wykonalności w oparciu o najlepsze praktyki stosowane, zwłaszcza na obszarze UE. Część tych rozwiązań może być przedmiotem różnych rekomendacji tworzonych przez międzynarodowe organizacje kolejowe, w szczególności przez UIC a także przez inne organizacje reprezentujące opinie pasażerów i przewoźników. Ważnym źródłem informacji są normy europejskie. Tylko część przedmiotowych norm ma status norm przywołanych w TSI i ich stosowanie w całości lub w części jest obligatoryjne. Część norm ma status norm zharmonizowanych, których stosowanie daje domniemanie spełnienia wymagań zasadniczych dla wyrobów. Trzecia grupa norm jest w całości do dobrowolnego stosowania, podobnie np. karty UIC lub IRS (International Railway Solution wprowadzane w miejsce kart UIC). Korzystanie z tego dorobku przy tworzeniu opisu wymaganego pojazdu na poziomie studium wykonalności a później przy sporządzaniu specyfikacji przetargowej daje jeśli nie pewność to przynajmniej domniemanie zastosowania najlepszych praktyk sprawdzonych nawet na poziomie międzynarodowym.

Typowy zakres wymagań funkcjonalno-użytkowych, które powinny być przedmiotem studium wykonalności:

- ❖ rozplanowanie wnętrza pojazdu (długość pociągu, ilość wagonów, ilość i układ siedzeń oraz ich podziałka, układ drzwi, toalety, wysokość podłogi, miejsca na bagaż, miejsce dla niepełnosprawnych),
- ❖ wymagania dla siedzeń dla pasażerów i ich wyposażenia (sposób regulacji odchyłu i przesuwu, podłokietniki, podnóżki, stoliki, wieszaki),
- ❖ wyposażenie dla umieszczenia bagażu podręcznego i dużego,
- ❖ wymagania dla drzwi (wejściowych i przejściowych),
- ❖ wymagania dla toalet (ilość i wyposażenie),
- ❖ opis wymagań przy wsiadaniu i wysiadaniu z pojazdu,
- ❖ wzmacniacze telefonii komórkowej i internetu,
- ❖ wymagania dla designu i kolorystyki elementów ,
- ❖ systemy sprzedaży biletów,
- ❖ system informacji pasażerskiej,
- ❖ urządzenia dla usług gastronomicznych: przedział barowy lub restauracyjnych, catering, automaty do sprzedaży napojów i przekąsek.

Wymagania eksploatacyjne dla taboru

Jest to grupa wymagań, których zdefiniowanie na etapie studium wykonalności ma kluczowe znaczenie dla wskaźników ekonomicznych projektu inwestycyjnego. Liczba i dobór tych wskaźników, jakie zostaną zaproponowane w studium a potem w spe-

cyfikacji przetargowej jest zależna od zaplanowanego sposobu zarządzania taborem w trakcie jego późniejszej eksploatacji. Przy zastosowaniu outsourcingu usług np. utrzymania taboru liczba wskaźników może być niższa, ograniczona do tych mających przede wszystkim wpływ na dostępność taboru. Kluczowymi wskaźnikami w zakresie eksploatacji taboru są:

- a) **współczynnik gotowości technicznej** będący ilorazem łącznego czasu wyłączeń dla realizacji czynności utrzymania przez całkowity czas pozostawiania pojazdu w eksploatacji,
- b) **współczynnik niezawodności** jako iloraz łącznego czasu wszystkich wyłączeń awaryjnych przez łączny czas w godzinach pozostawiania każdego pojazdu w eksploatacji,
- c) **średni czas między awariami (MTBF)** i **średni czas do awarii (MTTF)**.

Ostatni ze wskaźników stosuje się głównie w celu estymowania poziomu niezawodności w funkcji czasu.

Wybór wartości tych wskaźników w studium powinien być powiązany ze zdefiniowaniem katalogu krytycznych awarii np. związanych z wyłączeniem pociągu z ruchu z powodu utraty zasadniczych cech eksploatacyjnych np.:

- ❖ całkowita utrata możliwości jazdy,
- ❖ częściowa utrata własności trakcyjnych powodująca spóźnienie powyżej 15 minut na stacji końcowej,
- ❖ całkowite lub częściowe w nie funkcjonowanie klimatyzacji w przestrzeni pasażerskiej,
- ❖ nie funkcjonowanie oświetlenia w jednym lub więcej wagonach,
- ❖ nieczynna żadna z toalet,
- ❖ brak możliwości zamknięcia połowy drzwi w całym składzie pociągu.

Zdefiniowanie katalogu krytycznych awarii może być uwarunkowane przeznaczeniem taboru kolejowego a także jego lokalną specyfiką ruchu.

Dobór wartości wskaźników eksploatacyjnych powinien być dokonany na podstawie oceny najnowszych trendów światowych. Wskaźniki te dla nowych generacji taboru z zastosowaniem zaawansowanej technologicznie diagnostyki są coraz wyższe i osiągają wartości powyżej 0,98 dla współczynnika niezawodności i 0,96 dla współczynnika gotowości technicznej. Wartości współczynników MTBF i MTTF zależne są od określenia katalogu awarii krytycznych.

