



POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ I CYFRYZACJI
PRZEMYSŁU
KATEDRA INŻYNIERII PRODUKCJI

PRACA DOKTORSKA

**„Autorska metoda analizy ofert transportowych,
uwzględniająca stan techniczny taboru jako narzędzie
wspierające podejmowanie decyzji”**

mgr inż. Michał SŁOWIKOWSKI

Promotor pracy:

Prof. dr hab. inż. Jerzy Łabaj

Promotor pomocniczy:

Dr inż. Szymon Pawlak

Katowice 2026

Spis treści

Wstęp

1. Wymogi rynku przewozów pasażerskich.....	6
1.1. Regulacje prawne dotyczące transportu drogowego i publicznego transportu zbiorowego	7
1.2. Zasady funkcjonowania rynku przewozów pasażerskich	9
1.3. Znaczenie przetargów na realizację usług przewozowych dla przedsiębiorstwa transportowego.....	12
2. Koncepcje i strategię zarządzanie przedsiębiorstwem transportowym w aspekcie utrzymania ruchu	13
2.1. Organizacja i utrzymanie zaplecza technicznego w przedsiębiorstwie	15
2.2. Planowanie i organizacja prac remontowych taboru	19
2.3. Kompleksowe zarządzanie jakością w aspekcie zarządzania przedsiębiorstwem transportowym	20
2.4. Total Productive Maintenance	23
3. Ocena efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw transportowych	27
3.1. Mierniki kosztowe utrzymania środków transportu	30
3.2. Ekonomia kosztów utrzymania i eksploatacji w taborze	31
3.3. Ocena efektywności przedsiębiorstwa	33
4. Część praktyczna	35
4.1. Charakterystyka problemu	35
4.2. Proces analizy postępowań przetargowych	41
4.3. Cel, teza i zakres badań	46
4.4. Metodyka badawcza	47
4.5. Charakterystyka przedsiębiorstwa	56
4.5.1. Organizacja Służb Remontowych	60
4.6. Analiza danych dotyczących floty przedsiębiorstwa komunikacyjnego	64
4.7. Wyznaczenie wskaźników oceny taboru	68
4.7.1. Wskaźniki techniczne taboru (TW)	68
4.8. Normalizacja wskaźników	75
4.9. Wyznaczanie wag kryteriów metodą AHP	77
4.10. Wyznaczenie SWO dla taboru pojazdów	80
4.11. Analiza historyczna wskaźnika SWO	82
5. Dyskusja	97

Podsumowanie i wnioski	99
Bibliografia.....	102
Załącznik 1	107
Załącznik 2	108
Załącznik 3	109

Wstęp

Transport należy do tej kategorii działalności, w której proces realizacji usługi i jej konsumpcji odbywa się jednocześnie. Fakt ten wymusza na przedsiębiorstwach transportowych bieżące dostosowywanie zdolności operacyjnych do aktualnego zapotrzebowania rynkowego, które w wielu przypadkach jest trudne do przewidzenia.

Odpowiednie zarządzanie potencjałem posiadanym przez przedsiębiorstwa staje się zatem jednym z kluczowych determinantów utrzymania się na silnie konkurencyjnym rynku. Problematyka ta ma istotne znaczenie z punktu widzenia kształtowania kosztów własnych przedsiębiorstwa oraz zachowania balansu pomiędzy występującymi relacjami podaży i popytu na rynku usług transportowych [1].

Utrzymanie wysokiego poziomu sprawności organizacyjnej i technicznej przedsiębiorstwa transportowego zapewniającej możliwości dynamicznego dostosowania się do zaistniałych sytuacji rynkowych, wymaga zastosowania nowoczesnych koncepcji zarządzania. Zdefiniowanie metodyki postępowania w obszarze strategicznego podejścia do planowania działań, monitorowania i doskonalenia procesów zarówno tych dotyczących utrzymania odpowiedniej zdolności floty pojazdów oraz zarządzania zasobami w wielu przypadkach staje się jedynym rozwiązaniem pozwalającym na zachowanie zdolności adaptacyjnych na rynku. Uniwersalne narzędzia wspomagające zarządzanie procesami takie jak Lean Management, Lean Manufacturing, Total Productive Maintenance (TPM) czy Total Quality Management (TQM) w wielu przypadkach pozwalają na skuteczne zarządzanie np. zasobami oraz podnoszenie efektywności operacyjnej.

Zarządzanie przedsiębiorstwem transportowym w sposób zrównoważony i efektywny wymaga m.in.: identyfikowania i analizy głównych determinant kosztów eksploatacyjnych, oceny skuteczności polityki remontowej, ustandaryzowania procesów konserwacyjno-naprawczych oraz zapewnienia sprawnego funkcjonowania systemów planowania, realizacji i kontroli. Oparcie tych działań na zintegrowanym systemie zarządzania utrzymaniem ruchu, wspieranym założeniami TPM, umożliwia realny wzrost produktywności oraz redukcję strat związanych z przestojami i awariami [2].

W związku z licznymi trudnościami, na które narażone są przedsiębiorstwa transportowe, szczególnego znaczenia nabiera kwestia decyzyjności udziału przedsiębiorstw w postępowaniach przetargowych. Przetargi stanowią podstawowy mechanizm alokacji zadań przewozowych w sektorze publicznym. Na etapie weryfikacji warunków zamówienia oraz oceny zdolności jego realizacji, przedsiębiorstwo podejmuje decyzje o przystąpieniu do przetargu. Tego typu decyzja w wielu przypadkach decydować może o jego przyszłość finansowej i o poziomie wygenerowanej marży. Błędna analiza danych będących przedmiotem przetargu, która skutkować między innymi nieuwzględnienie wszystkich kluczowych czynników może prowadzić do niedoszacowania ryzyk, zawyżenia oczekiwanych przychodów lub zignorowania obszarów, generujących istotne z punktu widzenia koszty, niezbędne do poniesienia przez przedsiębiorstwo transportowe. Wystąpienie błędów na etapie analizy danych, skutkować może nie tylko problemami z realizacją usług, ale również mieć konsekwencje finansowe, włącznie z utratą rentowności czy też płynności przedsiębiorstwa.

W obliczu braku ustandaryzowanych, globalnych procedur, stanowiących formalne ramy oceny zdolności przetargowej, a także prężnie rozwijającej się branży przewozów osobowych, pojawia się wyraźna potrzeba opracowania spójnej metodyki umożliwiającej systematyczne podejście do analizy postępowań przetargowych.

Celem niniejszej rozprawy jest opracowanie kompleksowego modelu wspierającego proces podejmowania decyzji o uczestnictwie w przetargu, uwzględniającego zarówno aspekty techniczne, finansowe jak i organizacyjne. Zaproponowana metodyka ma służyć nie tylko ocenie opłacalności zamówienia, ale również identyfikacji potencjalnych zagrożeń i ograniczeń, które mogą wpłynąć na realizację kontraktu. W rezultacie wykorzystania autorskiej metody wspomagania decyzji, będącej przedmiotem niniejszej rozprawy doktorskiej możliwe będzie podejmowanie bardziej świadomych decyzji strategicznych, redukujących ryzyko utraty stabilności operacyjnej oraz niekontrolowanego wzrostu kosztów.

Zakres pracy obejmuje analizę literatury przedmiotu oraz część praktyczną. Część teoretyczna obejmować będzie przegląd i omówienie kluczowych zagadnień związanych z funkcjonowaniem rynku przewozów pasażerskich, w tym obowiązujących regulacji prawnych, wymogów rynkowych oraz zasad zarządzania przedsiębiorstwem transportowym. Ponadto scharakteryzowany zostanie również obszar dotyczący strategii oraz metod zapewnienia utrzymania ruchu taboru autobusowego na poziomie umożliwiającym realizację zaplanowanych działań operacyjnych przy minimalizacji opóźnień. Zagadnienia dotyczące zarządzania technicznymi aspektami funkcjonowania taboru stanowią bowiem kluczowy element bieżącej działalności przedsiębiorstw transportowych. W części teoretycznej

przedstawione zostaną również metody i narzędzia analizy danych, umożliwiające ocenę jakości świadczonych usług, poziomu kosztów oraz efektywności operacyjnej wybranych czynników mających bezpośredni wpływ na rentowność i poziom marżowości prowadzonych przez przedsiębiorstwo transportowe działań operacyjnych. Omawiany obszar stanowić będzie przegląd współczesnych metod analizy wskaźnikowej, które w części praktycznej rozprawy posłużą jako element autorskiej metody oceny ofert przetargowych realizacji usług transportowych.

Część praktyczna poświęcona zostanie dogłębnej analizie danych historycznych, opracowaniu i prezentacji autorskiej metodyki wspomaganie decyzji w zakresie oceny możliwości oraz opłacalności udziału przedsiębiorstwa transportowego w postępowaniach przetargowych. Opracowana koncepcja stanowić będzie nowatorskie podejście w obszarze zarządzania operacyjnego i wspomaganie decyzji na etapie składania ofert przetargowych. Skuteczność zaproponowanej metody zweryfikowana zostanie na podstawie danych historycznych pochodzących od badanego przedsiębiorstwa transportowego. Przeprowadzona analiza stanowiąca studium przypadku stanowić będzie narzędzie empirycznej weryfikacji założeń metodyki oraz punkt wyjścia do przeprowadzenia analiz nad możliwością usprawnienia procesów decyzyjnych w branży transportowej.

1. Wymogi rynku przewozów pasażerskich

Prawo transportowe stanowi wyspecjalizowaną gałąź prawa, która obejmuje przepisy odnoszące się zarówno do przemieszczania się osób, jak i do przewozów towarów przy wykorzystaniu środków transportu. Jego głównym celem jest stworzenie spójnych ram prawnych zapewniających bezpieczeństwo, sprawność oraz przejrzystość w organizacji i funkcjonowaniu transportu. Normy te mają znaczenie nie tylko dla przedsiębiorców świadczących usługi przewozowe, ale także dla pasażerów, instytucji publicznych oraz całego systemu gospodarczego, który w znacznym stopniu opiera się na sprawnym transporcie.

W polskim porządku prawnym kluczowym aktem regulującym tę sferę jest Ustawa z dnia 6 września 2001 roku o transporcie drogowym [3]. Ustawa ta określa zasady podejmowania i wykonywania działalności gospodarczej w zakresie przewozu osób oraz rzeczy, a także reguluje przejazdy drogowe wykonywane przez przedsiębiorców w ramach działalności pomocniczej. Wskazuje również na warunki prowadzenia działalności związanej z pośrednictwem w przewozie osób i rzeczy.

Regulacje ustawy obejmują zarówno transport krajowy, jak i międzynarodowy. W przypadku transportu krajowego koncentracja wymogów obejmuje działalność wykonywaną pojazdami samochodowymi zarejestrowanymi w Polsce, przy czym przejazd musi rozpoczynać się i kończyć na terytorium państwa. Transport międzynarodowy dotyczy natomiast działalności przewozowej związanej z przekroczeniem granicy Rzeczypospolitej Polskiej. Przepisy obejmują zarówno przewozy zarobkowe, jak i niezarobkowe, co oznacza, że ustawodawca traktuje kompleksowo różne formy działalności przewozowej.

Ustawa nie ogranicza się wyłącznie do zasad organizowania i wykonywania transportu, lecz reguluje również kwestie o charakterze uzupełniającym. Wśród nich należy wymienić m.in. przepisy dotyczące działania Inspekcji Transportu Drogowego, odpowiedzialności za naruszenie obowiązków przewozowych, trybu wyznaczania dworców zapewniających pomoc osobom z niepełnosprawnościami i ograniczoną mobilnością, a także szczegółowe regulacje w zakresie ochrony praw pasażerów. Dzięki temu akt ten pełni funkcję kompleksowego narzędzia prawnego, którego zadaniem jest nie tylko regulowanie działalności gospodarczej związanej z przewozami, lecz także zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa i poszanowania praw uczestników rynku transportowego.

1.1. Regulacje prawne dotyczące transportu drogowego i publicznego transportu zbiorowego

W Polsce nie ma jednego aktu prawnego, który swoim zakresem regulowałby wszystkie gałęzie transportu, a za źródła prawa krajowego uważa się [3-7]:

1. Ustawę Prawo Przewozowe z dnia 15 listopada 1984r.
2. Ustawę o Transporcie Drogowym z dnia 6 września 2001r.
3. Ustawę prawo lotnicze z dnia 3 lipca 2002r.
4. Ustawę prawo pocztowe z dnia 23 listopada 2012r.
5. Ustawę kodeks morski z dnia 18 września 2001r.

W Polsce przepisy regulujące transport drogowy są rozproszone w różnych obszarach prawa, w szczególności w prawie cywilnym oraz administracyjnym, a także w Kodeksie postępowania administracyjnego [8-9]. Zgodnie z obowiązującymi regulacjami podjęcie i wykonywanie działalności w zakresie transportu drogowego wymaga uzyskania zezwolenia na wykonywanie zawodu przewoźnika drogowego. Zasady jego udzielania zostały określone w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1071/2009 [10], a zezwolenie to wydawane jest na czas określony.

W zależności od rodzaju przewozu, stosuje się przepisy wynikające z Ustawy z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym oraz z aktów wykonawczych, takich jak Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 listopada 2023 r., w którym ujednolicono wzory zezwoleń na wykonywanie zawodu przewoźnika drogowego [11]. Dodatkowo, w związku z koniecznością egzaminowania kandydatów oraz wydawania certyfikatów kompetencji zawodowych, wprowadzono stosowne opłaty administracyjne. Ich wysokość została określona w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 6 sierpnia 2013 r. [13].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, organem właściwym do wydawania, zmiany, cofania bądź zawieszania zezwoleń na wykonywanie zawodu przewoźnika drogowego jest starosta właściwy dla siedziby przedsiębiorcy. Natomiast w sytuacji, gdy przewoźnik ubiega się o licencję wspólnotową, a nie posiada licencji krajowej, właściwym organem staje się Główny Inspektor Transportu Drogowego. W konsekwencji ustawa o transporcie drogowym pozostaje podstawowym aktem prawnym regulującym działalność przewozową na terenie Polski.

Równolegle do wspomnianej wcześniej Ustawy w prawodawstwie krajowym funkcjonuje Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym [13]. Jej pierwotnym celem było

uregulowanie podstawowych potrzeb związanych z organizacją komunikacji zbiorowej, jednak nie nakładała ona wprost na gminy i powiaty obowiązku finansowania i zapewniania dostępnych przewozów. W efekcie w wielu regionach dochodziło do wykluczenia komunikacyjnego, które ograniczało mieszkańcom dostęp do szkół, opieki zdrowotnej czy miejsc pracy. Nowelizacja ustawy, tj. a w szczególności art. 50 i 51, wprowadziły jasne zasady finansowania przewozów o charakterze użyteczności publicznej – ze środków własnych samorządów, budżetu państwa oraz wpływów z biletów. Zwłaszcza udział środków centralnych umożliwił rozwój systemów komunikacji publicznej organizowanych przez samorządy różnych szczebli.

Od 27 września 2023 roku w Polsce obowiązują równolegle dwa systemy prawne regulujące zasady wykonywania przewozów osób w transporcie autobusowym:

- Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym,
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym.

Regulacje te nie są jednak w pełni spójne. Powoduje to kolizje kompetencyjne między organizatorami transportu działającymi na podstawie ustawy o publicznym transporcie zbiorowym a przedsiębiorcami wykonującymi przewozy na gruncie ustawy o transporcie drogowym. W takich sytuacjach jednostki samorządu terytorialnego, pełniące funkcję regulatora, muszą rozstrzygać spory kompetencyjne (art. 18 ustawy o transporcie drogowym). Z kolei art. 22a ust. 1 precyzuje przesłanki odmowy wydania zezwolenia, np. wówczas, gdy przewidywane usługi drogowe mogłyby negatywnie wpłynąć na rentowność porównywalnych przewozów kolejowych.

Szczególne znaczenie w zakresie organizacji transportu mają obszary aglomeracyjne. Tam powstają związki komunikacyjne, które finansują swoje zadania z budżetów samorządowych i przekazują je wyspecjalizowanym spółkom celowym, takim jak na przykład Zarząd Transportu Zbiorowego (ZTZ). Podmioty te odpowiadają za całość komunikacji w danym obszarze, często integrując ją z transportem szynowym – koleją aglomeracyjną, tramwajami czy trolejbusami. Dysponują przy tym znacznymi środkami, sięgającymi od kilkuset milionów do nawet kilku miliardów złotych rocznie.

Inaczej wygląda sytuacja w mniejszych jednostkach samorządowych, gdzie organizacja przewozów spoczywa na powiatach i gminach. Powiat zgodnie z ustawą o samorządzie powiatowym [14] realizuje zadania z zakresu zapewnienia transportu zbiorowego w skali ponadgminnej, natomiast gmina w ramach zadań własnych [15] odpowiada za lokalny transport zbiorowy. W praktyce oznacza to, że samorządy niższego szczebla poszukują przewoźników, którym powierzają obsługę tras, sprzedaż biletów oraz opracowanie rozkładów jazdy.

Uzupełnieniem całego systemu transportowego są przewozy komercyjne, świadczone na tzw. „własne ryzyko” przewoźników. Z uwagi na niską rentowność wiele z nich jest jednak w ostatnich latach ograniczanych bądź likwidowanych.

Należy zaznaczyć, że w prawodawstwie Unii Europejskiej brak jest jednolitych regulacji dotyczących zasad organizacji publicznego transportu zbiorowego. Obowiązujące Rozporządzenie (WE) nr 1370/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. odnosi się przede wszystkim do usług publicznych w zakresie kolejowego i drogowego transportu pasażerskiego, zastępując wcześniejsze przepisy Rady (EWG) nr 1191/69 oraz nr 1107/70.

1.2. Zasady funkcjonowania rynku przewozów pasażerskich

Wymogi formalne w zakresie przewozów pasażerskich są określone na poziomie zamawiającego. Obecnie występują dwa rodzaje zamawiających:

- firmy prywatne np. Biura Podróży – organizując wycieczki i turystykę oraz Przedsiębiorstwa – organizujące przewozy pracownicze.
- Jednostki samorządu terytorialnego.

Jednostki samorządu terytorialnego (JST) określają swoje wymagania przewozowe w Planie Transportowym, który jest obligatoryjnym aktem wykonawczym ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o Publicznym Transporcie Zbiorowym (PTZ). Rozwój tego obszaru jest priorytetem w polityce transportowej Unii Europejskiej, który ma na celu wyeliminowanie emisji dwutlenku węgla, zjawisk zakorkowanych miast i poprawę warunków życia w aglomeracjach. W związku z tym zostało wprowadzone pojęcie przewozów o charakterze użyteczności publicznej z finansowaniem w postaci rekompensaty, stanowi ono narzędzie, w którym Organizator ma za zadanie zarządzać rynkiem przewozów osób.

W świetle obowiązujących przepisów organizatorem przewozów pasażerskich w kraju jest:

- Gmina - w gminnych przewozach pasażerskich.
- Starosta - w powiatowych przewozach pasażerskich.
- Wojewoda - w wojewódzkich przewozach pasażerskich.
- Minister - w krajowych przewozach pasażerskich.
- Związek - w ramach przewozów powierzonych przez JST.

Nie wszyscy organizatorzy lokalnego transportu publicznego mają obowiązek uchwalenia planu transportowego. Obowiązek taki dotyczy gminy liczącej co najmniej 50 tys.

mieszkańców, a gdy występuje porozumienie między gminami przekazuje się jednej z nich zadanie organizacji PTZ – obowiązek występuje, gdy gminy objęte porozumieniem liczą co najmniej 80 tys. mieszkańców.

W przypadku powiatu, obowiązek dotyczy JST liczących powyżej 80 tys. mieszkańców lub 120 tys. w przypadku powiatów objętych porozumieniem. Plan transportowy mają obowiązek posiadać wszystkie województwa. Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym wymaga, aby zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju, plan transportowy był powiązany z dokumentami strategicznymi określającymi politykę unijną, krajową i województwa w zakresie transportu, planowania przestrzennego, ochrony środowiska, rozwoju lokalnego oraz potrzeb osób niepełnosprawnych i o ograniczonej mobilności. Wymaga się także, aby ustalenia planu transportowego uwzględniały tło lokalnych uwarunkowań społeczno-gospodarczych. Zjawiska te mają wpływ na charakter i funkcjonowanie systemu publicznego transportu zbiorowego oraz jego zmiany w najbliższej przyszłości. Z ustawy wynikają następujące cele planu:

- Określenie obszaru funkcjonowania sieci komunikacyjnej, na którym jest planowane wykonywanie przewozów o charakterze użyteczności publicznej.
- Ocena potrzeb przewozowych mieszkańców.
- Wykazanie źródeł finansowania PTZ na obszarze organizatora.
- Opis organizacji PTZ na danym obszarze, z uwzględnieniem możliwości wyboru przez podróżnych różnych środków transportu.
- Sformułowanie zasad organizacji PTZ.
- Wskazanie pożądanego standardu usług, z uwzględnieniem takich czynników jak m.in. dostępność do infrastruktury przystankowej, rozwój systemów informacji pasażerskiej, dostępność pojazdów PTZ dla osób niepełnosprawnych.
- Określenie kierunków rozwoju PTZ z uwzględnieniem takich czynników jak m.in. miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, potrzeby wynikające ze specyfiki właściwego obszaru, działania związane z ochroną środowiska naturalnego, rentowność komunikacji publicznej.

Plan ma na celu zrównoważenie transportu publicznego na danym obszarze oraz realizację następujących zadań:

- Świadczenie usług PTZ w taki sposób, aby tworzyły konkurencję i alternatywę dla motoryzacji indywidualnej.

- Integrację PTZ, tak aby stworzyć spójną ofertę z udziałem różnych form transportu, w tym transportu kolejowego.
- Ograniczanie negatywnego wpływu transportu na środowisko.
- Zapewnienie dostępności do usług PTZ, dla wszystkich potencjalnych klientów w tym niepełnosprawnych.
- Poprawę bezpieczeństwa w transporcie poprzez zmniejszenie liczby wypadków drogowych.

Spełnienie wymogów formalnych przez przedsiębiorstwo transportowe stanowi warunek niezbędny do udziału w rynku przewozów oraz świadczenia usług przewozowych na zasadach komercyjnych postępowania przetargowego. Analiza danych, dotyczących postępowań przetargowych, mających miejsce w przeszłości, pozwala zidentyfikować kryteria krytyczne tj. decydujące o wyborze wykonawcy w zależności od charakteru przewozów:

- Przewozy gminne - podstawowym kryterium wyboru w przypadku postępowań gminnych jest cena usługi. Dodatkowo uwzględniane są aspekty techniczne i funkcjonalne, takie jak liczba miejsc siedzących w pojeździe, rok produkcji autobusu, spełnianie norm emisji spalin, poziom komfortu podróży oraz możliwość dostosowania identyfikacji wizualnej pojazdu do wymagań zamawiającego.
- Przewozy turystyczne – w przewozach turystycznych priorytet przy wyborze operatora mają parametry techniczne i eksploatacyjne pojazdów, stan techniczny autobusu, wyposażenie w systemy komfortu podróży, takie jak nagłośnienie czy toaleta, a także liczba miejsc siedzących.
- Przewozy miejskie - realizowane w aglomeracjach lub większych miastach, wymagają pojazdów nowoczesnych i dostosowanych do intensywnego ruchu pasażerskiego. W zależności od wymagań organizatora transportu, autobusy muszą posiadać niską podłogę, odpowiednią liczbę drzwi, spełniać obowiązujące normy emisji spalin (Euro 6 lub pojazdy zeroemisyjne) oraz być wyposażone w systemy elektroniczne. Standardowym wymaganiem jest również uwzględnienie ułatwień dla osób niepełnosprawnych, dostosowanie kolorystyki pojazdów do wymogów organizatora itp.

W przypadku przewozów realizowanych na tzw. „własne ryzyko” przedsiębiorca transportowy ponosi pełną odpowiedzialność finansową i operacyjną za realizowane kursy, wykonując usługi transportowe na własny koszt i ryzyko.

1.3. Znaczenie przetargów na realizację usług przewozowych dla przedsiębiorstwa transportowego

Jednym z podstawowych źródeł uzyskiwania przychodu przez przedsiębiorstwa transportowe jest pozyskiwanie zleceń publicznych na realizację usług transportowych. Poprzez udział w postępowaniach przetargowych o udzielenie zamówienia publicznego firmy przewozowe uzyskują dostęp do kluczowych kontraktów a zarazem uzyskanie przychodu co determinuje ich sytuację finansową. W warunkach silnie konkurencyjnego rynku, gdzie przewozy o charakterze użyteczności publicznej są regulowane i finansowane przez jednostki samorządu terytorialnego, udział w przetargach jest fundamentalną formą pozyskiwania zleceń transportowych. Proces związany z przystąpieniem do przetargu oraz poprzedzające działania w zakresie analizy możliwości realizacji danego zlecenia będącego przedmiotem przetargu wymagają nie tylko spełnienia warunków formalnych, lecz także umiejętności analizy ekonomicznej i właściwego planowania operacyjnego.

Przetarg jest procedurą, w której zamawiający wykonuje zestawienie ofert różnych przewoźników, kierując się określonymi kryteriami, do których zaliczyć można między innymi: cenę świadczonej usługi w czasie trwania realizacji zlecenia przetargowego, standard techniczny pojazdów, efektywność energetyczna, parametry eksploatacyjne, wskaźniki emisji spalin czy na przykład poziom wyposażenia autobusów [16].

Poprzez zrealizowanie procedury przetargowej możliwe jest wyłonienie operatora, który zapewni realizację usług na odpowiednim poziomie jakościowym i ekonomicznym, przy jednocześnie zaproponowanych najlepszych warunkach, zazwyczaj finansowych. Postępowanie przetargowe pełni jednocześnie funkcję narzędzia regulacyjnego umożliwiającego racjonalizację wydatków publicznych oraz poprawę funkcjonowania lokalnego transportu zbiorowego [17].

W procesie analizy ofert przetargowych dla przedsiębiorstwa transportowego kluczowe jest właściwe prawidłowe przygotowanie się do udziału w przetargu w zakresie analizy własnych zdolności operacyjnych. Zazwyczaj proces analizy ofert przetargowych, którego skutkiem jest podjęcie decyzji o ewentualnym przystąpieniu do przetargu obejmuje analizę dokumentacji postępowania, ocenę wymaganych parametrów technicznych taboru, określenie kosztów operacyjnych, weryfikację dostępności i stanu technicznego floty, oszacowanie zaplecza technicznego oraz możliwości kadrowych.

Prawidłowa analiza pozwala określić, czy przetarg jest dla przedsiębiorstwa opłacalny, a proponowana oferta realna do wykonania. Nieprawidłowe założenia będące podstawą przeprowadzonej analizy mogą prowadzić do krytycznych problemów przedsiębiorstwa zwłaszcza w przypadku długoterminowych kontraktów, stanowiących fundament działalności przedsiębiorstwa transportowego [18].

W związku z powyższym, niezwykle istotne staje się precyzyjne określenie rzeczywistych zdolności operacyjnych przedsiębiorstwa, w tym przede wszystkim możliwości w zakresie utrzymania ciągłości ruchu i zapewnienia pełnej sprawności taboru w całym okresie obowiązywania umowy przetargowej. Ocena ta powinna obejmować zarówno przewidywaną intensywność eksploatacji pojazdów, jak i zdolność zaplecza technicznego do realizacji niezbędnych przeglądów, napraw oraz działań prewencyjnych. Właściwa tj. zgodna z rzeczywistością identyfikacja zdolności operacyjnych stanowi fundament bezpiecznego i efektywnego funkcjonowania przedsiębiorstwa w ramach realizowanych zadań przewozowych.

2. Koncepcje i strategie zarządzanie przedsiębiorstwem transportowym w aspekcie utrzymania ruchu

Opracowanie strategii firmy transportowej powinno być poprzedzone wykonaniem analizy strategicznej przedsiębiorstwa. Jest to analiza jego pozycji w jego konkurencyjnym otoczeniu. Umożliwia ona określenie potencjalnych kierunków rozwoju i cele jego przyszłego funkcjonowania. Podstawowym celem analizy strategicznej jest potwierdzenie dotychczas realizowanych działalności oraz potwierdzenie przyjętych celów funkcjonowania. Stwierdza się, czy podstawowe dziedziny analizy strategicznej dotyczą między innymi silnych i słabych stron przedsiębiorstwa, pozycji przedsiębiorstwa w odniesieniu do konkurencji, stosowanej strategii oraz przewidywanej strategii konkurencyjnej. Przykładem narzędzia tego typu analizy może być analiza SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) [19-21]. Wyniki uzyskane na podstawie analizy strategicznej SWOT uzupełniane są często analizą specyficznych wskaźników ekonomiczno-finansowych, analizą wyników finansowych ale również bilansu. Taki sposób podejścia do strategii firmy odpowiedni jest dla istoty formułowania strategii konkurencji, czyli odniesienia przedsiębiorstwa do jego otoczenia [22]. Analiza literatury przedmiotu [23-25] wskazuje na cztery różne strategie będące wynikiem zestawu czynników wewnętrznych (słabe i mocne strony) z czynnikami zewnętrznymi (szanse i zagrożenia):

1. Strategia agresywna – przewaga silnych stron i szans co pozwala na silną ekspansję jak i dywersyfikację działalności. Strategia zakłada wzmocnienie pozycji firmy na rynku, potrzebę wypełnienia wszelakich możliwości jak również koncentrację posiadanych zasobów na konkurencyjnych usługach.
2. Strategia konserwatywna – przewaga silnych stron oraz zagrożeń płynących z otoczenia. Strategia ta wskazuje na potrzebę wykorzystania mocnych stron firmy do przeciwdziałania zagrożeniom. Główne działania w ramach tej strategii to najczęściej segmentacja rynku, selekcja świadczonych usług, rozwijanie nowych usług szczególnie tych konkurencyjnych, redukcja kosztów itp.
3. Strategia konkurencyjna – budowana jest mając na względzie szanse płynące z otoczenia i słabości zidentyfikowane w firmie. Działania zalecane w ramach tej strategii to maksymalne wykorzystanie szans przy jednoczesnym likwidowaniu słabych stron firmy. W strategii tej działania należy skoncentrować na redukcji kosztów, zwiększeniu produktywności, poszerzenia oferty świadczonych usług, dążenia do powiększania zasobów finansowych itp.
4. Strategia defensywna – to strategia z którą mamy do czynienia w przypadku gdy w przedsiębiorstwie przeważają słabe strony a jednocześnie w otoczeniu mamy do czynienia głównie z zagrożeniami. Taki układ może doprowadzić do likwidacji firmy bądź połączenia z inną. Następuje więc sukcesywne wycofywanie się z rynku, redukowanie kosztów jak również wstrzymywanie procesu inwestowania.

Wybór określonej strategii przez firmę powinien być zbieżny z celami podstawowymi wybranymi przez przedsiębiorstwo i uwzględniających jego specyfikę. Zakłada się, że w przypadku przedsiębiorstwa transportowego wybór strategii powinien być ukierunkowany na strategię konkurencyjną bądź konserwatywną. Podczas planowania strategii, należy też brać pod uwagę określone zalecane zasady postępowania, do których zaliczyć można między innymi:

- działanie szybkie i zdecydowane,
- dbałość o klienta, jego satysfakcję i budowanie lojalności,
- zachowanie autonomii decyzji i działań,
- traktowanie ludzi jako najbardziej efektywnego zasobu firmy,
- poszukiwanie kompromisu pomiędzy stopniem swobody, a dyscypliną,
- umiejętność zbudowania struktury organizacyjnej zwłaszcza układu zarządu,
- koncentracja na wartościach,

- koncentracja zasobów firmy i profilu na działaniach, które przynoszą największy efekt i są przez firmę najbardziej opanowane.

Wpływ na działalność operacyjną przedsiębiorstwa posiada również przyjęta strategia w obszarze eksploatacji środków technicznych i infrastruktury. W tym przypadku strategia ta jest ukierunkowana na utrzymanie niezbędnych zasobów technicznych umożliwiających zapewnienie planowego wytwarzania produktów lub świadczenia usług [26]. Pracujące urządzenia lub eksploatowane środki techniczne ulegają naturalnemu zużyciu jak również ulegają awariom, jest to zależne od wielu czynników m.in. sposobu eksploatacji, częstotliwości eksploatacji czy wielkości obciążenia. W tego typu strategii można spotkać kilka modeli jej funkcjonowania, w zależności od specyfiki przedsiębiorstwa, w tym oparte na zasobach technicznych czy na efektywności ekonomicznej, a także na modelu niezawodności [27].

W pierwszym ze wskazanych modeli dąży się do zapewnienia jak najdłuższego czasu eksploatacji pomiędzy okresami remontowymi, natomiast w modelu ekonomicznym skupia się nad minimalizacją kosztów eksploatacji. Model niezawodności opiera się na kolekcjonowanych danych, w oparciu, o które jest możliwe diagnozowanie stanu technicznego obiektu.

Istotna w przedsiębiorstwie jest dostępność maszyn i urządzeń, dobrze zaplanowane i zrealizowane utrzymanie ruchu minimalizuje ryzyko awarii, co prowadzi do mniejszej liczby przestojów.

Strategia utrzymania ruchu w przedsiębiorstwie to zbiór zasad i rodzaj postępowania w odniesieniu do maszyn i urządzeń, w wyniku którego sprawność systemu utrzymania ruchu zostaje zachowana. Tworzenie strategii wymaga więc gruntownej wiedzy teoretycznej oraz praktycznej i umiejętności wykorzystywania teorii w praktyce i odwrotnie, wzbogacenia teorii o nowe doświadczenia zdobyte empirycznie w praktyce [28].

2.1. Organizacja i utrzymanie zaplecza technicznego w przedsiębiorstwie

Prawidłowa organizacja zaplecza technicznego stanowi kluczowy element działalności każdego przedsiębiorstwa, w szczególności w sektorze transportowym i produkcyjnym. Jej zasadniczym celem jest zapewnienie sprawnej obsługi całego procesu eksploatacyjnego przy jednoczesnym dążeniu do minimalizacji udziału kosztów materiałowych w ogólnych kosztach wytwarzania.

Do podstawowych czynników warunkujących efektywną i oszczędną gospodarkę materiałową w przedsiębiorstwie transportowym zalicza się [29-38]:

1. Czynniki organizacyjny – obejmujący zarządzanie na wszystkich etapach procesu, począwszy od planowania, poprzez organizowanie i kontrolę napraw pojazdów, aż po zarządzanie gospodarką materiałową, magazynową oraz obiegiem dokumentacji.
2. Czynniki techniczny – dotyczący realizacji napraw i przeglądów technicznych, jak również właściwego doboru wyposażenia warsztatowego i serwisowego.
3. Czynniki ekonomiczny, w tym: organizacja zamówień materiałów eksploatacyjnych i części zamiennych, analiza poziomu cen oryginałów i zamienników oraz preferowanie produktów wysokiej jakości, promowanie działań zespołowych sprzyjających minimalizacji strat i poprawa organizacji pracy w przedsiębiorstwie.

Utrzymanie wysokich standardów technicznych środków transportu wymaga dysponowania nowoczesną bazą techniczną, zapewniającą bieżącą obsługę pojazdów oraz wykwalifikowaną kadrą pracowniczą. W tym kontekście przedsiębiorstwo stoi przed decyzją strategiczną: utrzymywać własne zasoby techniczne, bądź też skorzystać z outsourcingu usług serwisowych. Pierwsze rozwiązanie zapewnia stały dostęp do obsługi planowej i doraźnej, lecz obarczone jest wysokimi kosztami utrzymania zasobów infrastruktury. Alternatywą jest outsourcing, który może cechować się niższymi kosztami operacyjnymi, ale w przypadku transportu pasażerskiego istotnym ograniczeniem pozostaje czas realizacji usług.

W praktyce przedsiębiorstwa transportowe stosują system utrzymania ruchu (SUR) tj. dział zapewniający ciągłość i niezawodność posiadanych zasobów transportowych. Prawidłowo wdrożony system utrzymania ruchu umożliwia ustandaryzowaną realizację wszystkich niezbędnych czynności obsługowych, konserwacyjnych i remontowych. Obejmuje on kompleks działań technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych, ukierunkowanych na utrzymanie środków trwałych w stanie pełnej gotowości do wykonywania przypisanych im funkcji. Podstawowymi celami tego systemu są: racjonalne wykorzystanie wiedzy technicznej, planowanie i realizacja zabiegów konserwacyjno-remontowych pozwalających opóźnić proces zużycia fizycznego i ekonomicznego, planowanie oraz wykonywanie remontów i inwestycji odtworzeniowych likwidujących narastające zużycie.

Efektywność działań SUR zależy od właściwej organizacji służb konserwacyjno-remontowych, a ich głównymi zadaniami są [39]:

- wydłużenie czasu eksploatacji środków technicznych przy zachowaniu wymogów jakościowych,
- utrzymanie środków trwałych w pełnej gotowości eksploatacyjnej,

- racjonalne wykorzystanie zdolności produkcyjnych przy minimalizacji nakładów finansowych.

Procesy zużycia jest naturalnym zjawiskiem mechanicznym, które należy rozpatrywać w dwóch wymiarach. Zużycie obniża wartość użytkową środków technicznych i wynika z ich normalnej eksploatacji, oddziaływania czynników zewnętrznych (temperatura, tarcie, obciążenia). Może ono mieć charakter stopniowy lub nagły, w tym drugim przypadku spowodowane jest awariami bądź błędami eksploatacyjnymi pracowników. Zużycie ekonomiczne natomiast wiąże się z utratą wartości wymiernej środka trwałego na skutek czynników rynkowych, takich jak spadek cen odnowy maszyn czy pojawienie się na rynku nowszych, bardziej wydajnych technologii. Oba rodzaje prowadzą do powstania tzw. zużycia całkowitego, prowadzącego do wyłączenia środka technicznego z eksploatacji.

Ze względu na złożoną strukturę systemy utrzymania ruchu zalicza się do systemów kompleksowych, w których występują liczne problemy organizacyjne, takie jak: tworzenie i doskonalenie struktur zarządzania, opracowanie zestawu reguł umożliwiających systematyczne podejmowanie decyzji operacyjnych czy dostosowywanie systemu do dynamicznych zmian w otoczeniu przedsiębiorstwa. Trudności wynikają m.in. z konieczności planowania harmonogramów remontów, synchronizacji dostaw części zamiennych, zapewnienia odpowiedniego poziomu zapasów, właściwego doboru narzędzi, czy też alokacji pracowników o różnych specjalizacjach.

Zmiany zachodzące w wyposażeniu technicznym przedsiębiorstw, wynikające z postępu technologicznego i przyczyniają się do sukcesywnej utraty wartości użytkowej obiektów. Wzrastająca liczba nowoczesnych maszyn o wysokiej wydajności wymusza konieczność dostosowywania SUR do nowych wymagań w zakresie niezawodności. Szczęólnego znaczenia nabiera planowanie remontów, ich przygotowanie i organizacja. SUR powinien zabezpieczać niezawodność funkcjonowania maszyn i urządzeń, nie tylko w odniesieniu do poszczególnych obiektów, lecz przede wszystkim całego systemu produkcyjnego.

System utrzymania ruchu obejmuje podsystemy dotyczące [40]:

- planowania remontów,
- organizację remontów,
- wykonawstwo,
- regenerację części,
- zaopatrzenie,
- naprawy,

- eksploatację.

Podsystemy te pozostają ze sobą w ścisłej korelacji, wymieniając informacje o stanie technicznym i potrzebach remontowych. Szczególną rolę odgrywa podsystem planowania, który musi uwzględniać zmienność procesów w przedsiębiorstwie i adaptować elastyczne strategie remontowe (periodyczne, sekwencyjne, inspekcyjne, prewencyjne).

Współczesne procesy produkcyjne, charakteryzujące się wysokim stopniem automatyzacji i robotyzacji, stawiają nowe wymagania wobec polityki konserwacyjno-remontowej. Jej celem jest maksymalizacja żywotności maszyn, ograniczanie przestojów oraz optymalne wykorzystanie parku maszynowego. Szczególną rolę odgrywa system planowo-zapobiegawczy remontów, opierający się na cykliczności zabiegów konserwacyjnych i remontowych, które umożliwiają kontrolę tempa zużycia i zapobiegają niespodziewanym awariom.

System planowo-zapobiegawczy remontów obejmuje [40-43]:

- Konserwację – obejmującą zabiegi opóźniające zużycie fizyczne części, czyszczenie, smarowanie i podstawowe czynności obsługi.
- Przeglądy okresowe – realizowane zgodnie z harmonogramem, w czasie przerw eksploatacyjnych, obejmujące diagnostykę, regulacje i drobne naprawy.
- Remonty bieżące – o ograniczonym zakresie rzeczowym, polegające na wymianie zużytych elementów w celu przywrócenia sprawności użytkowej.
- Remonty średnie – obejmujące naprawy istotniejszych podzespołów oraz prace przygotowawcze i regulacyjne, pozwalające na poprawę eksploatacji obiektu między remontami.
- Remonty kapitalne – o najszerszym zakresie, polegające na pełnym demontażu i naprawie maszyny, często połączone z modernizacją. Celem jest przywrócenie parametrów technicznych odpowiadających nowej maszynie.

Odpowiednio zaplanowane prace konserwacyjno-remontowe, przeglądy i modernizacje stanowią podstawowy czynnik zapewniający niezawodność i długi czas eksploatacji. Ich celem jest nie tylko utrzymanie sprawności technicznej, lecz również eliminacja potencjalnych awarii i minimalizacja strat wynikających z przestojów [44,45].

2.2. Planowanie i organizacja prac remontowych taboru

W systemie remontów proces planowania oparty jest na uprzednio omówionych normatywach oraz właściwościach techniczno-ekonomicznych środków trwałych. Wskaźniki stosowane przy planowaniu określone są w zależności od specyfiki i parametrów technicznych poszczególnych obiektów. Skuteczność tego procesu zależy w dużej mierze od zgromadzenia oraz uporządkowania bazy normatywnej i zbioru różnorodnych danych technicznych, eksploatacyjnych i ekonomicznych. Ułatwia to opracowanie planów remontowych, podnosi poziom przygotowania technicznego, a w konsekwencji poprawia efektywność realizowanych działań konserwacyjno-remontowych.

Zadania związane z planowaniem, podobnie jak wszystkie działania konserwacyjne i remontowe, rozłożone są zarówno pomiędzy służby remontowe, jak i jednostki odpowiedzialne za realizację procesów produkcyjnych czy usługowych (w tym transportowych). Służby produkcyjne w poszczególnych komórkach organizacyjnych przygotowują miesięczne lub roczne plany przeglądów i remontów, z wyjątkiem remontów kapitalnych. Natomiast służby remontowe opracowują szczegółowe plany działań konserwacyjno-remontowych, obejmujące:

- plan czynności konserwacyjno-remontowych,
- zestawienie pracochłonności dotyczących czynności konserwacyjno-remontowych,
- kosztorys remontów,
- zestawienie materiałów i części zamiennych niezbędnych do realizacji prac,
- wykaz ilościowy przestojów remontowych,
- harmonogram czasokresów przestojów remontowych.

Oprócz powyższych działań opracowywane są również plany działalności służb konserwacyjno-remontowych. Mając na uwadze, można stwierdzić, że planowanie remontów sprowadza się do określenia rodzaju, zakresu i terminu przewidzianych do realizacji prac. Pozwala to nie tylko na precyzyjne oszacowanie nakładów finansowych, lecz także na optymalizację wykorzystania czasu pracy poszczególnych maszyn i urządzeń.

Warunkiem efektywnego planowania jest ścisła koordynacja planów remontów z planami produkcyjnymi przedsiębiorstwa oraz uwzględnienie struktury jego organizacji produkcji. W strukturze technologicznej możliwe jest stosunkowo łatwe zastąpienie obiektu poddawanego remontowi innym, natomiast w strukturze przedmiotowej wyłączenie jednego elementu może spowodować przerwanie pracy całego systemu lub znaczne ograniczenie jego funkcjonowania. W procesach produkcyjnych istnieje możliwość stosowania wyprzedzeń, które pozwalają

zapobiegać zakłóceniom ciągłości, natomiast w przypadku usług, zwłaszcza transportowych, takie rozwiązanie jest znacznie trudniejsze. Z tego powodu, aby zminimalizować ryzyko przestoju, stosuje się następujące rozwiązania [39]:

- wprowadzanie urządzeń zastępczych umożliwiających realizację zadań w okresie remontu,
- wykonywanie prostych i krótkoterminowych prac remontowych w czasie krótkich przerw w pracy,
- przeprowadzanie największego zakresu remontów w okresach przerw urlopowych,
- korzystanie z usług kooperacyjnych innych przedsiębiorstw.

Precyzyjne opracowanie planów remontowych umożliwia maksymalne wykorzystanie czasu pracy maszyn i urządzeń oraz minimalizację przestoju wynikających z konieczności przeprowadzenia prac remontowych. Najogólniej rzecz ujmując, planowanie remontów polega na formułowaniu zadań i przypisywaniu ich do realizacji określonym jednostkom remontowym, co w dalszej kolejności pozwala na dokładną ocenę jakości i efektywności wykonanych zadań [46].

Dla stworzenia sprawnego systemu planowania prac konserwacyjno-remontowych konieczne jest przyjęcie odpowiednich rozwiązań w zakresie organizacji remontów. W praktyce gospodarczej wyróżnia się trzy podstawowe warianty realizacji remontów [44]:

- remonty wykonywane bezpośrednio w przedsiębiorstwach eksploatujących dane obiekty,
- remonty wykonywane zgodnie z zaleceniami producentów określonych maszyn i urządzeń,
- remonty realizowane w wyspecjalizowanych zakładach remontowych.

Wybór jednego z wariantów uzależniony jest od rodzaju posiadanego parku maszynowego, stopnia jego złożoności oraz dostępności odpowiednio wykwalifikowanej kadry w służbach konserwacyjno-remontowych.

2.3. Kompleksowe zarządzanie jakością w aspekcie zarządzania przedsiębiorstwem transportowym

Jednym z nowoczesnych rozwiązań w zakresie podnoszenia konkurencyjności przedsiębiorstw, w tym również zajmujących się transportem jest Kompleksowe Zarządzanie Jakością (ang. Total Quality Management – TQM [45-48]). Koncepcja ta znajduje szerokie

zastosowanie we współczesnych organizacjach, które, dążąc do osiągnięcia, a następnie utrzymania silnej pozycji rynkowej, koncentrują swoje działania przede wszystkim na spełnianiu wymagań klientów [48].

To właśnie klienci formułują coraz bardziej rygorystyczne, najczęściej wysokie oczekiwania jakościowe. Współczesny odbiorca inaczej postrzega jakość niż jeszcze kilka dekad temu oznacza to, że inne cechy produktu lub usługi stanowią dla niego realną wartość. Uwagę zwracają dziś takie atrybuty, jak: estetyka, bezpieczeństwo użytkowania, energooszczędność, ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko, łatwy dostęp do materiałów eksploatacyjnych i części zamiennych, a także trwałość, niezawodność, łatwość konserwacji czy stopień skomplikowania obsługi. Tym samym o konkurencyjności i atrakcyjności produktu decydują nie tylko jego parametry techniczne czy cena, lecz również poziom kompetencji i kwalifikacji pracowników – na przykład świadczących usługi remontowe – oraz jakość relacji z dostawcami i kooperantami. Klienci oczekują również nowego standardu obsługi serwisowej, obejmującego m.in. próbną eksploatację, wsparcie przy montażu i uruchomieniu, a także pomoc w zakresie eksploatacji oraz utylizacji odpadów [49].

Kompleksowe Zarządzanie Jakością jest sposobem zarządzania ukierunkowanym na poprawę efektywności, skuteczności i konkurencyjności prowadzenia działalności jako całości. Stanowi ono syntezę amerykańskiego podejścia do zarządzania, japońskiej kultury organizacyjnej oraz tradycyjnego europejskiego rzemiosła. TQM można traktować jako unikalny system, w którym troska o rentowność przedsiębiorstwa łączy się z dbałością o stosunki międzyludzkie wewnątrz organizacji oraz w jej otoczeniu [50]. Kluczowe znaczenie ma tu postrzeganie jakości jako procesu ciągłego i kompleksowego doskonalenia całej organizacji, przy jednoczesnym uwzględnieniu potrzeb i oczekiwań klienta zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego. Zwraca się również uwagę na rolę dostawców jako istotnego ogniwa w tworzeniu łańcucha wartości dla klienta [51].

Współczesne przedsiębiorstwa muszą dysponować systemem, który zapewni osiągnięcie pożądanego poziomu jakości produktu lub, w przypadku usług, odpowiedniego standardu ich świadczenia. Z tego powodu rozwinięto koncepcję systemu powszechnej jakości, opartego na kompleksowym wdrażaniu i sterowaniu procesami jakościowymi, czyli tzw. Kompleksowe Zarządzanie Jakością. Literatura przedmiotu przedstawia szeroki katalog zasad, założeń i celów projakościowego zarządzania [49]. Oakland wskazuje na konieczność, aby każdy pracownik znał swojego klienta – zarówno wewnętrznego, jak i zewnętrznego. Z kolei Zink K.J. akcentuje potrzebę przestrzegania dwóch fundamentalnych zasad:

- po pierwsze, jakość stanowi główny cel przedsiębiorstwa i zadanie każdego pracownika,
- po drugie, jakość należy postrzegać jako proces zapobiegania powstawaniu wad, a nie jedynie ich wykrywania.