Definicje wymienionych współczynników są przedmiotem norm europejskich [4]. Przy określaniu współczynnika gotowości technicznej rekomenduje się określane go dla rzeczywistego czasu jego eksploatacji. Pojazdy są potrzebne przewoźnikowi w godzinach prowadzenia ruchu, co w przypadku pojazdów do ruchu regionalnego i aglomeracyjnego prowadzi do traktowania godzin nocnych jako nieużytecznych, których powinny być skoncentrowane planowe czynności utrzymania prewencyjnego a także możliwe do planowania naprawy pojazdów.

Wymagania w zakresie utrzymania taboru

W studium wykonalności powinny zostać dokonane analizy możliwych do zastosowania sposobów utrzymania taboru w trakcie jego późniejszej eksploatacji wraz z rekomendacjami. Rekomendacje powinny uwzględniać najnowsze trendy na świecie, uwarunkowania lokalne a przede wszystkim optymalizację kosztów przy zachowaniu wysokich wartości wskaźników eksploatacyjnych. Koszt utrzymania jest istotną częścią kosztów cyklu życia pojazdów. W studium wykonalności powinny zostać wykonane

analizy techniczno-ekonomiczne dające rekomendacje dla wyboru:

- a) sposobu utrzymania taboru – outsourcing pełny (zawierający utrzymanie przewencyjne i korekcyjne), częściowy lub utrzymanie we własnym zakresie,
- b) wytycznych w zakresie określania cykli dla czynności utrzymania przewencyjnego, w szczególności podanie wartości krytycznych np. przebiegu pojazdu/czasu:
 - pomiędzy czynnościami utrzymania przewencyjnego najniższego poziomu,
 - do najwyższego poziomu wykonanego z reguły w połowie cyklu życia pojazdu.

Wytyczne dla cykli utrzymania powinny być zgodnie z zasadami określonymi w normie zharmonizowanej PN-EN 17023 [5].

Obecnie jest w Polsce praktyką określanie wytycznych dla przebiegu (czasu eksploatacji) dla kluczowej podzespołów takich jak np. zestawy kołowe wraz z określaniem trwałości kół.

W przypadku wyboru sposobu utrzymania taboru we własnym zakresie wymagane jest określenie wytycznych dla pracochłonności utrzymania, które będzie także przedmiotem specyfikacji przetargowej. Rekomendowane jest także wymaganie w ofercie danych o średnich kosztach (w tym z pracochłonnością) dla usunięcia typowych usterek oraz określenie dla nich częstotliwości występowania.

Rekomendacje w zakresie planowania zasad utrzymania taboru powinny zostać oparte na metodzie kluczowych wskaźników efektywności (KPI) funkcji utrzymania wg normy PN-EN 15341[6]. W normie tej zamieszczono wykaz kluczowych wskaźników efektywności (KPI) funkcji utrzymania i podano wytyczne dotyczące definiowania zbioru odpowiednich wskaźników do oceny i poprawy efektywności, skuteczności i trwałości utrzymania środków trwałych m.in. systemach transportowych itp. przy uwzględnieniu wpływu czynników zewnętrznych i wewnętrznych.

Podsumowanie

Potrzeba wykonania szczegółowych analiz technicznych na etapie planowania inwestycji w tabor kolejowych nie budzi wątpliwości. W ostatnich latach nastąpił rozwój technologii zarządzania eksploatacją taboru umożliwiającą zwiększenie jego niezawodności i dostępności, diagnostyki *online* oraz poprawy bezpieczeństwa ich użytkowania. Pojazd stał się też ważnym źródłem informacji w zarządzaniu przewozami pasażerskimi i towarowymi poprzez zastosowanie systemów jego lokalizacji czy zliczaniu

liczby pasażerów w czasie rzeczywistym. Obserwowany jest także duży postęp w zmniejszaniu zużycia energii elektrycznej i paliw płynnych. W odstępach kilku lat nowelizowane są także wymagania zasadnicze dla pojazdów zawarte w Technicznych Specyfikacjach Interoperacyjności. Rynek taboru kolejowego w Europie stał się w ostatnich latach bardzo innowacyjny. Wszystkie te czynniki wymagają bieżącego śledzenia i ich aplikacji w dokumentacji przygotowywanej dla potrzeb inwestycji taborowych.

Literatura

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/1628 z dnia 14 września 2016 r. w sprawie wymogów dotyczących wartości granicznych emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych oraz homologacji typu w odniesieniu do silników spalinowych wewnętrznych przeznaczonych do maszyn mobilnych nieporuszających się po drogach.
2. UIC, Environmental specifications for new rolling stock, UIC Code 345, 1st edition, June 2006.
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku. Dz.U. z 22.stycznia 2014, poz. 112.
4. PN-EN 50156 Zastosowania kolejowe - Specyfikowanie i wykazywanie niezawodności, dostępności, podatności utrzymaniowej i bezpieczeństwa (RAMS) - Część 1: Proces ogólny RAMS.
5. PN-EN 17023:2019-02. Kolejnictwo – Utrzymanie pojazdów szynowych – Tworzenie i modyfikacja planu utrzymania.
6. PN-EN 15341:2019-12. Obsługiwanie - Kluczowe wskaźniki efektywności obsługi.

Autor:

Jan Raczyński – Instytut Kolejnictwa

Technical analysis in the feasibility study for investments in rolling stock

A well-prepared technical analysis is of key importance for the success of an investment project, in this case the purchase of rolling stock. It is necessary to conduct economic analyzes, select the best investment option and calculate the financial and economic effectiveness of the planned investment. The article presents the results of the Innorail project and recommendations for the distribution of technical analysis.

Keywords: rolling stock, feasibility study.