Szerokie i zróżnicowane podejście do problematyki jakości wypracowali również Deming, Juran, Crosby i inni autorzy. Deming sformułował 14 punktów odnoszących się do potrzeby stałego doskonalenia jakości, Juran wskazał na konieczność przestrzegania zasad planowania jakości, opracowując 10 kroków oraz 9 wskazówek wspomagających ten proces. Natomiast Crosby zaproponował 14 etapów, które uznał za kluczowe w doskonaleniu jakości.

Kolejnym elementem wspierającym system zarządzania jakością w przedsiębiorstwie jest system ISO, który w dużej mierze opiera się na dokumentacji, umożliwiającej uporządkowanie i ujednolicenie procedur w ramach przyjętego systemu jakości. Model systemu ISO przedstawiany jest w formie piramidy. Na poziomie strategicznym znajduje się Księga Jakości, zawierająca politykę jakości, cele, strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa oraz opis systemu zapewniania jakości. Na poziomie taktycznym umieszcza się procedury uszczegóławiające zapisy Księgi Jakości. Z kolei poziom operacyjny obejmuje szczegółowe instrukcje opisujące działania zarówno pracowników bezpośrednio produkcyjnych, jak i administracyjnych [53]. W literaturze spotyka się różne tłumaczenia terminu TQM, takie jak: „zarządzanie przez jakość”, „totalne zarządzanie jakością”, „kompleksowe zarządzanie jakością” czy rzadziej „powszechne zarządzanie jakością”. Podejście to opiera się na założeniu, że finalna jakość wyrobu gotowego bądź usługi, w tym także usługi remontowej, zależy od większości procesów realizowanych w przedsiębiorstwie. Dotyczy to zarówno procesów technicznego przygotowania produkcji (konstrukcyjnego, technologicznego i organizacyjnego), procesów wytwarzania, jak i procesów zarządzania. Także procesy remontowe wpisują się w tę koncepcję, gdyż ich celem jest osiągnięcie satysfakcji klienta, zadowolenia pracowników, generowanie zysku przez przedsiębiorstwo, a w konsekwencji zwiększenie efektywności, konkurencyjności oraz elastyczności organizacji [54].

Przewaga konkurencyjna przedsiębiorstwa nad rywalami rynkowymi może przejawiać się m.in. w niższych kosztach i cenach, unikatowości i oryginalności produktu, wysokim poziomie obsługi klienta, sprawnej organizacji sprzedaży, elastycznym dostosowaniu oferty do specyfiki poszczególnych segmentów rynku, a także w wyspecjalizowanej ofercie produktów i usług o nowoczesnych parametrach jakościowych [55]. Można więc stwierdzić, że TQM stanowi sposób zarządzania organizacją zorientowany na jakość, oparty na zaangażowaniu wszystkich członków organizacji i ukierunkowany na osiągnięcie

długofalowego sukcesu poprzez satysfakcję klientów oraz korzyści dla całego zespołu organizacyjnego [56].

Założenia TQM, wdrażane w przedsiębiorstwach, mogą być odnoszone także do organizacji systemu utrzymania ruchu. Obejmują one następujące kwestie [53]:

- jakość musi być postrzegana przez klientów,
- jakość powinna być odzwierciedlona w każdym działaniu przedsiębiorstwa,
- jakość wymaga zaangażowania wszystkich pracowników,
- jakość wymaga wysokiej jakości kooperantów,
- jakość zawsze można podnosić,
- jakość nie musi wiązać się z wyższymi kosztami,
- jakość jest konieczna, choć może być niewystarczająca,
- poprawa jakości nie uratuje produktu o niskiej wartości.

Zarządzanie przez jakość należy postrzegać jako zbiorowy wysiłek organizacji, zorientowany na ciągłe doskonalenie i prowadzący do osiągnięcia najwyższych efektów we wszystkich podejmowanych decyzjach oraz działaniach [57]. Wdrożenie TQM w praktyce gospodarczej wymaga stosowania zasady „zera defektów”, zasady ciągłego doskonalenia oraz zasady unikania błędów.

Obecnie, nie tylko na rynku transportowym, ale również w innych sektorach gospodarki, potwierdza się teza, iż dla skutecznego funkcjonowania przedsiębiorstwo musi konsekwentnie dążyć do ciągłego doskonalenia swojej działalności. Może to realizować poprzez zastosowanie szerokiego wachlarza koncepcji i metod wspomagających proces rozwojowy. Doświadczenia praktyki gospodarczej wskazują, że nieodzowne staje się stosowanie innowacyjnych narzędzi w postaci nowoczesnych technik i metod zarządzania. Szeroka oferta tych narzędzi pozwala na wybór rozwiązań najlepiej dostosowanych do strategii rozwojowej przedsiębiorstwa [53].

Do narzędzi wspierających koncepcję TQM zaliczyć można m.in.: cykl Deminga (PDCA), często przyjmujący postać formuły SDCA (Standardize, Do, Check, Act), karty kontrolne, diagram Ishikawy, histogramy, wykresy kontrolne, metodę 20/80, analizy ABC/XYZ czy technikę „5 Why” [58-67].

2.4. Total Productive Maintenance

Historia koncepcji Total Productive Maintenance (TPM) nierozzerwalnie związana jest z Japonią, choć pierwsze systemowe działania usprawniające funkcjonowanie parku

maszynowego pojawiły się w Stanach Zjednoczonych już na początku XX wieku. W miarę jak maszyny stawały się coraz bardziej skomplikowane, w przedsiębiorstwach amerykańskich wyodrębniono specjalistyczny dział odpowiedzialny za usuwanie awarii oraz realizację zadań konserwacyjnych i prewencyjnych (ang. Productive Maintenance – zapobiegawcze utrzymanie ruchu) [48,68].

W ramach TPM ujęto również koncepcję Corrective Maintenance, czyli ciągłej poprawy konstrukcji maszyn wynikającej z ich niedoskonałości projektowych. W latach osiemdziesiątych, wraz z rozwojem technologii umożliwiającym zaawansowane badanie funkcjonowania maszyn, takich jak analiza składu chemicznego oleju, diagnostyka wibracyjna czy termografia, wykształciła się nowoczesna koncepcja Predictive Maintenance (prognozowanego utrzymania ruchu). Jej istotą jest wczesne wykrywanie i eliminacja potencjalnych problemów technicznych, zanim doprowadzą one do nieplanowanego postoju maszyny.

Skuteczne łączenie sprawności i efektywności działań w zakresie utrzymania ruchu wymaga przyjęcia właściwej strategii. Musi ona być elastyczna, aby uwzględniała dynamikę zmian zachodzących w systemach produkcyjnych oraz specyfikę i różnorodność obiektów technicznych w tych systemach [44].

W dosłownym tłumaczeniu z języka angielskiego TPM oznacza „całkowite wydajne utrzymanie”. W odróżnieniu od tradycyjnego modelu jego celem jest utrzymywanie obiektów technicznych w stanie, który umożliwi bezpieczne i efektywne prowadzenie procesów produkcyjnych [69]. Total Productive Maintenance stanowi narzędzie, które pozwala na głęboką transformację przedsiębiorstwa. Jego wdrożenie ukierunkowane jest na szybkie i mierzalne efekty, takie jak: redukcja liczby awarii, wzrost dostępności urządzeń, obniżenie kosztów związanych z interwencjami wyspecjalizowanych serwisów oraz ograniczenie wydatków na części zamienne [70,71].

Według założeń TPM doskonalenie procesów powinno mieć charakter powtarzalny i systematyczny, przy czym szczególne znaczenie przypisuje się realizacji trzech podstawowych celów:

- zero awarii,
- zero wad produkcji,
- zero wypadków.

TPM należy zatem traktować jako metodykę procesową, zorientowaną na optymalizację niezawodności wyposażenia i zapewnienie maksymalnie efektywnego wykorzystania majątku organizacji [46]. System ten zakłada, że każde zakupione urządzenie przed dopuszczeniem do

eksploatacji podlega odbiorowi jakościowemu. Rozruch oraz sprawdzenie parametrów technicznych odbywają się zgodnie z dokumentacją techniczną. Obsługa urządzenia przez operatorów obejmuje wykonywanie bieżących czynności konserwacyjnych zgodnie z instrukcjami dostępnymi na stanowiskach pracy. Okresowa weryfikacja stanu technicznego odbywa się w ramach harmonogramu przeglądów konserwacyjnych maszyn i urządzeń. Odpowiedzialność za ich terminową realizację spoczywa na wyznaczonych pracownikach podlegających kierownikowi produkcji. Wszystkie czynności konserwacyjne i kontrolne dokumentowane są w kartach urządzeń.

Efektywne wdrożenie TPM wymaga podejścia zintegrowanego, obejmującego zarówno procesy podstawowe i pomocnicze, jak i technologię oraz kulturę organizacyjną. Osiągnięcie wysokiej efektywności operacyjnej nie jest możliwe bez równoczesnego zapewnienia wysokiego poziomu efektywności eksploatacyjnej [70].

TPM należy postrzegać jako koncepcję ukierunkowaną na wzrost produktywności i efektywności procesów związanych z utrzymaniem ruchu. Realizacja tego celu wymaga pełnego zaangażowania wszystkich pracowników operacyjnych uczestniczących w tych procesach. W praktyce wdrożenie TPM pozwala na minimalizację liczby awarii oraz poprawę jakości zarówno wyrobów, jak i realizowanych operacji.

- Czynniki ludzkie – obejmuje wszystkich pracowników organizacji, w tym personel biurowy, kadrę kierowniczą, brygadzystów oraz operatorów. Istotne znaczenie mają ich kompetencje, kwalifikacje oraz proces ciągłego zdobywania wiedzy poprzez szkolenia, której praktyczne wykorzystanie służy poprawie jakości zadań i procesów. Kluczowym elementem jest przestrzeganie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, które bezpośrednio przekłada się na efektywność i jakość wykonywanych czynności, a także stanowi podstawę realizacji zasady „zero wypadków”. Nadzór, systematyczna kontrola oraz regularne inspekcje na każdym etapie pracy zapewniają zgodność z wymaganiami jakościowymi i standardami organizacyjnymi. Promowanie kultury ciągłego doskonalenia na wszystkich szczeblach struktury przedsiębiorstwa sprzyja aktywnemu zaangażowaniu pracowników w proces identyfikacji i wdrażania usprawnień.
- Maszyny i urządzenia – utrzymywane w pełnej sprawności technicznej oraz poddawane regularnym kontrolom przed rozpoczęciem zadań, co pozwala zapobiegać niepotrzebnym przestojom oraz minimalizować ryzyko awarii. Systematyczne monitorowanie i właściwa konserwacja sprzętu zwiększają jego niezawodność i dostępność produkcyjną.

- Proces pracy – obejmuje właściwą organizację, systematyczność i sprawność realizacji zadań zgodnie z przyjętym planem. Szczególne znaczenie ma standaryzacja działań oraz optymalizacja przepływu pracy, które realizuje się poprzez analizę i doskonalenie sekwencji operacji, eliminację zbędnych czynności oraz ograniczenie marnotrawstwa czasu i zasobów. Niezbędnym elementem jest prowadzenie rzetelnej dokumentacji procesowej, obejmującej m.in. historię eksploatacji maszyn, zapisy serwisowe i operacyjne dla każdego urządzenia czy pojazdu.

Wymienione powyżej czynniki doskonalenia procesów pracy należy traktować jako kluczowe determinanty funkcjonowania przedsiębiorstwa. Ich właściwe zastosowanie przyczynia się do wzrostu efektywności operacyjnej, poprawy jakości oraz zwiększenia niezawodności realizowanych procesów w całej organizacji.

3. Ocena efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw transportowych

W toku ewolucyjnego rozwoju nauki o zarządzaniu przedsiębiorstwem pojawiło się i nadal powstaje wiele koncepcji, podejść i metod mających na celu poprawę sposobu funkcjonowania organizacji w każdym z obszarów jej funkcjonowania [49]. Zarządzanie rozwojem firmy można określić jako system decyzyjny skoncentrowany na kształtowaniu postępu technicznego, organizacyjnego, personalnego, informacyjnego oraz techniczno-produkcyjnego [71]. Koncepcje te, poddawane weryfikacji w praktyce gospodarczej, bądź upowszechniają się, bądź stają się punktem wyjścia do dalszego doskonalenia, konkretyzowania lub integrowania z innymi, już sprawdzonymi narzędziami i orientacjami [49].

Podstawowym założeniem nowoczesnych koncepcji i metod jest odchodzenie od tradycyjnego podejścia do rozwiązywania problemów, opartego głównie na ich dekompozycji, na rzecz myślenia całościowego (przekrojowego), czyli podejścia procesowego. Coraz większego znaczenia nabierają umiejętności samodzielnego gromadzenia informacji i wiedzy [74]. Konieczne staje się precyzyjne ustalanie celów i ich konsekwentna realizacja przy wykorzystaniu dostępnych zasobów oraz elastyczne dostosowywanie działań do wymagań otoczenia [75].

Szczególne znaczenie przypisuje się dziś kształtowaniu przez przedsiębiorstwo kompetencji umożliwiających aktywne i skuteczne wykorzystanie posiadanych zasobów, szybkie reagowanie na zmiany oraz sprawne formułowanie i wdrażanie strategii dostosowanych do zmieniających się warunków rynkowych i rosnących oczekiwań klientów [4]. Warto zwrócić uwagę, że przedsiębiorstwa charakteryzujące się silnym podziałem pracy, wysokim stopniem specjalizacji pracowników, hierarchiczną strukturą organizacyjną oraz centralizacją zarządzania wykazują niewielką elastyczność w prowadzonych działaniach, co w konsekwencji obniża ich efektywność i konkurencyjność. Jednocześnie należy dostrzec rosnącą zmienność i złożoność otoczenia, która wymusza szybkie i skuteczne rozwiązywanie pojawiających się problemów.

Problem zapewnienia ciągłości realizowanych procesów stanowi zatem jedno z kluczowych zagadnień zarówno w perspektywie strategicznej, jak i operacyjnej. Koszty powstające w wyniku nieplanowanych przestojów spowodowanych awariami, remontami czy konserwacjami są istotnym ograniczeniem działalności przedsiębiorstwa [76, 78]. O ile koszty wynikające z awarii należy minimalizować, o tyle koszty uzasadnione, które wspierają rozwój i realizację długoterminowych celów organizacji, można traktować jako niezbędne

w kontekście prawidłowo zorganizowanego systemu zarządzania. Kluczowe jest przy tym strategiczne podejście do zarządzania kosztami, które równoważy potrzebę ograniczania strat z koniecznością inwestycji w rozwój.

Ważnym czynnikiem w funkcjonowaniu współczesnego przedsiębiorstwa jest wiedza i doświadczenie pracowników, czyli jego kapitał intelektualny. Procesy realizowane w organizacjach opierają się na pracy ludzkiej, której fundamentem są kompetencje i praktyka personelu. To właśnie wiedza, umiejętności i ciągły rozwój pracowników pozwalają szybciej i skuteczniej rozwiązywać problemy pojawiające się w trakcie działalności gospodarczej, skracając czas przestojów, ułatwiając planowanie oraz sprzyjając prawidłowej organizacji pracy. Zasoby ludzkie – właściwie przeszkoleni i doświadczeni pracownicy – stają się kluczowym elementem utrzymania przewagi konkurencyjnej. Z tego względu strategię współczesnej organizacji należy w dużej mierze budować na kapitale intelektualnym, który stanowi podstawę długofalowej przewagi konkurencyjnej. Równie istotne jest efektywne zarządzanie zasobami niematerialnymi, które wspierają trwały rozwój przedsiębiorstwa [79].

Aby skutecznie konkurować na rynku, przedsiębiorstwo musi nie tylko racjonalnie wykorzystywać posiadane zasoby, ale również stale je rozwijać poprzez efektywne ich pozyskiwanie i właściwe nimi zarządzanie. Obejmuje to m.in. zasoby ludzkie, wizerunek organizacji, umiejętności i doświadczenie pracowników, informacje, współpracę, technologie oraz własność intelektualną, które wspólnie kształtują pozycję konkurencyjną przedsiębiorstwa w gospodarce [80]. Funkcjonowanie w warunkach gospodarki rynkowej wiąże się z koniecznością poszukiwania nowych instrumentów zarządzania i form organizacyjnych. Dlatego też współczesne organizacje dążą do rozwijania kompetencji umożliwiających kompleksowe wykorzystanie pojawiających się szans. Realizacja tego celu jest możliwa poprzez skuteczne i produktywne gospodarowanie zasobami organizacji w celu osiągnięcia wyznaczonych celów [81].

Poprawnie zorganizowany i sprawnie zarządzany system utrzymania ruchu, obejmujący planowanie, organizowanie, nadzorowanie, koordynację oraz sterowanie wszystkimi procesami, powinien umożliwiać osiągnięcie wysokiej jakości, sprzyjać optymalizacji kosztów remontowych, zwiększać produktywność oraz pozytywnie wpływać na bezpieczeństwo pracy. W procesach produkcyjnych do oceny funkcjonowania systemu lub połączonych układów urządzeń stosuje się szereg wskaźników, które pozwalają identyfikować niezgodności i eliminować je, co przekłada się na maksymalne wykorzystanie potencjału technicznego. W tym kontekście utrzymanie ruchu zapewnia prawidłowe funkcjonowanie i optymalne wykorzystanie urządzeń, obejmujące m.in. działania remontowe, konserwacyjne, zarządzanie

zapasami oraz zapewnienie bezpieczeństwa użytkowników. Przyczynia się to do redukcji ryzyka awarii i wzrostu efektywności wykorzystania zasobów technicznych.

W przypadku przedsiębiorstw z sektora usług transportowych wyróżnia się trzy główne grupy wskaźników:

- parametry techniczne,
- parametry ekonomiczne,
- wskaźniki efektywności.

Uwzględniając stosowaną w przedsiębiorstwie transportowym strategię eksploatacyjną, szczególne znaczenie mają wskaźniki określające czas bezawaryjnego działania urządzeń lub środków transportu, które bezpośrednio wpływają na procesy decyzyjne w obszarze techniczno-eksploatacyjnym. Do podstawowych wskaźników monitorujących stan urządzeń należą m.in.:

- MTBF (Mean Time Between Failures) – średni czas pomiędzy awariami w określonym okresie, obliczany jako iloraz czasu pracy i liczby odnotowanych zdarzeń. Współczynnik ten, wyrażony w godzinach, minutach i sekundach, oblicza się na podstawie równania:

$$MTBF = \frac{t_d - t_p}{n + 1} \quad (1)$$

Gdzie:

t_d – czas dostępności, s

t_p – czas postoju (przegląd/awaria), s

n – liczba zdarzeń w analizowanym okresie.

- MTTR – (ang. Mean Time To Repair): jest to średni czas trwania rzeczywistej naprawy w określonym czasie. Współczynnik ten wyrażony jest w godzinach, minutach i sekundach i wyznaczony jest w oparciu o równanie:

$$MTTR = \frac{\sum t_i}{n + 1} \quad (2)$$

Gdzie:

t_i – jednostkowy czas realizacji obsługi/naprawy „i”, s

3.1. Mierniki kosztowe utrzymania środków transportu

Koszty funkcjonowania przedsiębiorstwa w branży transportowej można podzielić na dwie grupy:

- koszty obejmujące eksploatację i utrzymanie infrastruktury technicznej,
- koszty związane z zakupem, eksploatacją i utrzymaniem środków transportu.

W przypadku kosztów infrastruktury, szczególnie obejmującej utrzymanie i funkcjonowanie zasobów pozwalających na zapewnienie właściwego stanu technicznego i bezpieczeństwa, pozostają one w dobrej korelacji z kosztami utrzymania i eksploatacji pojazdów. Strukturę kosztów w przedsiębiorstwach świadczących usługi transportowe można podzielić na trzy grupy kosztów:

- amortyzacji środków transportu,
- zużycia materiałów eksploatacyjnych,
- koszty osobowe.

W pierwszej grupie kosztów, poza amortyzacją uwzględnia się ubezpieczenie oraz podatki. Z kolei druga grupa to koszty przekładające się bezpośrednio na zużycie materiałów eksploatacyjnych, proporcjonalnie do liczby kilometrów przejechanych tras a także utrzymania infrastruktury technicznej niezbędnej do zapewnienia niezawodności i bezpieczeństwa realizowanych usług transportowych. Natomiast trzecia grupa stanowi wszystkie koszty, które związane są z wynagrodzeniami i delegacjami pracowników.

Rachunek kosztów, w dużej mierze zależy od specyfiki technicznej przedsiębiorstwa i sposobu organizacji procesów transportowych, w tym od:

- szczegółowości i składowych danych finansowych,
- sposobu ujęcia i przyjętych wskaźników oceny części składowych,
- sposobu postępowania obliczeniowego.

Właściwe prowadzenie rachunku kosztów w przedsiębiorstwie transportowym pozwala na:

- prezentację poniesionych nakładów do wygenerowanych przychodów,
- wykorzystanie danych kosztowych do planowania i zarządzania usługami transportowymi,
- kontrolę i ocenę zasadności ponoszonych nakładów.

Na podstawie rachunku kosztów ustalane są koszty własne oferowanych usług transportowych, a tym samym przedsiębiorstwo może określać ceny jednostkowe oferowanych usług dla danego segmentu rynku usług przewozowych.

Koszty stanowią kategorię ekonomiczną, która umożliwia poprzez rachunek, porównywanie i analizę danych umożliwiających reagowanie na zachodzące zmiany zarówno wewnętrzne jak i w otoczeniu przedsiębiorstwa.

W przedsiębiorstwie posiadającym bazę danych zbudowaną w oparciu o koszty ujmujące wiele aspektów zewnętrznych i wewnętrznych, kadra zarządzająca posiada wsparcie decyzyjne czy to dotyczy pozyskania (zakupu) nowego, ewentualnie używanego środka transportu lub wykorzystanie pojawiających się nowych możliwości na rynku usług transportowych. Decyzja taka powinna się opierać na analizie rachunku kosztów utrzymania dotychczasowego stanu zarówno w obszarze kosztów eksploatacji środków trwałych popartej analizą konieczności poniesienia niezbędnych kosztów do wejścia w nowy obszar świadczonych usług transportowych jak i kosztów utrzymania niezbędnej infrastruktury technicznej wraz z wysoko wykwalifikowaną kadrami.

3.2. Ekonomika kosztów utrzymania i eksploatacji w taborze

W warunkach gospodarki rynkowej koszty to ważny czynnik decydujący o wzroście efektywności [82]. We współcześnie istniejących firmach transportowych jest konieczność kontroli kosztów stałych i zmiennych, aby trwale utrzymać się na rynku.

Przedsiębiorcy i osoby zarządzające firmami transportowymi potrzebują wiedzy o bieżących kosztach i prognozie przyszłych kosztów. Podstawowym zadaniem analizy jest ewidencja kosztów, która dzieli się na trzy grupy:

- bezpośrednie koszty zmienne (K_{bz}), tj. koszty, które można przypisać bezpośrednio do poszczególnych autobusów,
- bezpośrednie koszty stałe (K_{br}) można przypisać do autobusów, lecz ich wysokość nie zależy od wielkości przewozów,
- koszty pośrednie (K_p) nie można przypisać ich do autobusów są to koszty zarządów, utrzymania majątku – koszty, które nie są bezpośrednio związane z wykonywaniem przewozów, eksploatacją pojazdów.

Całkowite koszty eksploatacji autobusu K_c można przedstawić za pomocą równania:

$$K_c = K_{bz} + K_{br} + K_p \quad (3)$$

Gdzie:

K_{pk} - bezpośrednie koszty zmienne eksploatacji i utrzymania autobusów obejmują sumę kosztów zużycia materiałów pędnych; koszty pracy kierowcy,

K_{cz} - koszty zużycia części zamiennych,

K_n - koszty napraw

$$K_{bz} = K_{mp} + K_{pk} + K_{cz} + K_n \quad (4)$$

W kosztach bezpośrednich dwie grupy zależą od wieku pojazdu, są to koszty zużycia części zamiennych i koszty napraw. Ta klasyfikacja kosztów pozwala na wyznaczenie całkowitej wartości kosztów. Obliczyć je można za pomocą równania:

$$K_c = K_{mp} + K_{pk} + K_{cz} + K_n + K_{as} + K_p \quad (5)$$

Uwzględniając roczny przebieg autobusu Q wyliczyć można jednostkowe koszty całkowite utrzymania i eksploatacji autobusu. Wartość tę można wyznaczyć w oparciu o równanie:

$$k_c = \frac{K_c}{Q} = \frac{K_{mp} + K_{pk} + K_{cz} + K_n + K_{bs} + K_p}{Q} \quad (6)$$

Natomiast jednostkowe koszty całkowite utrzymania i eksploatacji autobusu wyrazić można za pomocą równania:

$$k_c = k_{zz} + k_{nz} + k_a \quad (7)$$

Gdzie:

k_z - jednostkowe koszty zależne od zużycia technicznego pojazdu mierzonego skumulowanym przebiegiem od momentu jego wytworzenia [zł /pojkm]

k_{nz} – jednostkowe koszty niezależne od zużycia technicznego [zł/pojkm]

k_a – jednostkowe koszty amortyzacji autobusu [zł pojkm]

Uzyskane w ten sposób wyniki można zastosować do analizy danych klasyczną metodą najmniejszych kwadratów. Metoda ta jest wykorzystywana do estymacji parametrów strukturalnych modeli liniowych jedno i wielokryterialnych, prostych i rekurencyjnych z jedną i wieloma zmiennymi objaśniającymi.

Zastosowane metody modelowania ekonometrycznego pozwalają na wyznaczenie zależności zmian kosztów eksploatacyjnych w funkcji ich skumulowanego przebiegu, a także czasu eksploatacji wyrażonego wiekiem autobusów. Wyznaczona na podstawie dobranej

metody statystycznej funkcja zależności kosztów utrzymania autobusu potwierdza, że wraz ze wzrostem skumulowanego przebiegu narastają koszty utrzymania technicznego pojazdów. Taka estymacja umożliwia wyznaczenie granicy ekonomicznej opłacalności ich eksploatacji co pozwala na podejmowanie decyzji o dalszej eksploatacji bądź wycofaniu pojazdu z użytkowania [83].

3.3. Ocena efektywności przedsiębiorstwa

Koncepcja utrzymania ruchu zgodnie z Total Productive Maintenance pozwala na efektywne zarządzanie zasobami technicznymi przedsiębiorstwa. Tego typu podejście wymusza szereg modyfikacji w sposobie organizacji i funkcjonowania służb utrzymania ruchu. Zmiany można zaobserwować przykładowo w:

- stosunku do maszyn,
- priorytetów działania,
- typowych działaniach,
- zmianach w strukturach służb utrzymania ruchu.

W odniesieniu do maszyn czy urządzeń koncepcją TPM wskazuje na potrzebę ciągłego prowadzenia prac zapobiegawczych co powinno pozwolić na eliminowanie powstawania awarii a tym samym eliminowanie strat. Wyeliminowanie awarii rzutuje na utrzymanie ciągłości produkcji wymaga jednak dobrego planowania wszelkich czynności konserwacyjnych czy naprawczych. To powinny być priorytety w działaniach służb utrzymania ruchu.

Pomiar efektywności wdrożenia TPM dokonywany jest z wykorzystaniem wskaźnika ogólnej efektywności wyposażenia tj. OEE (ang. Overall Equipment Effectiveness). Formułę obliczania OEE prezentują źródła literaturowe [83-86].

$$OEE = D \cdot E \cdot J \cdot 100\% \quad (8)$$

Gdzie:

D – wskaźnik czasu dostępności urządzenia, w którym uwzględnione są postoje związane z wykonaniem obsługi technicznej, usunięciem awarii czy czasem potrzebnym na dokonanie zmian operatora,

E – wskaźnik efektywności, wskazujący na efektywnie wykorzystany czas urządzenia do

realizacji zadań produkcyjnych,

J – wskaźnik jakości, który w przypadku wystąpienia nieprawidłowości lub braków odzwierciedla czas potrzebny na skorygowanie błędów.

4. Część praktyczna

4.1. Charakterystyka problemu

W niniejszej rozprawie doktorskiej przedmiotem analizy jest jednego z przedsiębiorstw z sektora publicznego transportu drogowego osób, funkcjonującego z powodzeniem na rynku przewozów autobusowych od 1999 roku. W okresie trzyletnim, objętym badaniem tj. 2020 do 2022 roku przedsiębiorstwo poddane analizie brało udział w postępowaniach przetargowych organizowanych przez jednostki samorządu terytorialnego, związki międzygminne oraz inne instytucje publiczne odpowiedzialne za organizację komunikacji zbiorowej. W okresie czasu poddanym analizie tj. 3 lata, przedsiębiorstwo złożyło oferty w 121 postępowaniach przetargowych, których przedmiotem była realizacja regularnych przewozów pasażerskich. Spośród wszystkich przeanalizowanych przypadków udziału w przetargach, w 46 postępowaniach oferta przedsiębiorstwa stanowiącego studium przypadku została uznana za najkorzystniejszą, czego konsekwencją było zawarcie umów z zamawiającymi podmiotami.

W celu przeprowadzenia analiz, dla potrzeb niniejszej rozprawy doktorskiej pojęcie „Skuteczność ofertowej”, zdefiniowano jako stosunek liczby wygranych przetargów do liczby wszystkich złożonych ofert. W przypadku poddanym analizie wyniosła ona około 35%. Biorąc pod uwagę wysoki poziom konkurencji w branży przewozów osobowych, uzyskany wynik oceniany jest przez Zarząd przedsiębiorstwa jako satysfakcjonujący.

Na podstawie przeprowadzonych weryfikacji rezultatów finansowych uzyskanych kontraktów, wskazuje się jednak na istotne rozbieżności między planowanymi a rzeczywistymi wynikami ekonomicznymi. Spośród 46 zakontraktowanych zadań przewozowych aż 26 charakteryzowało się nieosiągnięciem zakładanego poziomu zysku.

Na etapie przygotowania oferty przetargowej przedsiębiorstwo transportowe dokonuje szczegółowej kalkulacji finansowej. Przeprowadzana analiza obejmuje zarówno planowane przychody, jak i koszty realizacji zamówienia. Celem wykonywanej przez przedsiębiorstwo analizy ekonomicznej jest określenie zakładanego zysku, będącego kluczowym elementem oceny opłacalności podjętych działań zmierzających do pozyskania danego zlecenia. Planowany zysk stanowi w wielu przypadkach fundament na podstawie, którego tworzone są krótko i długo terminowe plany obejmujące zarówno rozwój przedsiębiorstwa w obszarze utrzymania lub poszerzenia zdolności transportowych, np. poprzez zakup nowej floty pojazdów lub też zatrudnienie dodatkowego personelu. Zakładany zysk stanowi więc w tym przypadku

podstawę do szacowania zasobów finansowych, które przedsiębiorstwo będzie posiadało w wyniku realizacji kontraktu.

W związku z powyższym zysk opisywany jest jako różnica pomiędzy planowanym przychodem z tytułu realizacji danego kontraktu a całkowitymi kosztami jego wykonania.

$$Z_z = P_z - K_c \quad (9)$$

Gdzie:

Z_z – zakładany zysk,

P_z – planowany przychód z realizacji kontraktu,

K_c – całkowite koszty realizacji zamówienia.

Ujemna wartość różnicy pomiędzy kosztami a zakładanymi zyskami wskazuje na niedoszacowanie kosztów, które wystąpić może w przypadku przeszacowanie przychodów lub wystąpienie nieprzewidzianych czynników wpływających na obniżenie rentowności kontraktu.

W przedsiębiorstwie transportowym poddanym analizie odnotowano, że w 26 przypadkach rzeczywisty wynik finansowy uzyskany z rezultacie wykonania kontraktów był niższy od przewidywanego zakładanego zysku. W kilku sytuacjach wystąpiły straty netto, mimo. Taki rezultat, wskazuje na występowanie istotnych nieprawidłowości w obecnie praktykowanym przez przedsiębiorstwo procesie decyzyjnym w kontekście przystąpienia do postępowań przetargowych. Obecne problemy wynikać mogą z niewłaściwie przeprowadzonej kalkulacji kosztów operacyjnych oraz oceny ryzyk kontraktowych.

Analiza danych ilościowych przedstawiona na rysunku 1, pozwala stwierdzić, że w 7 przypadkach (26,9% analizowanej próby) poziom odchylenia pomiędzy zakładanym a rzeczywistym zyskiem wyniósł do 30%.

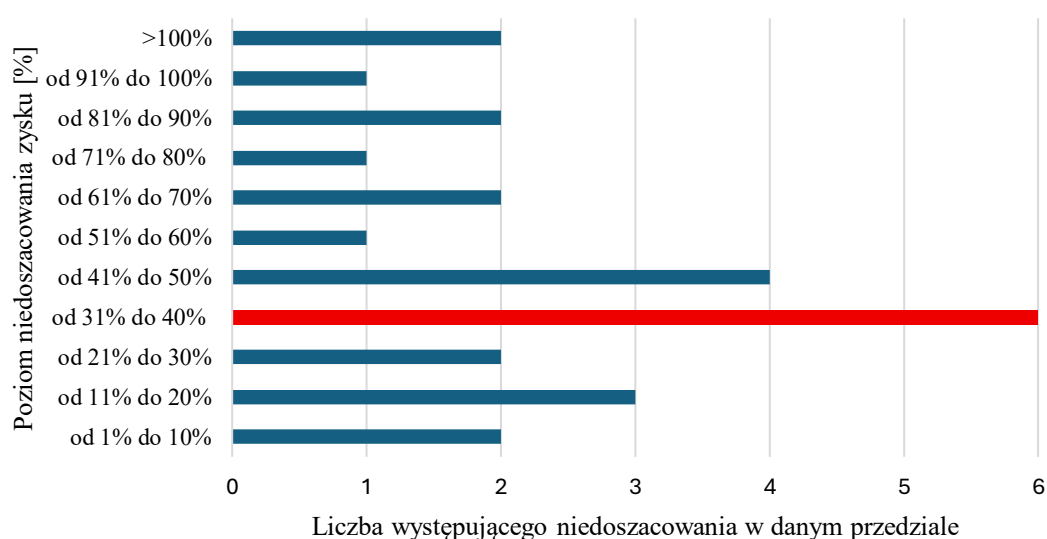
W pozostałych 19 przypadkach (73,1%) odchylenia zakładanego zysku względem rzeczywistego przekroczył próg 30%, a w szczególności tj, w 6 przypadkach (23,1%) dotyczyło przedziału 31–40%, który okazał się najczęściej występującym przedziałem procentowym wskazującym na poziom występującego niedoszacowania.

W przypadku 10 kontraktów (38,5%) przychód finansowy stanowił poniżej 40% względem planowanego zysku.

Wysoki udział przypadków tj. powyżej 60% generujących poziom odchyleń pomiędzy zakładanym zyskiem a rzeczywistym stanowił łącznie 6 przypadków co przekłada się na 23,1% wszystkich przetargów nie osiągających zakładanego zysku. Tak wysoki poziom

niedoszacowania, może wskazywać na przeprowadzenie analizy obarczonej licznymi błędami zarówno w zakresie określenia kosztów operacyjnych jak i nieuwzględniania innych istotnych aspektów działalności przedsiębiorstwa komunikacyjnego związanych z realizacją kontraktu.

Z przeprowadzonej analizy danych historycznych wynika, że w dwóch przypadkach (7,7%) odnotowano konieczność pokrycia kosztów realizacji usług ze środków własnych przedsiębiorstwa, co oznacza przekroczenie progu opłacalności i przejście kontraktu w obszar strat finansowych netto. Wskazuje to na rażące uchybienia w fazie ofertowania i szacowania kosztów, które mogą skutkować długofalowymi negatywnymi konsekwencjami dla płynności finansowej i zdolności inwestycyjnej przedsiębiorstwa, rysunek 1.



Rysunek 1. Wyniki przetargów nieosiągające zakładanego poziomu zysku

W kolejnym etapie prowadzonych badań dokonano szczegółowej analizy kluczowych czynników wpływających na błędne oszacowanie kosztów poniesionych przez przedsiębiorstwo w kontekście realizacji kontraktów przetargowych. Weryfikacja danych została przeprowadzona w ramach tzw. etapu oceny przetargowej, stanowiącego integralną część procesu ewaluacji skuteczności działań ofertowych oraz ich wpływu na końcowy wynik finansowy realizowanych kontraktów.

W ramach przeprowadzenia analizy 26 przypadków przetargów, których realizacja nie przyniosła zakładanych korzyści finansowych, przedsiębiorstwo transportowe dokonało klasyfikacji przyczyn generujących odchylenia zysku od wartości zakładanych. Zidentyfikowane przyczyny sklasyfikowano w siedmiu, grupach czynników oddziałujących na końcowy wynik ekonomiczny przedsięwzięć tj. zrealizowanych przetargów.

PRZYCZYNA 1: Koszty eksploatacyjne wynikające ze stanu technicznego taboru

- Wzrost cen części zamiennych i usług serwisowych, szczególnie przy inflacyjnych warunkach rynkowych.

PRZYCZYNA 2: Koszty eksploatacyjne taboru (z wyłączeniem stanu technicznego)

- Zużycie opon i układów eksploatacyjnych przekraczające zakładane wartości normatywne.
- Wzrost cen paliwa.

PRZYCZYNA 3: Niedośzacowanie kosztów osobowych

- Wzrost wynagrodzeń kierowców lub wymuszone podwyżki ze względu na niedobór kadry na rynku pracy.
- Wzrost kosztów pracy w godzinach nadliczbowych.

PRZYCZYNA 4: Niedośzacowanie intensywności pracy operacyjnej

- Zbyt niskie oszacowanie liczby roboczogodzin na realizację przewozów, np. przy trasach o dużym natężeniu ruchu lub trudnej topografii.
- Nieadekwatne uwzględnienie czasu postojów, korków, objazdów lub sezonowego zwiększenia ruchu.

PRZYCZYNA 5: Błędy w analizie dokumentacji przetargowej

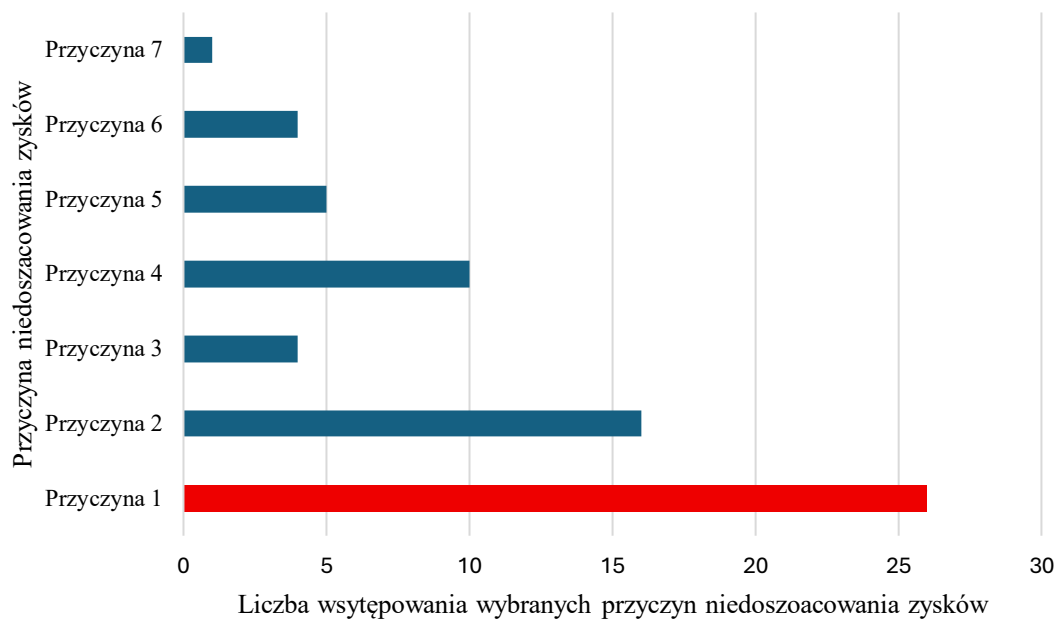
- Niedoprecyzowanie obowiązków usługodawcy, np. konieczność dostarczania danych telemetrycznych czy kosztów biletomatów.
- Nie wzięcie pod uwagę zapisów dotyczących kar umownych i standardów jakości, których przekroczenie skutkuje dodatkowymi kosztami.

PRZYCZYNA 6: Zmiany otoczenia regulacyjnego lub kontraktowego

- Dodatkowe obowiązki prawne lub środowiskowe, np. normy emisji spalin.
- Zmiany podatkowe, np. zmiana wysokości składek ZUS, podatków lokalnych.
- Nieprzewidziane zmiany w kontrakcie lub interpretacji jego zapisów przez zamawiającego.

PRZYCZYNA 7: Inne

Następnie przeprowadzona została analiza ilościowa, wskazująca na liczbę występujących przyczyn powodujących redukcję zakładanego zysku względem rzeczywistych wyników. Podczas analizy, zwrócono uwagę, że w przypadku jednego przetargu mogła występować więcej niż jedna przyczyna powodująca wzrost zakładanych kosztów, rysunek 2.



Rysunek 2. liczebność występowania przyczyn niedoszacowania

W tabeli 1, zestawiono wartości liczbowe występujących przyczyn, powodujących redukcje zakładanego zysku oraz ich udział w badanej próbie.

Tabela 1. Liczebność przyczyn generujących niedoszacowanie

Przyczyna	Liczba występowania	Udział [%]
Przyczyna 1	26	100
Przyczyna 2	16	61,5
Przyczyna 3	4	15,4
Przyczyna 4	10	38,5
Przyczyna 5	5	19,2
Przyczyna 6	4	15,4
Przyczyna 7	1	3,8

Przyczyna 1: Koszty eksploatacyjne wynikające ze stanu technicznego taboru, która została zidentyfikowana we wszystkich analizowanych przypadkach (100%). Uzyskany wynik wskazuje na kluczowe znaczenie kosztów wynikających z technicznego stanu posiadanej floty w procesie kalkulacji rentowności kontraktów transportowych.

Przyczyna 2: Koszty eksploatacyjne taboru (obejmujące m.in. zużycie eksploatacyjne oraz wzrost cen paliwa) została zaobserwowana w 16 przypadkach (61,5%) z pośród 26

zrealizowanych kontraktów poddanych analizie. Duża liczba przypadków, wystąpienia Przyczyny 2 wskazuje, że zmienne koszty związane z codziennym użytkowaniem pojazdów mają istotny wpływ na końcowy wynik finansowy.

Przyczyna 4: Niedoszacowanie intensywności pracy operacyjnej, odnotowana została w 10 przypadkach (38,5%). Identyfikacja tej przyczyny niedoszacowania kosztów wskazuje na problemy z niedokładnym definiowaniem roboczogodzin oraz nieuwzględnianiem zmiennych warunków operacyjnych decydujących o wysokości poniesionych kosztów.

Przyczyna 5: Błędy w analizie dokumentacji przetargowej została zidentyfikowana w 5 przypadkach (19,2%). Uzyskany wynik wskazuje na liczne błędy popełniane w procesie oceny formalnych i technicznych wymagań przetargowych, które w efekcie prowadzą do ponoszenia kosztów nieuwzględnionych w kalkulacjach ofertowych.

Zbliżony poziom w zakresie liczby zidentyfikowanych przyczyn, generuje niedoszacowanie kosztów osobowych tj. **Przyczyna 3** oraz **Przyczyna 6:** Zmiany otoczenia regulacyjnego lub kontraktowego, które wystąpiły odpowiednio w 4 przypadkach każda (15,4 %). Ich obecność podczas prowadzonej analizy wskazuje na niedostateczne uwzględnianie dynamiki rynku pracy.

Przyczyna 7: Inne, odnotowana w 1 przypadku (3,8%), co może świadczyć o prawidłowym podziale poszczególnych grup przyczyn wskazujących na poziom rozbieżności kosztów generowanych podczas realizacji kontraktów przetargowych.

W celu oceny, czy obserwowane częstotliwości występowania poszczególnych przyczyn różnią się istotnie od rozkładu losowego, zastosowano test zgodności chi-kwadrat (χ^2). Test ten stosowany jest w przypadku danych dla których, porównywane są liczby występowania poszczególnych kategorii z wartościami oczekiwanymi wynikającymi z założonego rozkładu.

W przypadku poddanym analizie przyjęto rozkład równomierny jako hipotezę zerową (H_0), zakładającą jednakowe prawdopodobieństwo wystąpienia każdej z siedmiu zdefiniowanych przyczyn. Łączna liczba obserwacji wyniosła 66. Oczekiwana liczba wystąpień dla każdej z przyczyn w rozkładzie równomiernym wynosiła 9,428. Wartość statystyki chi-kwadrat obliczono według wzoru:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (10)$$

Gdzie:

O_i – wartość obserwowana,

E_i – wartość oczekiwana.

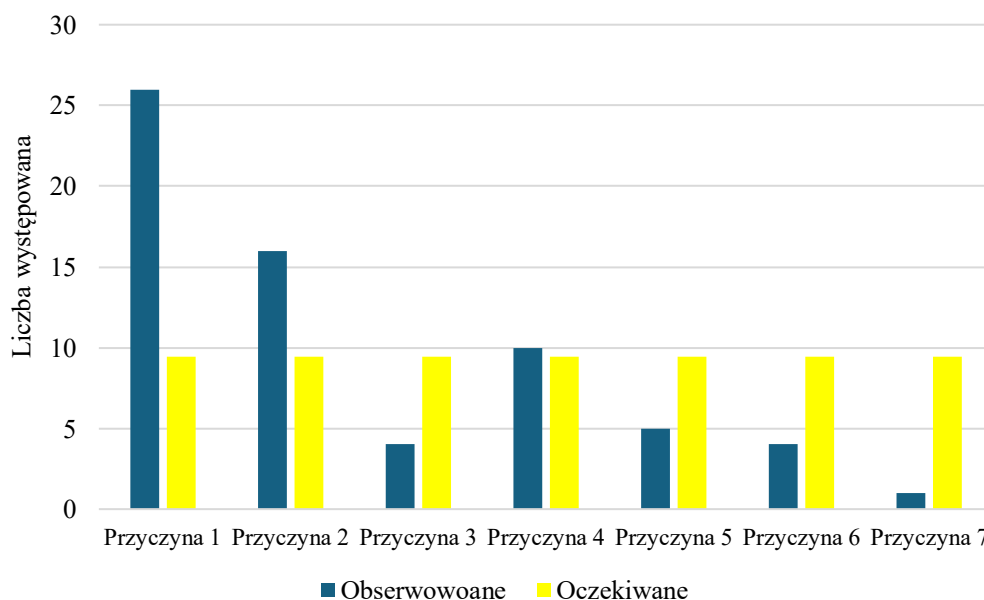
$$\chi^2 = \frac{(26 - 9,428)^2}{9,428} + \frac{(16 - 9,428)^2}{9,428} + \dots + \frac{(2 - 9,428)^2}{9,428} \approx 49,65 \quad (11)$$

Hipotezy:

H_0 (zerowa): Wszystkie przyczyny są jednakowo prawdopodobne.

H_1 (alternatywna): Co najmniej jedna przyczyna występuje częściej niż pozostałe.

Dla 6 stopni swobody, wartość statystyki p wyniosła mniej niż poziom ufności $\alpha = 0,05$. Uzyskany wynik stanowi podstawę do odrzucenia hipotezy zerowej. Oznacza to, że obserwowane różnice w liczbie wystąpień poszczególnych przyczyn są istotne statystycznie, rysunek 3.



Rysunek 3. Liczba występujących przyczyn niedoszacowania względem wartości oczekiwanej

W szczególności Przyczyna 1, różni się istotnie od pozostałych, co może wskazywać na jej dominujące oddziaływanie w badanym zjawisku i zasadność dalszej analizy ukierunkowanej na redukcje jej występowania.

4.2. Proces analizy postępowań przetargowych

Przedsiębiorstwa transportu zbiorowego działające w sektorze publicznym funkcjonują w silnie sformalizowanym środowisku regulacyjnym, w którym dostęp do rynku w dużym

stopniu zależny jest od efektywnego udziału w procedurach przetargowych. Zamówienia publiczne, szczególnie w zakresie usług regularnego przewozu osób, dla wielu przedsiębiorstw transportowych stanowią kluczowe źródło przychodów. Udział w postępowaniach przetargowych związany jest w sposób bezpośredni nie tylko z potwierdzeniem przez przedsiębiorstwo spełnienia określonych kryteriów formalnych, ale przede wszystkim z koniecznością udowodnienia rzeczywistej zdolności do realizacji zamówienia w sposób zgodny z zapisami umów/kontraktów i efektywny ekonomicznie tj. przynoszący zakładany zysk.

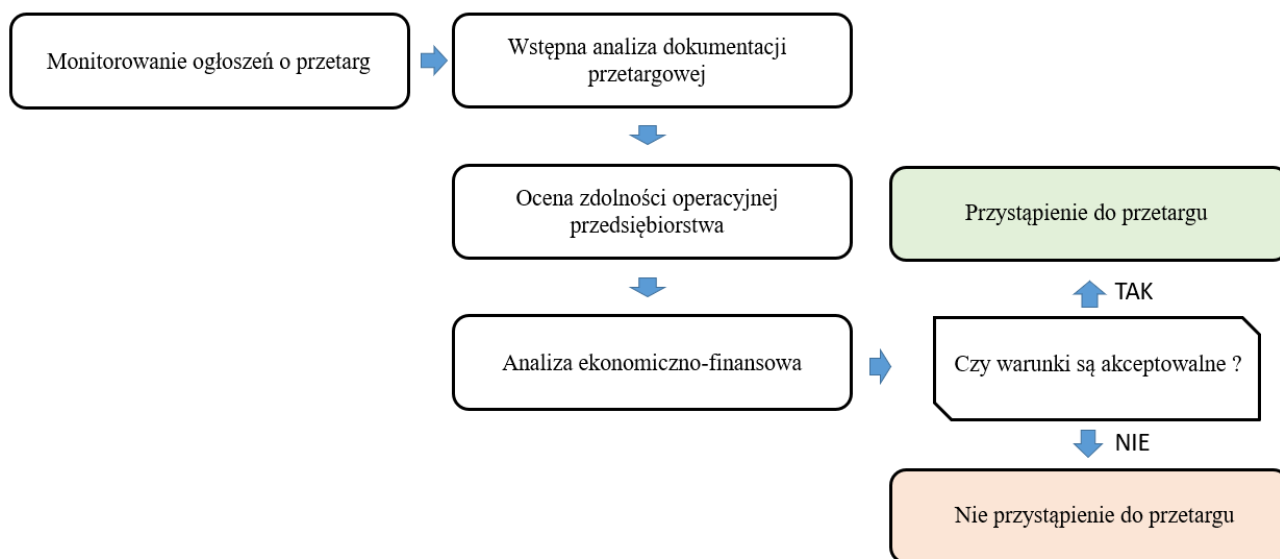
Proces analizy zdolności przetargowej, rozumiany jako systemowe podejście do oceny zdolności operacyjnych i finansowych przedsiębiorstwa w kontekście konkretnego postępowania, jest jednym z najważniejszych elementów zarządzania strategicznego w sektorze usług publicznych. Działania związane z analizą i oceną zdolności przetargowych wymagają precyzyjnego rozpoznania warunków (wymogów) zewnętrznych (np. oczekiwań zamawiającego, uwarunkowań prawnych), jak i wewnętrznych (np. struktury taboru, kompetencji kadry, płynności finansowej). Prawidłowe przeprowadzenie analizy umożliwia nie tylko ocenę opłacalności danego projektu (w przypadku jego otrzymania), lecz także redukuje ryzyko operacyjne i finansowe związane z jego realizacją. Błędy popełnione podczas dokonywanej analizy, związane z szacowaniem kosztów, mogą skutkować niewłaściwą kalkulacją oferty a w skrajnych przypadkach, trwałą utratą płynności finansowej.

Dlatego też, istotnym elementem procesu oceny zdolności przedsiębiorstwa w ramach podejmowania oceny możliwości przystąpienia do przetargu jest standaryzacja prowadzonych działań. Analiza zdolności przetargowej powinna mieć charakter zintegrowany, interdyscyplinarny i oparty na rzeczywistych danych (najlepiej tych które zostały potwierdzone na podstawie danych historycznych lub uwzględniających planowane w przyszłości zmiany tj. np. wzrost podatków). Ustandaryzowane podejście jest szczególnie istotne w przypadku kontraktów, w których błędy planistyczne mają charakter długofalowy a ich skutki odczuwane mogą być przez kolejne lata. Tego typu błędy, dotyczące wieloletnich przetargów wpływają jednocześnie na zdolności przedsiębiorstwa w kontekście dalszej działalności, wynikające z konieczności uwzględnienia powstałego niedoszacowania zysku lub nawet strat.

W literaturze przedmiotu brak jest jednolitego modelu postępowania w zakresie analizy zdolności przetargowej przedsiębiorstw w branży transportu publicznego, który mógłby zostać zastosowany w sposób uniwersalny dla wielu przedsiębiorstw transportowych. W praktyce działania dotyczące oceny możliwości przystąpienia do przetargu są zwykle realizowane w formie wewnętrznych procedur operacyjnych, których zakres zależy od wielkości

organizacji, jej doświadczenia oraz specyfiki rynku lokalnego. Pomimo tego, możliwe jest wyróżnienie pięciu etapów, które stanowią podstawę, niezbędną do oceny zasadności przystąpienia przedsiębiorstwa transportowego do przetargu.

Na rysunku numer 4, przedstawiono schemat postępowania praktykowany przez przedsiębiorstwo, będące studium przypadku niniejszej rozprawy doktorskiej w zakresie analizy jego możliwości przystąpienia do przetargu.



Rysunek 4. Procedura analizy ofert przetargowych

ETAP I: Monitorowanie ogłoszeń przetargowych

Proces przystępowania do przetargu rozpoczyna się od regularnego monitorowania rynku zamówień publicznych (ogłaszanych przetargów). W ramach tego etapu identyfikowane są ogłoszenia dotyczące organizacji publicznego transportu zbiorowego. Następnie, wyłaniane są postępowania, których przedmiot oraz lokalizacja są zgodne z zakresem działalności operacyjnej przedsiębiorstwa. Jednocześnie, gromadzone są podstawowe informacje o zamawiającym, planowanym terminie rozpoczęcia świadczenia usług, długości trwania kontraktu oraz kryteriach oceny składanych ofert.

ETAP II: Wstępna analiza dokumentacji przetargowej

Drugim etapem procesu przystępowania do postępowania o udzielenie zamówienia publicznego jest szczegółowa analiza dokumentacji przetargowej. Celem tego działania jest zidentyfikowanie wymagań formalnych oraz merytorycznych, jakie zostały zdefiniowane przez zamawiającego, a także ocena ich zgodności z potencjałem i profilem działalności wykonawcy.

W etapie drugim analizie podlega zakres zamówienia, który obejmuje m.in. liczbę i przebieg linii komunikacyjnych, częstotliwość kursowania, okres obowiązywania umowy oraz szczegółowe warunki operacyjne. Szczególną uwagę poświęca się wymaganiom technicznym dotyczącym taboru. W dużej liczbie przypadków w wymaganiach formalnych wskazywane są konkretne wymogi zamawiającego w zakresie np. wieku pojazdów, ich pojemność oraz normy emisji spalin. Równolegle analizie poddane są warunki udziału w postępowaniu, w tym wymogi dotyczące doświadczenia podmiotu przystępującego do przetargu, posiadania odpowiednich licencji i koncesji, zabezpieczeń finansowych oraz zdolności do realizacji zamówienia. Kluczowym elementem jest również ocena kryteriów wyboru ofert. Kryteria priorytetowe dotyczyć mogą ceny, jakości usług czy coraz częściej spotykane wymagania w zakresie efektywności środowiskowej. Analizowane są również terminy i warunki płatności, które mają bezpośredni wpływ na płynność finansową realizacji kontraktu.

ETAP III: Ocena zdolności operacyjnej przedsiębiorstwa

Etap trzeci polega na wewnętrznej ocenie potencjału przedsiębiorstwa w kontekście wymagań określonych w dokumentacji przetargowej. Prowadzona jest ocena dostępnych zasobów taborowych, w tym liczby pojazdów oraz zgodności z wymaganiami zamawiającego. Weryfikowany jest również potencjał kadrowy, a w szczególności dostępność kierowców posiadających wymagane kwalifikacje oraz personelu technicznego odpowiedzialnego za bieżące utrzymanie pojazdów (jeżeli dotyczy). Wewnętrznej ocenie poddawane są również takie aspekty jak dostępność rezerw operacyjnych, obejmujących zapasowy tabor oraz elastyczność kadrową, które są kluczowe dla zapewnienia ciągłości usług w przypadku sytuacji losowych lub zakłóceń. Analiza zdolności operacyjnych sprowadza się w dużej liczbie przypadków do weryfikacji liczebności zasobów bez uwzględnienia stanu technicznego taboru.

ETAP IV: Analiza ekonomiczno-finansowa przedsięwzięcia

Czwarty etap polega na przeprowadzeniu analizy rentowności potencjalnego zamówienia, która stanowi podstawę do oszacowania opłacalności ekonomicznej udziału w postępowaniu. W ramach tego etapu identyfikowane są kluczowe kategorie kosztów, do których zalicza się między innymi: koszty operacyjne (paliwo, wynagrodzenia, serwis, części zamienne, ubezpieczenia, podatki) oraz koszty stałe (administracja, amortyzacja, zarząd, utrzymanie infrastruktury). W ramach etapu czwartego szacowane są potencjalne przychody, wynikające z oferowanej przez zamawiającego oraz ewentualne dodatkowe przychody wynikające z realizacji innych prac związanych z realizowanym kontraktem. Kluczowym

zadaniem jest ustalenie progu rentowności, czyli minimalnej stawki, która pozwala na pokrycie kosztów i wypracowanie zakładanego poziomu marży.

ETAP V: Podjęcie decyzji o udziale w postępowaniu

Ostatnim etapem jest podjęcie przez przedsiębiorstwo decyzji o przystąpieniu do postępowania przetargowego. W tym celu dokonywana jest analiza wyników przeprowadzonych na wcześniejszych etapach w zakresie zarówno aspektów operacyjnych, jak i finansowych. Oceniane są szanse i zagrożenia związane z realizacją danego zamówienia, a także zgodność projektu z długofalową strategią rozwoju przedsiębiorstwa. Ostateczna decyzja podejmowana jest zazwyczaj przez Zarząd lub osoby upoważnione, w oparciu o przygotowaną dokumentację oraz rekomendacje zespołu przetargowego. W przypadku decyzji pozytywnej rozpoczyna się faza przygotowania oferty przetargowej, stanowiąca osobny proces.

Jednym z kluczowych czynników warunkujących trafność podjętej decyzji w ramach analizy zdolności przetargowej jest prawidłowa predykcja dotycząca stanu technicznego taboru oraz jego wystarczalności w kontekście zakresu zamówienia. Ocena ta nie powinna ograniczać się wyłącznie do analizy liczby dostępnych pojazdów, lecz winna uwzględniać także ich rzeczywistą gotowość eksploatacyjną, cykl obsługi technicznych oraz zgodność z wymaganiami zamawiającego.

Niewłaściwe oszacowanie stanu taboru lub nieuwzględnienie rezerw technicznych prowadzić może do znacznego wzrostu ryzyka niewykonania lub nienależytego wykonania zamówienia. Konsekwencją może być nałożenie kar umownych, utrata reputacji wykonawcy, a w skrajnych przypadkach, rozwiązanie umowy przez zamawiającego. Z tego względu koncentracja analityczna na tym obszarze ma charakter krytyczny i powinna być realizowana z wykorzystaniem np. danych historycznych pozwalających na ocenę możliwości taboru.

Uwzględnienie wspomnianych powyżej aspektów w metodyce analizy zdolności przetargowej umożliwi podejmowanie decyzji strategicznych opartych na podstawie mierzalnych wskaźników, będących jednym z obiektywnych źródeł informacji. W praktyce zaproponowane podejście, może stanowić podstawę do wdrażania działań usprawniających, takich jak modernizacja floty, leasing uzupełniający czy negocjacje z podwykonawcami, jeszcze przed złożeniem oferty przetargowej.

4.3. Cel, teza i zakres badań

W literaturze przedmiotu oraz w praktyce funkcjonowania przedsiębiorstw transportu publicznego brakuje spójnego i uniwersalnego narzędzia umożliwiającego kompleksową ocenę stanu technicznego taboru autobusowego, w kontekście jego wpływu na decyzje przetargowe. Z analizy przyczyn powodujących nie osiągnięcie przez przedsiębiorstwo poddane analizie zakładanych zysków, aż w 26 przypadkach, kluczową przyczyną niedoszacowania okazało się niewłaściwe oszacowanie kosztów eksploatacyjnych wynikających ze stanu technicznego taboru. Stosowane obecnie metody analizy zdolności przetargowych są niejednolite i często ograniczają się wyłącznie do zestawienia kryteriów ilościowych lub formalnych, nieuwzględniających faktycznej sprawności operacyjnej pojazdów wypracowanej przez praktyków. Brak precyzyjnych narzędzi w tym obszarze zwiększa ryzyko błędnych decyzji, prowadzących do zawierania kontraktów o niekorzystnym profilu finansowym, a także utrudnia rzetelną ocenę gotowości operacyjnej podmiotów startujących w przetargach.

W związku z powyższym wydaje się, że zaproponowanie ustandaryzowanego narzędzia analizy w kontekście określenia stanu technicznego posiadanej przez przedsiębiorstwo floty (taboru), stanowiłoby duże ułatwienie w podejmowaniu decyzji w zakresie postępowań przetargowych.

Powyższe rozważania oraz analiza studium przypadku, stanowiła podstawę do sformułowania przez autora rozprawy doktorskiej następującej tezy pracy:

Obecnie stosowane procedury oceny zdolności przedsiębiorstw autobusowych do udziału w przetargach na usługi transportu publicznego nie zapewniają kompleksowej weryfikacji ich rzeczywistych możliwości operacyjnych i ekonomicznych. Wprowadzenie autorskiej metody wspomagania decyzji, uwzględniającej analizę zasobów technicznych, ekonomicznych oraz dostępności operacyjnej, pozwoli bardziej dokładnie ocenić zdolność przedsiębiorstwa do realizacji zamówienia publicznego i ograniczyć ryzyko podjęcia nierentownej.

W związku z powyższym, zdefiniowano cel pracy, którym jest:

Opracowanie autorskiej metody wspomagania decyzji, łączącej analizę wielokryterialną czynników technicznych, ekonomicznych i operacyjnych, pozwalającej określić, czy możliwości taborowe przedsiębiorstwa transportowego umożliwiają udział

w przetargu na realizację usług publicznego transportu zbiorowego przy zachowaniu określonych warunków brzegowych i oczekiwanego poziomu zysku.

Zakres rozprawy doktorskiej obejmuje opracowanie, implementację oraz weryfikację autorskiej metody wielokryterialnej oceny zdolności techniczno-operacyjnej przedsiębiorstw autobusowych w kontekście ich udziału w przetargach na usługi publicznego transportu zbiorowego.

Rozprawa obejmuje swym zakresem informację na temat teoretycznych podstaw procesu oceny zdolności przetargowej, ale również praktyczne aspekty ich realizacji w warunkach funkcjonowania rzeczywistych przedsiębiorstw transportu publicznego.

W ramach badań przeprowadzono:

- analizę literatury przedmiotu w zakresie aspektów związanych zarządzeniem przedsiębiorstwem transportowym oraz metod oceny potencjału technicznego i ekonomicznego ów przedsiębiorstw.
- identyfikację i charakterystykę czynników determinujących zdolność taborową wraz z analizą problemu.
- opracowanie systemu wskaźników technicznych, operacyjnych i ekonomicznych pozwalających na przeprowadzenie oceny zdolności przedsiębiorstwa w zakresie realizacji zakładanego zysku przez przedsiębiorstwo,
- konstrukcję syntetycznego modelu oceny opartego na metodach analizy wielokryterialnej.
- walidację opracowanego modelu z wykorzystaniem danych empirycznych pochodzących z rzeczywistego przedsiębiorstwa transportowego,
- analizę porównawczą wyników w kontekście efektywności ekonomicznej udziału w przetargach publicznych (na podstawie danych historycznych) oraz sformułowanie praktycznych rekomendacji dotyczących jego zastosowania w procesach decyzyjnych.

4.4. Metodyka badawcza

W warunkach dynamicznych zmian na rynku oraz rosnących wymagań stawianych organizatorom transportu publicznego, kluczowym wyzwaniem dla przedsiębiorstw staje się utrzymanie wysokiej niezawodności oraz gotowości operacyjnej posiadanego taboru. Istotne znaczenie zyskuje to w kontekście udziału w postępowaniach przetargowych, w których

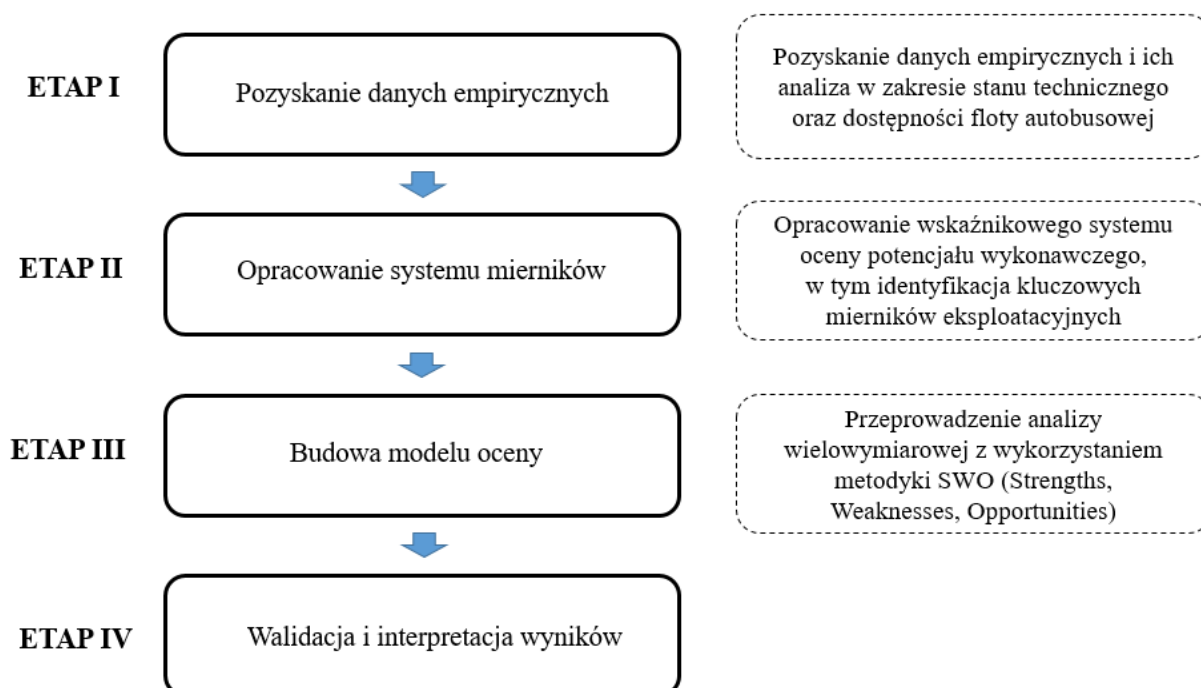
spełnienie wymagań formalnych oraz wykazanie odpowiedniego potencjału wykonawczego stanowi warunek konieczny uzyskania kontraktu.

W odpowiedzi na powyższe wyzwania, w rozprawie doktorskiej opracowano autorską metodę oceny zdolności przedsiębiorstw transportowych, której podstawowym celem jest pomoc w procesie decyzyjnym związanym z udziałem w przetargach publicznych. Proponowane rozwiązanie obejmuje zastosowanie narzędzi analitycznych umożliwiających w sposób ustandaryzowany ocenę rzeczywistych możliwości przedsiębiorstwa transportowego, uwzględniając zarówno stan techniczny posiadanej floty, jak i parametry związane z jej niezawodnością, dostępnością oraz kosztami utrzymania.

Realizacja postawionego celu badawczego opisanego w rozdziale 4.3. wymagała przyjęcia przez autora pracy uporządkowanego, etapowego podejścia, w którym poszczególne etapy postępowania prowadzą od analizy stanu istniejącego, poprzez budowę modelu oceny, aż po jego weryfikację i praktyczne zastosowanie.

Przeprowadzone działania opierają się na założeniu, że podejmowane decyzje o przystąpieniu do przetargu powinna być wynikiem wieloaspektowej analizy potencjału przedsiębiorstwa, w sposób szczególnie uwzględniający stan techniczny posiadanego przez przedsiębiorstwo taboru.

W rozprawie doktorskiej przyjęta została czteroetapowa metodyka postępowania, zapewniająca zrealizowanie zakładanego celu pracy, rysunek 5.



Rysunek 5. Metodyka pracy własnej

Etap pierwszy autorskiej metodyki obejmuje gromadzenie danych empirycznych o odpowiedniej dokładności, stanowiących podstawę dalszych analiz badawczych oraz modelu oceny zaproponowanego rozwiązania systemowego. Proces pozyskiwania danych realizowany jest poprzez zbieranie i analizę dostępnych informacji z zakresu technicznych parametrów taboru, ekonomicznych obejmujących obszar finansowy oraz operacyjnych dotyczących swym zakresem również dostępność posiadanych zasobów (floty pojazdów). W etapie tym szczególnie wykorzystywane są archiwalne dane eksploatacyjne, obejmującego flotę pojazdów posiadanych przez przedsiębiorstwo. Dane te umożliwiają identyfikację awaryjności autobusów, a także strukturę i poziom kosztów ich naprawy.

Etap drugi obejmuje opracowanie grupy wskaźników oceny taboru posiadanego przez przedsiębiorstwo w obszarze zdolności technicznej (TW), operacyjnej (OW) oraz ekonomicznej (EW). Niezbędne jest w tym zakresie zdefiniowanie:

- Wskaźników technicznych odnoszących się do niezawodności i dostępności floty. wskaźników operacyjnych określających efektywność wykorzystania pojazdów i organizacji pracy.
- Wskaźników ekonomicznych dotyczących kosztów utrzymania, poziomu nakładów na części zamienne oraz prowadzonych napraw.
- Wskaźników operacyjnych pozwalających na określenie dostępności posiadanych zasobów transportowych.

Właściwe opracowanie wskaźników stanowi podstawę dalszych etapów badań, umożliwiając przeprowadzenie rzetelnej oceny funkcjonowania przedsiębiorstwa transportowego w kontekście opłacalności podjęcia próby przystąpienia do udziału w przetargu.

Wskaźniki techniczne

1. Średnia liczba awarii na pojazd/rok (TW_1)

Wyznaczenie wskaźnika TW_1 pozwala na zdefiniowanie liczby awarii przypadających na jeden pojazd niezależnie od jego wieku, przebiegu oraz historii awarii występujących w przeszłości.

$$TW_1 = \frac{L}{N * O} \quad (12)$$

Gdzie:

L – łączna liczba awarii,

N – liczba pojazdów,

O – okres czasu (rok).

2. Wskaźnik intensywności awarii (TW₂)

Wyznaczenie wskaźnika TW₂ umożliwia określenie częstość wystąpienia awarii pojazdu, uwzględniając łączną liczbę motogodzin przebytych przez posiadane pojazdy

$$TW_2 = \frac{L}{MTH} \quad (13)$$

Gdzie:

MTH – łączna liczba motogodzin.

3. MTBF (Mean Time Between Failures) (TW₃)

Wyznaczenie wskaźnika TW₃ umożliwia zdefiniowanie średniego czasu pomiędzy wystąpieniem kolejnych awarii poszczególnych pojazdów wchodzących w skład taboru.

$$TW_3 = \frac{T_p}{L} \quad (14)$$

Gdzie:

T_p – średni czas pracy pojazdu.

Wskaźniki ekonomiczne

1. Średni koszt usunięcia awarii (EW₄)

Wskaźnik EW₄ pozwala na określenie średniego poziomu kosztów poniesionych przez przedsiębiorstwo w wyniku wystąpienia awarii.

$$EW_4 = \frac{K}{L} \quad (15)$$

Gdzie:

K – całkowity koszt awarii.

2. Koszty awarii na pojazd/rok (EW_5)

Wyznaczenie wskaźnika EW_5 umożliwia określenie kosztu awarii przypadający na jeden pojazd przypadający na jeden rok.

$$EW_5 = \frac{K}{N * O} \quad (16)$$

3. Koszt awarii na jeden przejechany kilometr (EW_6)

Wskaźnik EW_6 wskazuje na dodatkowe koszty wynikające z eksploatacji taboru na każdy przejechany kilometr w danym okresie czasu

$$EW_6 = \frac{K}{Q} \quad (17)$$

Gdzie:

Q – łączna liczba przejechanych kilometrów w danym okresie czasu.

Wskaźniki dostępności i niezawodności operacyjnej

1. Techniczna dostępność pojazdu (OW_7)

Wskaźnik OW_7 jest miarą wskazującą, jak długo autobus może być faktycznie wykorzystywany w ruchu w stosunku do całkowitego czasu, którym dysponuje przedsiębiorstwo. Uwzględnia się tu zarówno czas pracy pojazdu, jak i okresy jego

unieruchomienia spowodowane przeglądami, naprawami, remontami czy oczekiwaniem na części zamienne.

$$OW_7 = \frac{T_u}{T_c} * 100\% \quad (18)$$

Gdzie:

T_u – czas sprawności pojazdu,

T_c – całkowity czas dostępności.

2. Utracone dni eksploatacyjne (OW_8)

Wskaźnik OW_8 , który obrazuje, ile godzin pojazd pozostawał wyłączony z użytkowania z powodu przyczyn technicznych, takich jak awarie, naprawy bieżące, remonty czy brak części zamiennych.

$$OW_8 = \frac{L * T_n}{N * O} \quad (19)$$

Gdzie:

T_n – średni czas naprawy jednej awarii.

Dobór wskaźników oceny zależy od specyfiki przedsiębiorstwa transportowego oraz dostępności wiarygodnych danych historycznych, umożliwiających ich precyzyjne wyznaczenie. Kluczowe znaczenie ma to, aby proces definiowania wskaźników był realizowany przez osoby kompetentne, dysponujące odpowiednim doświadczeniem w zakresie zarządzania przedsiębiorstwem transportowym.

Zaangażowanie ekspertów praktycznie związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstwa zwiększa szansę na właściwe zidentyfikowanie i uwzględnienie tych aspektów działalności, które mają rzeczywiste oddziaływanie na efektywność operacyjną i ekonomiczną podmiotu. Zaproponowane podejście umożliwia skoncentrowanie analizy na czynnikach o najwyższym znaczeniu decyzyjnym, co z kolei zwiększa trafność i użyteczność uzyskanych wyników w prowadzonej ocenie.

Etap trzeci obejmuje budowę modelu oceny efektywności funkcjonowania taboru. W celu realizacji etapu trzeciego niezbędnym staje się zastosowanie analiz wielokryterialnych, które pozwalają na uwzględnienie różnych wskaźników oraz przypisanie im odpowiednich wag odzwierciedlających ich znaczenie dla funkcjonowania wybranego przedsiębiorstwa. Wykorzystanie metod wielokryterialnych umożliwia skonstruowanie systemu oceny o wysokim poziomie dokładności, która odnosi się bezpośrednio do złożoności analizowanego obszaru.

Zastosowany w rozprawie doktorskiej Syntetyczny Wskaźnik Oceny (SWO) umożliwia wielowymiarową ocenę badanego obiektu (w rozpatrywanym przypadku stan taboru pojazdów posiadany przez przedsiębiorstwo), pozwalając zagregować wyznaczone wskaźniki.

$$SWO = TW^* \cdot \alpha + EW^* \cdot \beta + OW^* \cdot \gamma \quad (20)$$

Gdzie:

TW^* , EW^* , OW^* - znormalizowane wartości wskaźników (metoda min – max)

α , β , γ – przypisane wagi

Znormalizowanie minimum – maksimum uzyskanych wartości pozwala na sprowadzenie wskaźników wyrażonych w odmiennych jednostkach i o różnych skalach wartości do wspólnego przedziału. Proces ten polega na określeniu dla każdego wskaźnika j wartości minimalnej oraz maksymalnej w posiadanym zbiorze danych, a następnie przeprowadzeniu skalowania danej wartości dla średniej wartości pozostałych danych wybranego wskaźnika.

- Dla wskaźnik będącego destymulantą

$$XW^* = \frac{W_j^{max} - \bar{W}}{W_j^{max} - W_j^{min}} \quad (21)$$

- Dla wskaźnik będącego stymulantą

$$XW^* = \frac{\bar{W} - W_j^{min}}{W_j^{max} - W_j^{min}} \quad (22)$$

Gdzie:

XW^* - znormalizowana wartość wybranego wskaźnika,

W_j^{min} – minimalna wartość wskaźnika w całym zbiorze danych,

W_j^{max} – maksymalna wartość wskaźnika w całym zbiorze danych,

$\bar{W}$ - średnia wartość wskaźników, bez uwzględnienia maksymalnej i minimalnej wartości wskaźnika w całym zbiorze danych.

Następnie w celu przypisania wag wskaźnikom niezbędnym jest wykorzystanie metody AHP (Analytic Hierarchy Process) pozwalającej na ocenę istotności danej grupy kryteriów. W pierwszej kolejności tworzona jest macierz pozwalająca na ocenę par wskaźników i obliczenie ich wartości, tabela 2.

Tabela 2. Macierz oceny par wskaźników

	TW	EW	OW	SUMA
TW	O_{11}	O_{12}	O_{13}	G_1
EW	O_{21}	O_{22}	O_{23}	G_2
OW	O_{31}	O_{32}	O_{33}	G_3

Gdzie:

O_{mn} – ocena częściowa wariantów (m – numer wiersza, n – numer kolumny).

G – suma wartości ocen.

$O_{11}, O_{22}, O_{33} = 1$.

Do oceny częściowej wariantów, wykorzystana jest skala Saaty’ego (1–9), dla zaprezentowanej metodyki zakłada się: $O_{mn} = 1$ – równe znaczenie, 3 – umiarkowanie ważniejsze, 5 – wyraźnie ważniejsze, 9 – skrajnie ważniejsze.

Następnie niezbędnym jest przeprowadzenie normalizacji uzyskanych wyników, tabela 3.

Tabela 3. Normalizacja uzyskanych wyników.

TW	$\frac{O_{11}}{G_1}$	$\frac{O_{12}}{G_2}$	$\frac{O_{13}}{G_3}$
EW	$\frac{O_{21}}{G_1}$	$\frac{O_{22}}{G_2}$	$\frac{O_{23}}{G_3}$
OW	$\frac{O_{31}}{G_1}$	$\frac{O_{32}}{G_2}$	$\frac{O_{33}}{G_3}$

$$\alpha = \frac{\frac{O_{11}}{G_1} + \frac{O_{12}}{G_2} + \frac{O_{13}}{G_3}}{3} \quad (23)$$

$$\beta = \frac{\frac{O_{21}}{G_1} + \frac{O_{22}}{G_2} + \frac{O_{23}}{G_3}}{3} \quad (24)$$

$$\gamma = \frac{\frac{O_{31}}{G_1} + \frac{O_{32}}{G_2} + \frac{O_{33}}{G_3}}{3} \quad (25)$$

Przeprowadzenie analizy wielokryterialnej wymaga zaangażowania osób dysponujących odpowiednimi kwalifikacjami oraz doświadczeniem praktycznym w zakresie zarządzania przedsiębiorstwem transportowym. Proces ten, ze względu na swoją złożoność i interdyscyplinarny charakter, powinien być realizowany przez specjalistów posiadających wiedzę zarówno z obszaru inżynierii środków transportu, jak i ekonomiki oraz organizacji przewozów. Zastosowanie metod wielokryterialnych, wymaga nie tylko umiejętności poprawnego przeprowadzenia procedury matematycznej, ale również zrozumienia znaczenia poszczególnych kryteriów w kontekście funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Eksperci dokonujący oceny powinni cechować się zdolnością do szczegółowej wiedzy w obszarze aspektów technicznych, eksploatacyjnych i finansowych. Przypisanie wag oparte wyłącznie na analizie formalnej, bez odniesienia do realnych uwarunkowań rynkowych i organizacyjnych, mogłoby prowadzić do zniekształcenia wyników oraz utraty waloru prognostycznego metody. Z tego względu kluczowe jest, aby w procesie analitycznym uczestniczyły osoby posiadające doświadczenie w zarządzaniu flotą autobusową, znajomość procesów eksploatacyjnych, cyklu życia pojazdów oraz kosztów utrzymania taboru.

Wskazane jest również, aby zespół przeprowadzający analizę miał charakter interdyscyplinarny tj. obejmujący zarówno przedstawicieli kadry technicznej, jak i ekonomiczno-analitycznej. Rozwiązanie obejmujące powołanie interdyscyplinarnego zespołu umożliwia uwzględnienie pełnego spektrum czynników determinujących efektywność funkcjonowania przedsiębiorstwa transportowego. Udział specjalistów z różnych dziedzin pozwala na właściwe wyważenie relacji pomiędzy niezawodnością techniczną a opłacalnością ekonomiczną oraz na uzyskanie syntetycznego obrazu zdolności operacyjnej przedsiębiorstwa.

Etap czwarty obejmuje walidację i interpretację uzyskanych wyników. Niezbędnym jest, aby opracowany model został zweryfikowany poprzez porównanie jego rezultatów z danymi rzeczywistymi. W tym celu autor pracy zakłada przeprowadzenie badań statystycznych na podstawie danych historycznych, obejmujących analizę wartości wskaźników zarówno dla przetargów przynoszących zakładany zysk, jak i dla przetargów niedoszacowanych. Dzięki temu możliwe staje się sprawdzenie zarówno trafności, jak i użyteczności przyjętych wskaźników (TW, EW, OW) będących podstawą autorskiej metody wspomagania decyzji.

Ponadto, w rozprawie doktorskiej przewiduje się przeprowadzenie analizy danych historycznych w celu oceny skuteczności zaproponowanej autorskiej metody wspomagania decyzji. Analiza ta obejmie porównanie wyników uzyskanych w przetargach, które pozwoliły na osiągnięcie zakładanego poziomu zysku, z wynikami postępowań, w których nie udało się uzyskać oczekiwanej rentowności. W celu zapewnienia obiektywności i wiarygodności wniosków, planowane jest zastosowanie testów statystycznych umożliwiających weryfikację hipotez dotyczących występowania istotnych różnic pomiędzy wartościami wybranych wskaźników w obu grupach przetargów.

Rezultaty opisanych działań umożliwią sformułowanie praktycznych zaleceń dotyczących oceny potencjalnych przetargów oraz identyfikacji kluczowych obszarów wymagających szczególnej uwagi przy podejmowaniu decyzji o przystąpieniu do postępowania. Uzyskane wnioski stanowiąc będą podstawę do walidacji opracowanej metody i potwierdzenia jej przydatności w procesie wspomagania decyzji zarządczych w przedsiębiorstwach transportu zbiorowego.

4.5. Charakterystyka przedsiębiorstwa

Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej w Żarach rozpoczęło działalność w formie spółki akcyjnej 1 lutego 1999 roku. Powstało ono w wyniku przekształcenia Państwowego Przedsiębiorstwa Komunikacji Samochodowej (PPKS) w Żarach, w ramach procesu prywatyzacji. W momencie powstania właścicielami spółki zostali w całości jej pracownicy, co było rozwiązaniem charakterystycznym dla tego okresu transformacji gospodarczej w Polsce. Obecnie przedsiębiorstwo zatrudnia ponad 200 osób i pełni istotną rolę w regionalnym systemie transportu publicznego, rysunek 6.

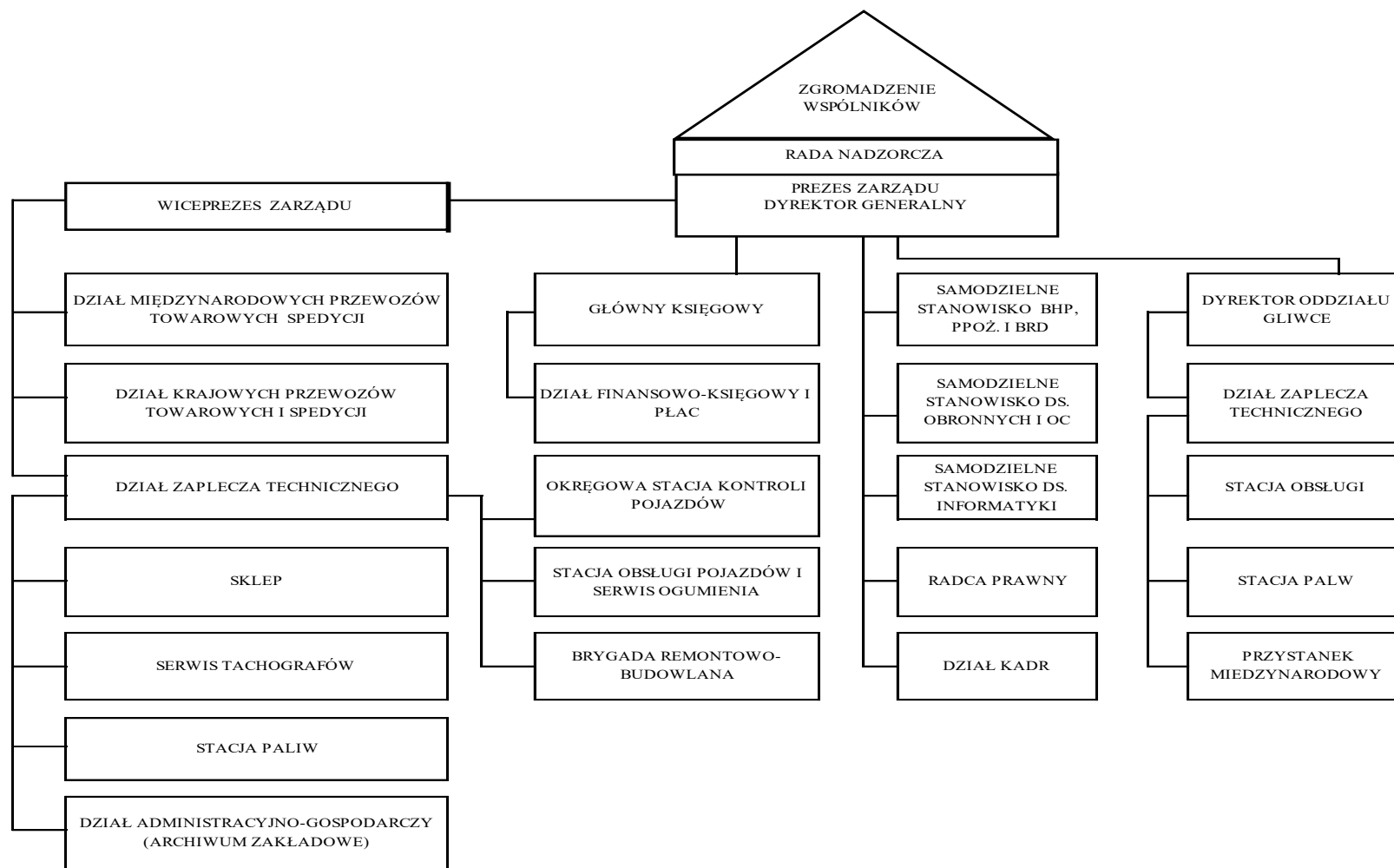
Według danych Ministerstwa Skarbu, w latach 1990–2005 prywatyzacją objęto ponad 5700 przedsiębiorstw państwowych. PKS Żary uchodzi za jeden z najlepiej przygotowanych i przeprowadzonych przykładów takiego procesu, szczególnie że był to pierwszy w Polsce

prywatyzowany oddział PKS. Całość działań związanych z przekształceniem nadzorowała specjalnie powołana komisja, w skład której weszli przedstawiciele kierownictwa, związków zawodowych oraz grup pracowniczych. To właśnie komisja odpowiadała za opracowanie i wdrożenie kolejnych etapów prywatyzacji, co wymagało zarówno dużej odpowiedzialności, jak i sprawnej współpracy wszystkich stron zaangażowanych w proces.

Decyzja o przeprowadzeniu prywatyzacji w formie leasingu pracowniczego, bez udziału inwestora zewnętrznego, została podjęta 29 grudnia 1998 roku przez ówczesnego wojewodę zielonogórskiego. Dzięki temu już od lutego 1999 roku spółka mogła funkcjonować w nowej formie prawnej, co zapewniło jej większą elastyczność działania oraz możliwość samodzielnego podejmowania decyzji strategicznych. Zdobyte przy tym doświadczenia umożliwiły jej aktywne uczestnictwo w procesach prywatyzacyjnych innych przedsiębiorstw z branży.

W grudniu 2003 roku PKS Żary nabył pakiet kontrolny PKS sp. z o.o. w Gliwicach, a w kolejnych latach brał udział również w prywatyzacji PKS Legnica, PKS Ława oraz PKS Tomaszów Mazowiecki. Świadczy to o tym, że spółka nie ograniczyła się wyłącznie do działalności lokalnej, lecz zaczęła odgrywać aktywną rolę w restrukturyzacji sektora transportu samochodowego w skali ogólnopolskiej.

Należy podkreślić, że PKS Żary nie tylko utrzymał się na konkurencyjnym rynku przewozów pasażerskich, ale także rozwijał swoją działalność poprzez dywersyfikację usług i dostosowanie oferty do zmieniających się potrzeb pasażerów. Spółka, dzięki stabilnej sytuacji organizacyjnej i ekonomicznej, stała się przykładem udanego przekształcenia przedsiębiorstwa państwowego w spółkę akcyjną z pełnym udziałem pracowników, co miało istotne znaczenie w procesie przemian własnościowych w Polsce.



Rysunek 6. Schemat organizacyjny przedsiębiorstwa

Najwyższą władzę w przedsiębiorstwie sprawują trzy organy:

- walne zgromadzenie akcjonariuszy,
- rada nadzorcza,
- zarząd spółki.

Kompetencje walnego zgromadzenia PKS S.A. Żary określone są przez przepisy Kodeksu spółek handlowych, postanowienia statutu spółki oraz uchwalony przez akcjonariuszy regulamin walnego zgromadzenia.

Rada nadzorcza funkcjonuje na podstawie Kodeksu spółek handlowych, statutu oraz regulaminu rady nadzorczej, przyjętego przez walne zgromadzenie. Dokument ten precyzuje zasady jej działania, a także zakres uprawnień kontrolnych i nadzorczych.

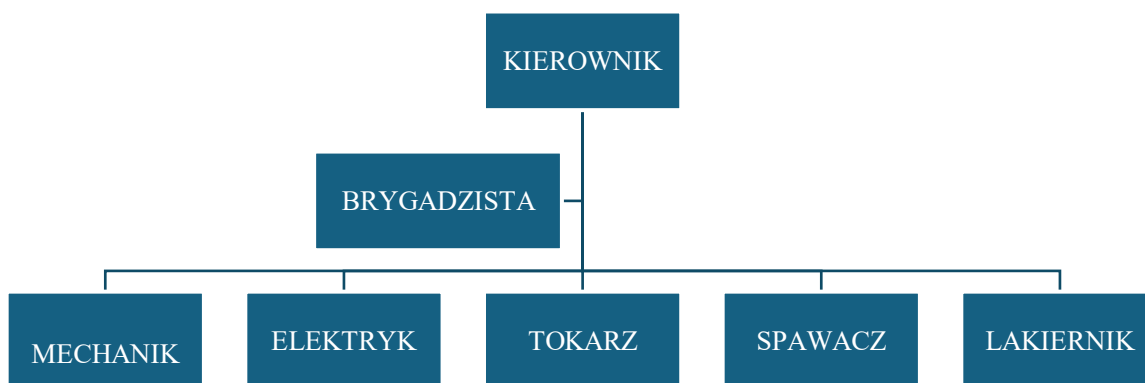
Zarząd spółki jest organem dwuosobowym, w skład, którego wchodzi prezes zarządu, pełniący jednocześnie funkcję dyrektora generalnego oraz wiceprezes. Zarząd prowadzi sprawy spółki, zarządza jej majątkiem i reprezentuje ją na zewnątrz. Prezes posiada prawo do jednoosobowej reprezentacji w postępowaniach przed sądami powszechnymi i administracyjnymi, organami administracji publicznej oraz innymi instytucjami. Dodatkowo prezes składa oświadczenia woli w imieniu spółki oraz wykonuje czynności związane ze stosunkiem pracy pracowników, z możliwością upoważnienia do tego innej osoby. Zarząd działa zgodnie z regulaminem uchwalonym przez walne zgromadzenie i zatwierdzonym przez radę nadzorczą.

Struktura organizacyjna przedsiębiorstwa obejmuje zarówno samodzielne stanowiska pracy, jak i działy (komórki organizacyjne). Samodzielne stanowisko pracy oznacza pojedyncze stanowisko, na którym nie występuje podział funkcji ani czynności, podległe bezpośrednio dyrektorowi generalnemu bądź dyrektorowi oddziału. Dział natomiast stanowi komórkę organizacyjną zatrudniającą co najmniej trzy osoby. W dziale liczącym minimum dziesięciu pracowników może być utworzone jedno stanowisko zastępcy kierownika. W przypadku jego braku obowiązki kierownika przejmuje wyznaczony przez niego pracownik.

Organizacja pracy w przedsiębiorstwie opiera się na zasadzie jednoosobowego zarządzania. Poszczególne komórki organizacyjne funkcjonują według zasad ekonomicznej efektywności oraz obowiązujących regulacji wewnętrznych, utrzymując ścisłą współpracę i koordynację działań. Ważnym elementem jest również wewnętrzne rozliczanie się jednostek za wzajemnie świadczone usługi. System pracy zapewnia ciągłość poprzez zastępowanie nieobecnych pracowników, tak aby realizacja zadań nie ulegała przerwaniu.

Na rysunku 7 przedstawiono schemat organizacyjny działu Stacja Obsługi, odpowiedzialnego za naprawę pojazdów mechanicznych. Kierownik działu nadzoruje pracę

podległych osób, analizuje efektywność i rentowność jednostki, organizuje szkolenia, a także kontroluje przebieg działań. Wszelkie nieprawidłowości są natychmiast korygowane zgodnie z zasadami Total Productive Maintenance (TPM), których celem jest brak awarii, brak braków jakościowych oraz brak wypadków.



Rysunek 7. Schemat organizacyjny działu Stacja Obsługi

Obowiązki brygadzysty obejmują bezpośredni nadzór nad zadaniami realizowanymi przez pracowników w trakcie zmiany roboczej. W przypadku wystąpienia niezgodności brygadzysta podejmuje działania korygujące, a informacje o problemach przekazywane są do kierownika działu, który raportuje je dyrektorowi oddziału.

4.5.1. Organizacja Służb Remontowych

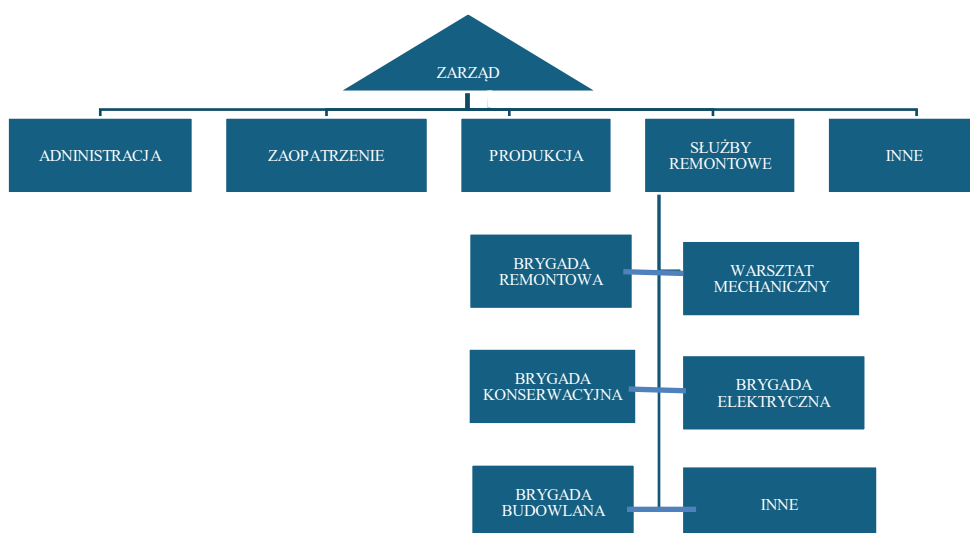
Organizacja prac remontowych jak również działań związanych z utrzymaniem ruchu w przedsiębiorstwie wiąże się z wyborem odpowiedniej struktury organizacyjnej. Prawidłowa struktura organizacyjna ma za zadanie umożliwić odpowiednie przygotowanie i realizację różnorodnych zadań wchodzących w zakres procesów obsługi czy remontowych. Dąży się do minimalizacji czasu trwania prac remontowych jak i minimalizacji kosztów. Główną uwagę skupia się więc na systemie decyzyjnym, systemie obiegu informacji, systemie obiegu informacji, systemie emisji, dokumentacji, podziale zadań które wykonywane będą przez własne służby lub środkami zewnętrznymi, przestrzennej alokacji poszczególnych komórek organizacyjnych realizujących prace remontowe i czynności związane z utrzymaniem ruchu. W praktyce najczęściej spotyka się w ramach organizacji służb remontowych:

- strukturę scentralizowaną,
- strukturę zdecentralizowaną,

- strukturę zintegrowaną,
- strukturę kombinowaną.

Wspominając o strukturach zauważyć należy że tworzą się w układzie bazującym na strukturze pionowej tj. takiej, która kierunkuje poszczególne pionowe organizacyjne przedsiębiorstwa na realizację określonych funkcji czy zadań oraz strukturze poziomej skierowanej na realizację konkretnych zadań nazywanych często projektami.

Aktualna praktyka pokazuje ponadto na dużą użyteczność tzw. struktur macierzowych. Łączą one strukturę pionową ze strukturą poziomą. Przykładem tego rodzaju podejścia do budowy struktur jest koncepcja TPM przyjmująca za podstawowy cel utworzenie oraz współdziałanie różnych zespołów interdyscyplinarnych wspólnie realizujących zlecone zadania. Na rysunkach 8 przedstawiono graficzne przykładowe struktury organizacyjne przedsiębiorstwa.



Rysunek 8 Struktura organizacyjna scentralizowana

W przypadku struktury scentralizowanej całość zadań dotyczących remontów czy konserwacji skupiona jest w pionie Głównego Mechanika. Poszczególne zakresy prac wykonują określone komórki organizacyjne wchodzące w skład tego pionu. Mają one też przypisaną odpowiedzialność za stan techniczny wszystkich obiektów, które znajdują się na stanie przedsiębiorstwa. Pozwala to na koncentrację różnego rodzaju prac lepsze rozplanowanie w czasie poszczególnych remontów. Odmienna ma przedsiębiorstwo gdzie procesy remontowe mają charakter zdecentralizowany. Pracownicy służb utrzymania ruchu podporządkowani są organizacyjnie kierownikom danego wydziału produkcyjnego czy też komórki realizującej

różnego rodzaju usługi. Taki rodzaj struktury pozwala na lepsze wykorzystanie pracowników, większą ich specjalizację, pełniejsze skoordynowanie prac produkcyjnych z pracami remontowymi czy konserwacyjnymi, Organizacja zdecentralizowana umożliwia ponadto zapewnienie pełniejszej współpracy na linii pracownicy, pracownicy służb remontowych jak również umożliwia posiadanie pełniejszej wiedzy o aktualnym stanie wszystkich środków technicznych będących na wyposażeniu wydziału. Tego typu rozwiązania organizacyjne preferowane są w dużych przedsiębiorstwach. Generalnie rzecz biorąc zarówno struktura organizacyjna zcentralizowana czy też zdecentralizowana ma szereg zalet jak i wad. Przykładowo w przypadku struktury scentralizowanej można wskazać wśród zalet na:

- mniejszą liczbę pracowników służb remontowych a przez to lepsze ich obciążenie,
- umożliwia pełniejsze wykorzystanie pracowników o różnych kwalifikacjach,
- w ramach poszczególnych komórek organizacyjnych możliwa jest koncentracja poszczególnych prac remontowych,
- poszczególne komórki organizacyjne odpowiedzialne za różne prace remontowe dysponują na ogół nowoczesnymi maszynami i urządzeniami warsztatowymi, są często wysoko wyspecjalizowane.

Do głównych wad takiego rozwiązania należy zaliczyć:

- duże rozproszenie i zróżnicowana alokacja poszczególnych obiektów remontowych,
- trudniejsze dokonywanie zmian dotyczących zaplanowanych prac remontowych,
- mniejsza elastyczność wszelkich zmian wynikająca min. z dłuższych dróg przepływu informacji i podjętych decyzji,
- potrzebę częstego przemieszczania na różne stanowiska remontowe podanych remontom maszyn.

W przypadku struktury zdecentralizowanej do zalet można zaliczyć

- dobrą znajomość poszczególnych maszyn i urządzeń oraz ich stanu technicznego,
- współpracę przekazywanie informacji pomiędzy pracownikami obszaru produkcji a pracownikami służb remontowych,
- szybszy przepływ informacji oraz decyzji,
- wysoką elastyczność w zakresie wykonywanych prac,
- każdy wydział produkcyjny ma przyporządkowany dział utrzymania ruchu.

Wady struktury zdecentralizowanej to przykładowo:

- możliwość dublowania się pracowników o różnych kwalifikacjach a przez to niepełne ich obciążenie,

- niepełne wykorzystanie wiedzy i umiejętności pracowników,
- dublujące się wykorzystanie warsztatów remontowych poszczególnych wydziałów produkcyjnych.

Zwrócić należy uwagę, że w strukturze organizacyjnej zintegrowanej pracownicy wykonujący pracę remontowe mają oprócz podstawowych zadań tj. utrzymania będącego w dyspozycji parku maszynowego za zadanie realizowania niektórych prac produkcyjno-usługowych. Takie rozwiązanie wiąże się z koniecznością odpowiednio wykwalifikowanej, wszechstronnie kadry pracowniczej. Praktyka pokazuje, że nie zawsze ukształtowanie struktur klasycznych jest praktycznie uzasadnione. Stąd też można mówić o strukturach kombinowanych różniących się rozwiązaniami organizacyjnymi na poszczególnych szczeblach zarządzania.

Całość działań związanych z gospodarką remontową pokazuje, że w ostatnim okresie czasu rośnie również konkurencyjność firm świadczące usługi remontowe. Głównym polem konkurowania jest koszt. Dąży się do minimalizacji kosztów oraz nakładów na utrzymanie maszyn i urządzeń w sprawności eksploatacyjnej. Coraz częściej mamy też, do czynienia ze zleceniem prac remontowych jednostką zewnętrzną co jeszcze bardziej przekłada się na poziom konkurencyjności. Takie podejście do działalności remontowej przejawia się w filozofii systemu Total Productive Maintenance TPM. Najogólniej mówiąc dąży się do tego aby wszelkie działania realizowane były w miejscach gdzie maszyny czy urządzenia są zlokalizowane w warsztatach naprawczych czy też w warsztacie obcej firmy, której dane prace naprawcze czy remontowe zlecono. Istotnym jest aby prace związane z utrzymaniem ruchu były zintegrowane z procesem produkcyjnym. Takie pojęcie wiąże się z potrzebą wykonania prac przemodelowanych strukturą organizacyjną szczególnie w zakresie nowego podziału zadań. Takie rozwiązanie wymaga głębokich zmian zwłaszcza w podziale zadań między pracowników służb remontowych. To z kolei wiąże się z koniecznością odpowiedniego przygotowania pracowników firmy do takich zmian. Mamy więc do czynienia sytuacją charakteryzującą się tym że:

- dąży się do wdrażania i rozwijania prostych, zwłaszcza, z technologicznego punktu widzenia metod utrzymania maszyn i urządzeń w pełnej sprawności eksploatacyjnej,
- pracownik produkcyjny obsługujący daną maszynę czy urządzenie zobligowany jest do wykonania najczęściej prostych czynności obsługowych czy konserwacyjnych,
- pracownicy służb remontowych czy służb utrzymania ruchu współpracują z pracownikami produkcyjnymi,

- pracownicy strefy produkcyjnej aktywnie włączają się w prowadzenie prac o charakterze zapobiegawczym,
- kadra kierownicza odpowiedzialna jest za odpowiednie szkolenie pracowników w zakresie wykonywania czynności umożliwiających utrzymanie parku maszynowego na odpowiednim poziomie sprawności eksploatacyjnej,
- proces szkolenia musi mieć charakter ciągły tak jak w sposób ciągły zmianie ulega będący w dyspozycji park maszynowy,
- system remontowy wymaga sprawnego i elastycznego zarządzania.

Wynikające z praktyki doświadczenia pokazują, że głębokie zmiany najczęściej powodują różne problemy, zwłaszcza o charakterze organizacyjnym. Tak jest w przypadku łączenia sfery produkcji ze sferą utrzymania ruchu. Nastąpić bowiem musi dopasowanie do siebie pracowników środków pracy, narzędzi, przepływów informacyjnych itp. aby realizacja zaplanowanych i realizowanych prac przebiegała w sposób sprawny a przede wszystkim ekonomiczny. Istotną rolę odgrywa więc proces planowania, organizacji, kontroli czy sterowania. Funkcja ta znajduje odbicie w parametrach procesów i związanych z tym elementów takich jak maszyny, urządzenia, narzędzia, materiały, części zamienne, urządzenia diagnostyczne, pomocnicze czy transportowe.

4.6. Analiza danych dotyczących floty przedsiębiorstwa komunikacyjnego

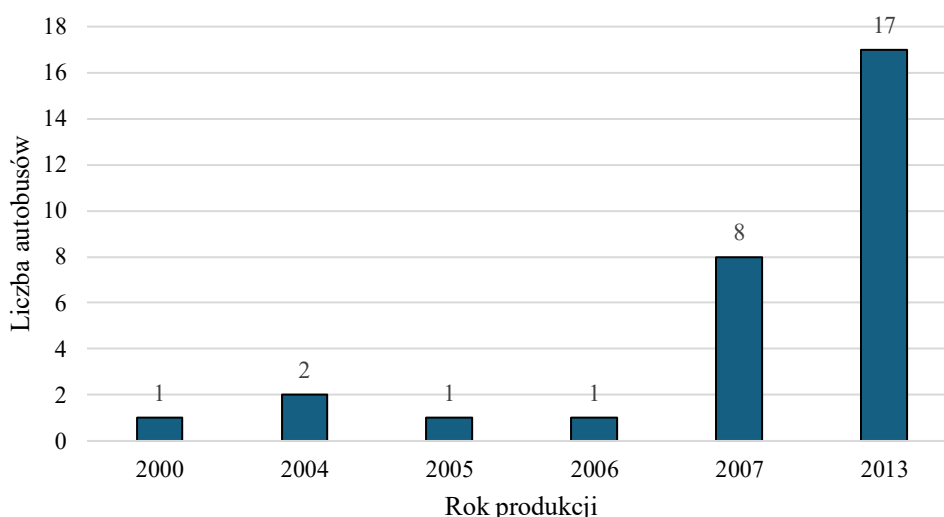
Informacje wykorzystane do analizy pochodziły z dokumentacji eksploatacyjnej przedsiębiorstwa transportowego opisanego w rozdziale 4.5.

W niniejszej rozprawie doktorskiej uwzględniono zarówno dane historyczne obejmujące lata 2020–2022. Materiał badawczy został opracowany w oparciu o kilka grup informacji:

- Rejestrowaną w poszczególnych latach liczbę awarii, wynikającą z zapisów serwisowych i systemu obsługi technicznej.
- Koszty ponoszone na naprawy, obejmujące zarówno części zamienne, jak i robociznę, potwierdzane dokumentami księgowymi i fakturami,
- Wiek pojazdów, wyznaczony na podstawie daty ich produkcji,
- Markę i model, pozwalające na dodatkowe grupowanie taboru,
- Czas pracy autobusów oraz czas ich postoju związany z naprawami lub oczekiwaniem na dostawę części.

Informacje dotyczące poszczególnych danych, uzyskane zostały bezpośrednio z systemów informatycznych obsługujących flotę, natomiast w przypadku danych dotyczących awarii oraz czasu przestoju konieczne było ręczne zestawienie ich z raportów serwisowych.

Dane, na podstawie których przeprowadzona została analiza obejmował flotę składającą się z trzydziestu autobusów. Struktura wiekowa badanej floty była zróżnicowana. Najstarszy pojazd został wyprodukowany w roku 2000, natomiast największą grupę stanowiły autobusy wyprodukowane w roku 2013, których było siedemnaście. Kolejną liczną grupę tworzyły autobusy wyprodukowane w 2007 roku w liczbie ośmiu sztuk. W pozostałych latach liczba pojazdów obejmowała po jednym autobusie wyprodukowanym w roku 2000, 2005 oraz 2006, a także dwa autobusy z roku 2004, rysunek 9.

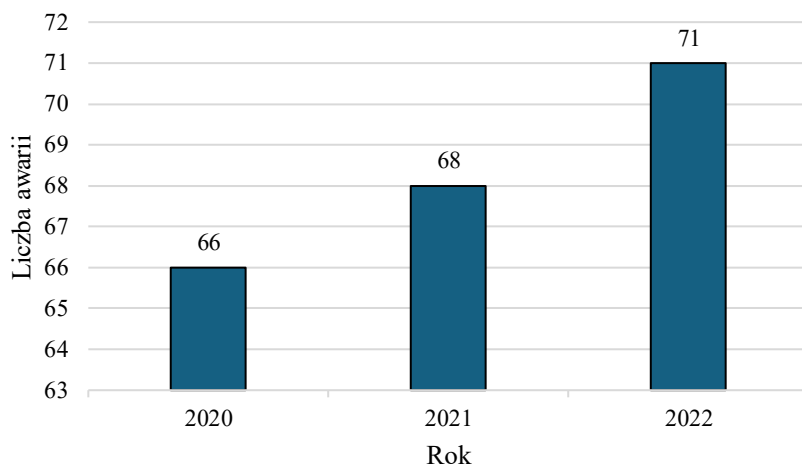


Rysunek 9. Struktura taboru przedsiębiorstwa transportowego

Pod względem marki posiadanych autobusów, w analizowanym zbiorze uwzględniono trzy firmy produkcyjne. Najliczniej reprezentowane były pojazdy marki Irisbus, których było trzynaście. Ta sama liczebność tj. trzynaście pojazdów, odnotowano w przypadku autobusów marki SOR. Najmniej liczną grupę stanowiły autobusy marki SETRA, których w całej próbie badawczej było cztery.

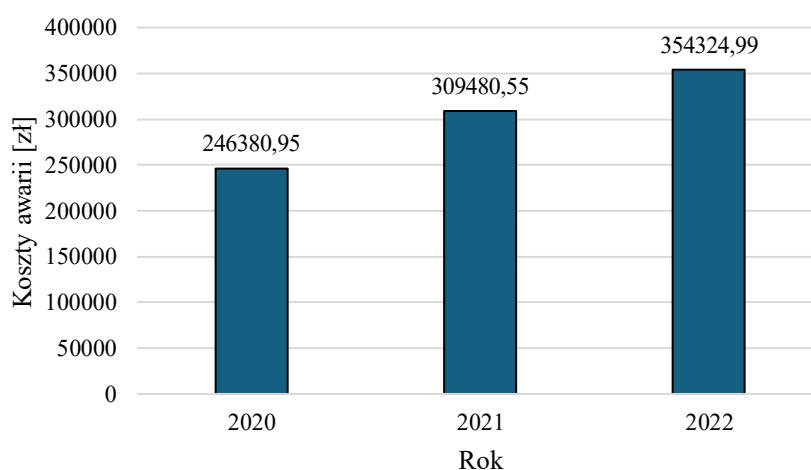
Jak już wspomniano, dane dotyczące trzydziestu autobusów obejmowały nie tylko ich rok produkcji i markę, ale również szczegółowe informacje eksploatacyjne z lat od 2020 do 2022.

W roku 2020 odnotowano łącznie 66 awarie, w roku 2021 liczba ta wyniosła 68, natomiast w roku 2022 zarejestrowano 71 przypadków awarii autobusów wchodzących w skład taboru poddanego analizie, rysunek 10.



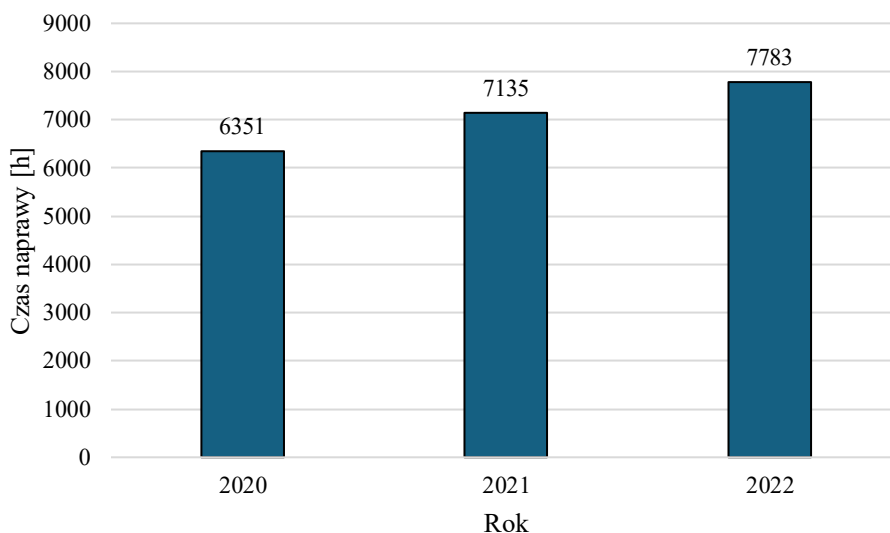
Rysunek 10. Liczba awarii w latach 2020-2022

Konsekwencją wystąpienia awarii była konieczność poniesienia określonych nakładów finansowych w celu ich wyeliminowania. Łączne koszty napraw w roku 2020 wyniosły 246 380,95 zł, w roku 2021 wzrosły do 309 480,55 zł, natomiast w roku 2022 osiągnęły wartość 351 791,16 zł. W całym okresie poddanym analizie tj. trzy lata, suma kosztów poniesionych na naprawy badanej floty autobusów wyniosła 934 843,45 zł, rysunek 11.



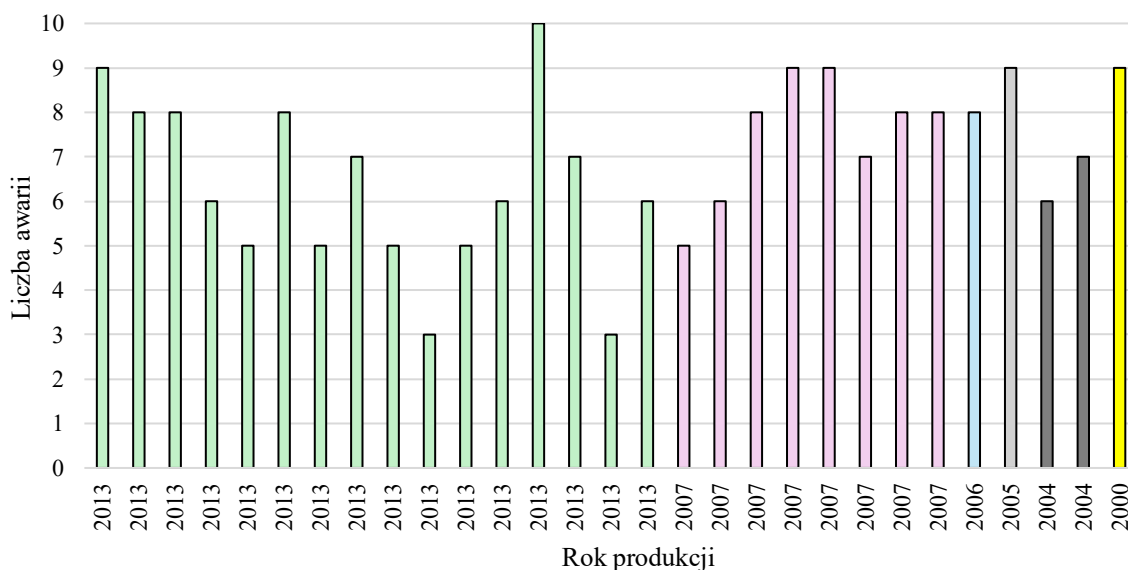
Rysunek 11. Koszty awarii w latach 2020 - 2022

Istotnym elementem analizy był również czas trwania napraw. W roku 2020 łączny czas napraw wyniósł około 6 351 godzin, w roku 2021 było to 7 135 godzin, a w roku 2022 czas ten wzrósł do poziomu około 7 783 godzin. Sumarycznie, w całym badanym okresie tj. trzech lat, czas przeznaczony na usuwanie awarii wyniósł 21 270,03 godzin, rysunek 12.



Rysunek 12. Czas poświęcony na naprawę taboru w latach 2020 - 2022

W celu pogłębionej analizy danych dotyczących badanej floty autobusów podjęto próbę weryfikacji statystycznej zależności pomiędzy wiekiem pojazdów a liczbą występujących awarii, rysunek 13.



Rysunek 13. Zestawienie liczebności awarii względem daty produkcji pojazdu

Analizy dokonano w oparciu o metody statystyczne, przy założonym poziomie istotności $\alpha = 0,05$ co odpowiada powszechnie przyjętemu progowi weryfikacji hipotez badawczych.

Ze względu na ilościowy charakter analizowanych zmiennych (wiek pojazdu w latach oraz liczba awarii), zastosowano korelację rang Spearmana. Wybór tego testu motywowany był faktem, iż zmienna jaką jest wiek pojazdu ma charakter porządkowy i nie można przyjąć jednoznacznie normalnego rozkładu zmiennej w populacji.

$$p = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (26)$$

Gdzie:

d_i – różnica rang pomiędzy badanymi zmiennymi,

n – liczba obserwacji.

W przeprowadzonej analizie wartość statystyki $p = 0,053$, w związku z tym potwierdzona została hipoteza zerowa (H_0). Fakt ten wskazuje na brak występowania zależności pomiędzy wiekiem pojazdu a liczbą występujących awarii.

4.7. Wyznaczenie wskaźników oceny taboru

Następnie, zgodnie z przyjętą metodyką badawczą przeprowadzono obliczenia opracowanych wcześniej wskaźników technicznych, operacyjnych oraz ekonomicznych, pozwalających na ocenę stanu taboru przedsiębiorstwa będącego przedmiotem analizy. Zastosowanie przyjętej metodyki umożliwia ilościowe ujęcie danych związanych z niezawodnością, dostępnością i kosztami eksploatacji pojazdów. Szczególną uwagę zwrócono na identyfikację obszarów generujących największe straty ekonomiczne oraz organizacyjne.

Wskaźniki zostały wyznaczone na podstawie danych eksploatacyjnych dotyczących liczby awarii, kosztów ich usunięcia, czasu napraw oraz wartości pracy przewozowej.

4.7.1. Wskaźniki techniczne taboru (TW)

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń opisanych w rozdziale 4.4 oraz danych z załącznika 1, uzyskano wartości wskaźników TW1, TW2 oraz TW3, które zostały przypisane do poszczególnych pojazdów wchodzących w skład floty poddanej analizie, która jak już wspomniano obejmowała trzydzieści autokarów, tabela 4.

Wskaźniki te stanowią podstawę do oceny niezawodności jednostek transportowych zarówno w aspekcie średniej liczby awarii przypadającej na pojazd w ciągu roku (TW_1), jak i intensywności występowania zdarzeń awaryjnych (TW_2), a także średniego czasu pracy pomiędzy kolejnymi awariami (TW_3). Otrzymane wartości umożliwiają przeprowadzenie analizy porównawczej posiadanej floty, identyfikację pojazdów o najwyższym i najniższym poziomie niezawodności, a także wskazanie ogólnych tendencji w zakresie eksploatacji. Analiza ta stanowi podstawę do dalszych działań z zakresu oceny efektywności technicznej, jak i ekonomicznych skutków awaryjności w badanej grupie autokarów.

Tabela 4. Wyniki wskaźników technicznych (TW)

Numer pojazdu	TW_1	TW_2	TW_3
1	1,67	0,0016	521,66
2	3,00	0,0038	220,20
3	2,00	0,0016	532,89
4	2,00	0,0028	311,30
5	2,67	0,0028	261,40
6	3,00	0,0014	596,79
7	3,00	0,0018	413,33
8	3,00	0,0023	275,80
9	2,33	0,0016	472,89
10	2,67	0,0021	362,99
11	2,33	0,0035	177,88
12	2,67	0,0028	224,68
13	3,00	0,0022	294,95
14	2,67	0,0031	222,93
15	2,67	0,0022	354,93
16	2,67	0,0037	163,40
17	2,00	0,0020	407,78
18	1,67	0,0017	533,32
19	2,67	0,0021	352,09
20	1,67	0,0014	602,58
21	2,33	0,0016	510,83
22	1,67	0,0016	564,22

23	1,00	0,0011	868,88
24	1,67	0,0022	341,72
25	2,00	0,0021	401,41
26	3,33	0,0019	417,96
27	2,33	0,0024	302,88
28	1,00	0,0008	1211,35
29	2,00	0,0018	481,00
30	1,67	0,0015	602,82

W przypadku wskaźnika TW1 obserwowane wartości mieszczą się w przedziale od 1,00 do 3,33 awarii w roku. Minimalną wartość tego wskaźnika, równą 1,00, odnotowano dla pojazdów numer 23 i 28, co wskazuje na najniższą awaryjność w ujęciu rocznym. Największa wartość wskaźnika TW1 tj. 3,33, przypada na pojazd numer 26, co świadczy o najwyższej liczbie awarii. Rozkład wartości wskaźnika TW1 dla większości pojazdów mieści się w przedziale od 1,67 do 2,66 awarii rocznie.

Wskaźnik intensywności awarii TW2 wykazuje zmienność w zakresie uzyskanych wyników od 0,0008 do 0,0038. Najniższą wartość zanotowano dla pojazdu numer 28, co oznacza najmniejszą częstość występowania awarii, natomiast najwyższa wartość przypada na pojazd numer 2, wskazując na dużą intensywność awaryjności. Większość pojazdów wskaźnik intensywności awarii mieści się w przedziale od 0,0014 do 0,0028.

Analiza wyników wskaźnika TW3 wskazuje, że czas średni między awariami odnotowany został na poziomie 163,40 godzin dla pojazdu numer 16 do 1211,35 godzin dla pojazdu numer 28. Najwyższa wartość MTBF wskazuje, że czas pomiędzy kolejnymi awariami w przypadku pojazdu numer 28 był najwyższy, natomiast najniższa wartość dla pojazdu 16 świadczy o częstych przestojach w jego eksploatacji. Większość pojazdów charakteryzuje się wartością wskaźnika TW3 w przedziale od około 200 do 600 godzin.

Na podstawie uzyskanych danych w zakresie wskaźników technicznych badanej floty stwierdzono, że pojazd numer 28 odznacza się najwyższą niezawodność w całej grupie poddanej analizie, zarówno w ujęciu średniej liczby awarii jak i wskaźnika intensywności. Natomiast pojazdy numer 2 i 26 odznaczają się najwyższą awaryjnością w zakresie częstotliwości zdarzeń i średniej liczby awarii.

4.7.2. Wskaźniki ekonomiczne taboru

Następnie, zgodnie z przyjętą metodyką (rozdział 4.4), wyznaczone zostały wskaźniki ekonomiczne EW4, EW5 oraz EW6, które odnoszą się odpowiednio do średniego kosztu usunięcia awarii, kosztów awarii przypadających na pojazd w ciągu roku oraz kosztu awarii w przeliczeniu na jeden przejechany kilometr, tabela 5.

Analiza finansowa stanowi istotne uzupełnienie oceny niezawodności technicznej, pozwalając na powiązanie awaryjności pojazdów z ich skutkami finansowymi oraz ocenę efektywności eksploatacji w ujęciu finansowym.

Tabela 5. Wskaźniki wyników ekonomicznych (EW)

Numer pojazdu	EW4	EW5	EW6
1	5545,1	9241,8	0,24
2	2665,8	7997,4	0,27
3	5386,4	10772,8	0,22
4	2004,7	4009,3	0,14
5	4196,3	11190,2	0,36
6	4774,6	14323,8	0,18
7	5024,7	15074,2	0,27
8	5340,9	16022,8	0,43
9	5685,6	13266,4	0,27
10	4099,9	10933,1	0,25
11	4996,7	11659,0	0,62
12	5786,2	15429,9	0,57
13	5811,7	17435,1	0,44
14	3975,4	10600,9	0,40
15	4374,5	11665,3	0,27
16	4600,2	12267,1	0,63
17	4957,3	9914,6	0,27
18	4138,9	6898,2	0,17
19	4643,1	12381,5	0,29
20	4181,0	6968,3	0,15
21	4510,0	10523,4	0,20

22	4836,7	8061,2	0,19
23	5097,0	5097,0	0,13
24	5083,7	8472,8	0,33
25	3922,7	7845,5	0,22
26	3450,8	11502,6	0,18
27	5554,4	12960,3	0,41
28	3845,1	11502,6	0,18
29	3740,6	7481,2	0,17
30	5170,9	8618,2	0,19

Średni koszt usunięcia awarii (EW4) w badanej próbie mieści się w zakresie od 2004,7 do 5811,7 zł. Najniższą wartość odnotowano dla pojazdu numer 4, natomiast najwyższą dla pojazdu numer 13.

Roczne koszty awarii na pojazd (EW5) wykazują szeroki rozkład wartości, od 4009,3 zł dla pojazdu numer 4 do 17 435,1 zł dla pojazdu numer 13. Najniższy poziom kosztów wynika z relatywnie niskiej częstotliwości występowania awarii oraz umiarkowanego kosztu ich usuwania. Z kolei najwyższy poziom kosztów rocznych w przypadku pojazdu numer 13 jest efektem zarówno wysokiej liczby awarii, jak i wysokiego kosztu jednostkowego ich usunięcia.

Koszt awarii na jeden przejechany kilometr (EW6) waha się od 0,13 do 0,63 zł/km. Najniższą wartość zanotowano dla pojazdu numer 23, a najwyższą dla pojazdu numer 16. Większość pojazdów charakteryzuje się wartością wskaźnika EW6 mieszczące się w przedziale od 0,15 do 0,43 zł/km.

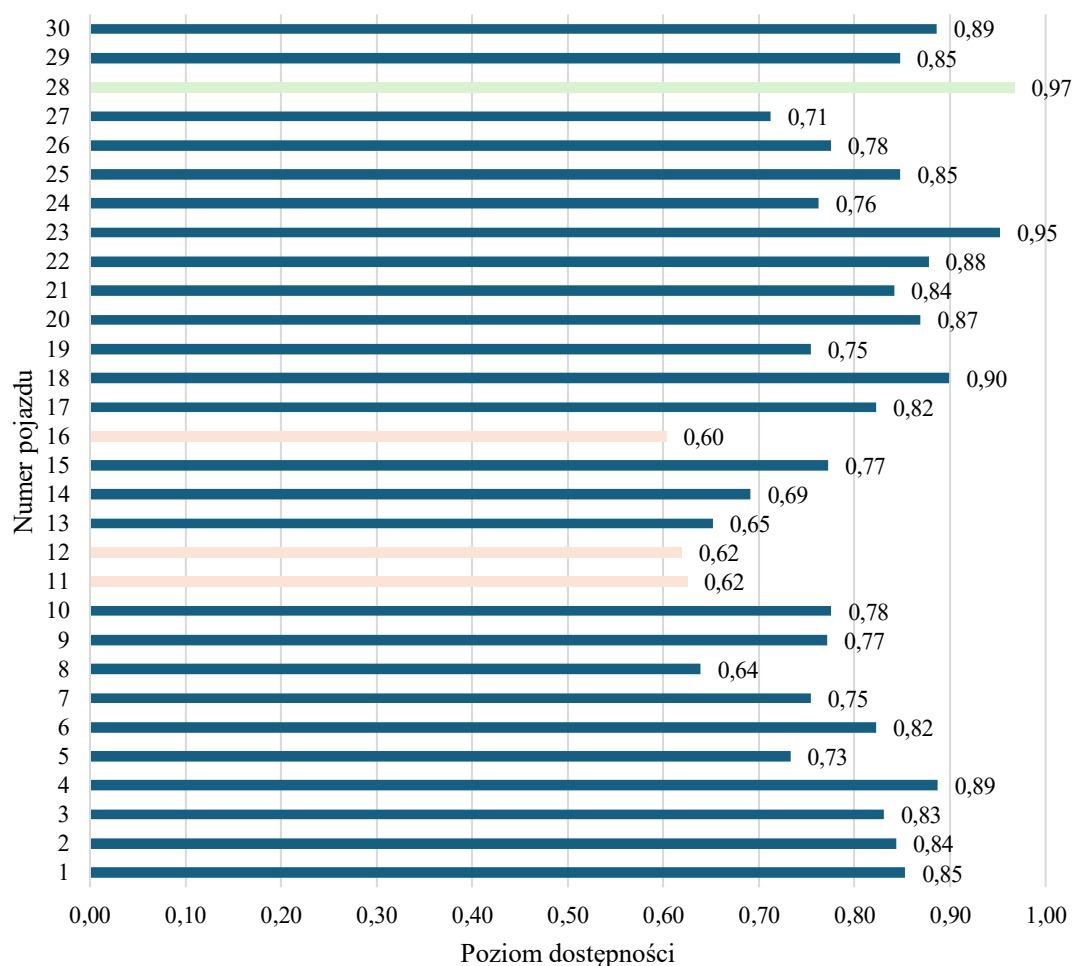
Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że pojazd numer 4 wyróżnia się najniższymi kosztami wśród analizowanych jednostek – zarówno pod względem średniego kosztu usunięcia awarii, jak i rocznych kosztów oraz wartości w przeliczeniu na kilometr. Z kolei pojazd numer 13 i 16 charakteryzują się najwyższymi wartościami wskaźników w poszczególnych kategoriach.

4.7.3. Wskaźniki dostępności i niezawodności operacyjnej

Ostatnią grupą wskaźników poddanych analizie były wartości odnoszące się do dostępności i niezawodności eksploatacyjnej pojazdów wchodzących w skład badanego taboru. W pierwszej kolejności wyznaczony został wskaźnik technicznej dostępności pojazdu OW7,

który określa proporcję czasu, w jakim dany pojazd pozostaje sprawny i gotowy do użytkowania, w stosunku do całkowitego czasu jego eksploatacji, rysunek 14.

Wskaźnik ten stanowi istotne narzędzie oceny niezawodności operacyjnej, umożliwiając identyfikację jednostek o najwyższym poziomie gotowości technicznej oraz tych, których czas pozostawania w stanie niesprawności znacząco wpływa na efektywność całej floty.



Rysunek 14. Wyniki wskaźnika OW7

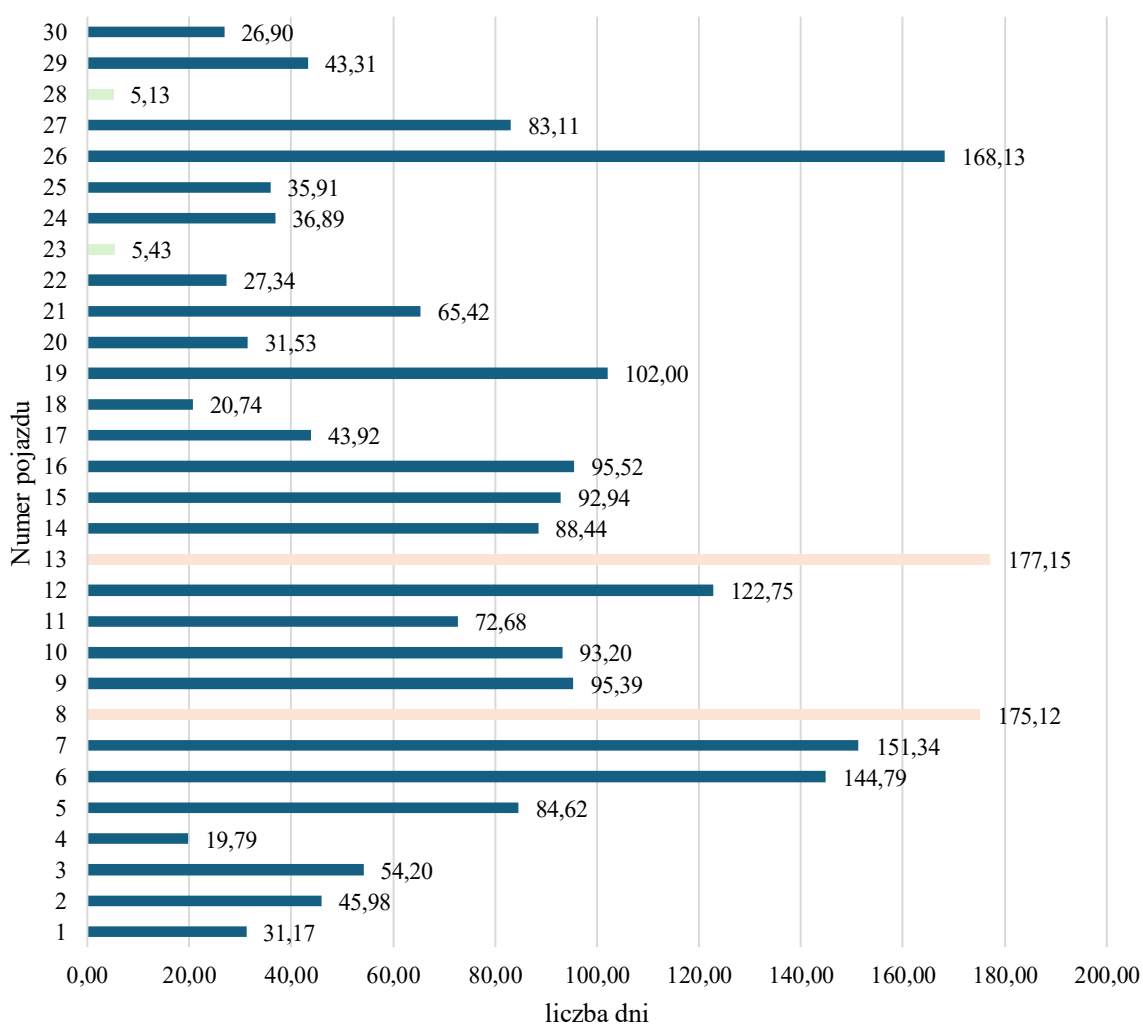
Wartość wskaźnika OW7 w badanej próbie mieszczą się w przedziale od 0,60 do 0,97. Najniższe wartości wskaźników dostępności zanotowano dla pojazdów numer 16 (0,60), 11 i 12 (po 0,62). Najwyższą wartość osiągnął pojazd numer 28 (0,97), wskazując na niemal pełną dostępność w okresie obserwacji. Większość pojazdów cechuje się wartością dostępności w przedziale od 0,73 do 0,90, co świadczy o wysokim poziomie sprawności technicznej floty. Średnia wartość wskaźnika OW7 wynosi około 0,81.

Podsumowując, analiza wskaźnika OW7 wskazuje, że flota charakteryzuje się ogólnie wysokim poziomem dostępności technicznej, z wyjątkiem pojedynczych pojazdów, które

wymagają szczególnej uwagi w zakresie utrzymania ruchu tj. w przypadku pojazdów 16, 11 i 12.

Następnie określone zostały utracone dni eksploatacji, wynikające z konieczności podejmowania działań naprawczych w odniesieniu do pojazdów wchodzących w skład analizowanego taboru, rysunek 15.

Wskaźnik OW8 odzwierciedla łączny czas, w którym jednostki transportowe pozostawały wyłączone z użytkowania z powodu realizacji czynności naprawczych oraz związanych z oczekiwaniem na naprawę. Wartość wskaźnika OW8 pozwala na ilościową ocenę wpływu awarii na dostępność operacyjną pojazdów oraz stanowi istotne uzupełnienie analizy wskaźnika OW7. Uwzględnienie utraconych dni eksploatacji umożliwia nie tylko ocenę skali ograniczeń w użytkowaniu poszczególnych pojazdów, ale również identyfikację jednostek generujących najwyższy poziom marnotrawstwa w kontekście dostępności.



Rysunek 15. Wyniki wskaźnika OW8

Wartości wskaźnika OW8 mieszczą się w zakresie od około 5 dni do ponad 170 dni. Najniższe wartości zaobserwowano dla pojazdów numer 28 i 23, które utraciły odpowiednio około 5 dni eksploatacji, co świadczy o minimalnym wpływie awarii na ich dostępność. Z kolei najwyższy poziom, wynoszący ponad 170 dni, wystąpił w przypadku pojazdu numer 13 oraz 8, co oznacza bardzo znaczące ograniczenie jego dostępności w badanym okresie.

Średnia liczba dni utraconej eksploatacji wynosi około 77 dni, co odpowiada przestoju rzędu dwóch i pół miesiąca w skali roku. Należy jednak podkreślić, że rozkład wartości nie jest jednorodny tj. oprócz pojazdów charakteryzujących się bardzo krótkimi okresami wyłączenia z użytkowania występują jednostki, które pozostawały unieruchomione przez okres zbliżony do ponad pięciu miesięcy.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że flota poddana analizie cechuje się znacznym zróżnicowaniem w zakresie utraconych dni eksploatacji. Pojazdy numer 28 i 23 wykazują najwyższą efektywność pod względem dostępności, natomiast pojazdy numer 13, 26, 8 i 7 charakteryzują się relatywnie długimi okresami przestoju.

4.8. Normalizacja wskaźników

Zgodnie z przyjętą metodyką badań, kolejnym działaniem niezbędnym do wykonania jest przeprowadzenie procesu normalizacji wskaźników. Konieczność przeprowadzenia normalizacji wskaźników wynika z faktu, że mierniki poddane analizie charakteryzujące parametry taboru autobusowego różnią się nie tylko zakresem wartości liczbowych, ale również jednostkami miary.

Zróżnicowany charakter danych opisujących poszczególne wskaźniki uniemożliwia ich bezpośrednie zestawienie oraz porównanie, a tym samym agregację do jednego spójnego miernika syntetycznego. W związku z powyższym w rozprawie doktorskiej zastosowano metodę normalizacji minimum - maksimum, która pozwala na przekształcenie wartości liczbowych do wspólnego przedziału $[0,1]$. Na skutek przeprowadzonej normalizacji każdy z mierników poddanych analizie został ujęty w tej samej skali, niezależnej od wcześniejszej jednostki miary. Wartości wskaźników bliższe jedności oznaczają korzystniejsze parametry, natomiast wartości zbliżone do zera wskazują na wynik mniej pożądany.

W celu zobrazowania sposobu przeprowadzenia obliczeń, przedstawiono przykłady wyznaczenia wartości znormalizowanych dla wybranych wskaźników (TW, EW i OW) na podstawie danych z pojazdu numer jeden.

$$TW_1 = \frac{W_{\max} - W}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{3,33 - 1,67}{3,33 - 1,00} \approx 0,71 \quad (27)$$

$$TW_2 = \frac{W_{\max} - W}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{0,0038 - 0,0016}{0,0038 - 0,0008} \approx 0,73 \quad (28)$$

$$TW_3 = \frac{W - W_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{521,66 - 163,40}{1211,35 - 163,40} \approx 0,34 \quad (29)$$

$$EW_4 = \frac{W_{\max} - W}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{5811,7 - 5545,1}{5811,7 - 2004,7} \approx 0,07 \quad (30)$$

$$EW_5 = \frac{W_{\max} - W}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{17435,1 - 9241,8}{17435,1 - 3845,1} \approx 0,60 \quad (31)$$

$$EW_6 = \frac{W_{\max} - W}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{0,63 - 0,24}{0,63 - 0,07} \approx 0,70 \quad (32)$$

$$OW_7 = \frac{W - W_{\min}}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{0,85 - 0,60}{0,97 - 0,60} \approx 0,68 \quad (33)$$

$$OW_8 = \frac{W_{\max} - W}{W_{\max} - W_{\min}} = \frac{177,15 - 31,17}{177,15 - 5,13} \approx 0,849 \quad (34)$$

W tabeli numer 6, przedstawiono zestawienie wszystkich uzyskanych wyników otrzymanych na skutek przeprowadzonego procesu normalizacji.

Tabela 6. Wyniki normalizacji wskaźników TW, EW oraz OW

	TW₁	TW₂	TW₃	EW₄	EW₅	EW₆	OW₇	OW₈
1.	0,71	0,73	0,34	0,07	0,60	0,70	0,68	0,849
2.	0,14	0,00	0,05	0,83	0,69	0,64	0,65	0,763
3.	0,57	0,73	0,35	0,11	0,49	0,73	0,62	0,715
4.	0,57	0,33	0,14	1,00	0,99	0,88	0,78	0,915

5.	0,28	0,33	0,09	0,42	0,46	0,48	0,35	0,538
6.	0,14	0,80	0,41	0,27	0,24	0,80	0,59	0,207
7.	0,14	0,67	0,23	0,21	0,19	0,64	0,41	0,171
8.	0,14	0,50	0,11	0,13	0,12	0,39	0,11	0,036
9.	0,43	0,73	0,29	0,05	0,36	0,64	0,46	0,478
10.	0,28	0,57	0,19	0,45	0,57	0,68	0,49	0,49
11.	0,43	0,10	0,02	0,22	0,52	0,11	0,05	0,604
12.	0,28	0,33	0,06	0,02	0,17	0,20	0,05	0,324
13.	0,14	0,53	0,12	0,02	0,04	0,38	0,14	0,025
14.	0,28	0,23	0,06	0,48	0,60	0,45	0,24	0,528
15.	0,28	0,53	0,18	0,38	0,52	0,64	0,46	0,491
16.	0,28	0,03	0,00	0,32	0,48	0,09	0,00	0,477
17.	0,57	0,60	0,22	0,24	0,66	0,64	0,59	0,772
18.	0,71	0,70	0,35	0,44	1,00	0,82	0,81	0,91
19.	0,28	0,57	0,18	0,31	0,47	0,61	0,41	0,44
20.	0,71	0,80	0,41	0,43	1,00	0,86	0,73	0,847
21.	0,43	0,73	0,33	0,35	0,60	0,77	0,65	0,644
22.	0,71	0,73	0,38	0,29	0,68	0,79	0,76	0,871
23.	1,00	0,93	0,66	0,19	0,86	0,89	0,95	0,994
24.	0,71	0,53	0,17	0,20	0,66	0,54	0,43	0,819
25.	0,57	0,57	0,22	0,49	0,71	0,73	0,68	0,824
26.	0,00	0,63	0,23	0,61	0,53	0,80	0,49	0,077
27.	0,43	0,47	0,13	0,07	0,39	0,43	0,30	0,546
28.	1,00	1,00	1,00	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00
29.	0,57	0,67	0,30	0,54	0,74	0,82	0,68	0,775
30.	0,71	0,77	0,41	0,17	0,65	0,79	0,78	0,874

4.9. Wyznaczanie wag kryteriów metodą AHP

Po dokonaniu normalizacji wskaźników w celu ujednolicenia skali ocen, kolejnym etapem badania było określenie ważności poszczególnych grup kryteriów służących do oceny niezawodności i efektywności eksploatacyjnej autobusów. W tym celu zastosowano metodę Analytic Hierarchy Process (AHP), tabela 7.

Proces przypisywania wag przeprowadzono z udziałem trzech członków zarządu przedsiębiorstwa komunikacyjnego, posiadających wieloletnie doświadczenie w obszarze eksploatacji taboru i planowania usług przewozowych. W pracach uczestniczył również autor rozprawy doktorskiej, pełniąc rolę eksperta merytorycznego i moderatora procesu. Zastosowanie panelu ekspertów pozwoliło ograniczyć subiektywizm pojedynczej osoby i zapewnić większą wiarygodność wyników.

Tabela 7. Ocena ważności grup kryteriów

	TW	OW	EW
TW	1	2	3
OW	1/2	1	2
EW	1/3	1/2	1

Eksperci zgodnie przyjęli, że największe znaczenie należy przypisać kryteriom technicznym (TW). Wynika to z faktu, że niezawodność i sprawność taboru w sposób bezpośredni determinują możliwość świadczenia usług przewozowych i stanowi fundament działalności poprowadzonej przez przedsiębiorstwo. Awarie techniczne prowadzą nie tylko do przerw w kursowaniu, ale w kontekście procedur przetargowych i założonych kosztów stanowią mogą dodatkowe obciążenie dla przedsiębiorstwa. Skutki te generują wysokie koszty pośrednie, w tym utratę przychodów, konieczność podstawiania pojazdów rezerwowych czy kary kontraktowe. Z tego względu kryteria techniczne zostały ocenione jako umiarkowanie ważniejsze od kryteriów ekonomicznych (ocena 3) oraz nieco ważniejsze od kryteriów operacyjnych (ocena 2).

Parametry operacyjne (OW), takie jak dostępność i gotowość taboru, uznano za kryteria mniej istotne (drugorzędne). Ich znaczenie wynika z faktu, że to właśnie dostępność autobusów determinuje zdolność przewoźnika do realizacji kursów. Jednakże, jak podkreślono w trakcie procesu przypisywania ocen, problemy w tym obszarze mogą być częściowo kompensowane poprzez działania organizacyjne, np. elastyczne planowanie pracy czy utrzymywanie taboru rezerwowego. W przeciwieństwie do tego, poprawa niezawodności technicznej wymaga długotrwałych i kosztownych inwestycji, dlatego to ona w większym stopniu wyznacza potencjalny poziom sprawności operacyjnej.

Kryteria ekonomiczne (EW) zostały ocenione jako najmniej istotne spośród trzech grup wskaźników. Choć koszty eksploatacyjne stanowią istotny czynnik w zarządzaniu przedsiębiorstwem, to jednak mają one charakter wtórny wobec niezawodności technicznej i dostępności operacyjnej. Brak sprawności taboru generuje bowiem znacznie poważniejsze

konsekwencje finansowe niż różnice w poziomie bieżących kosztów eksploatacji. Dlatego też wskaźniki operacyjne uznano za ważniejsze od wskaźników ekonomicznych (ocena 2).

Następnie zgodnie z przyjętą metodyką obliczona została suma kolumn każdej z grupy wskaźników wziętych pod uwagę

$$TW: 1 + 0,5 + 0,33 = 1,833$$

$$OW: 2 + 1 + 0,5 = 3,5$$

$$EW: 3 + 2 + 1 = 6$$

Na podstawie otrzymanych wyników w zakresie sumy każdego ze wskaźników, przeprowadzona została normalizacja, w rezultacie której otrzymane zostały wyniki przedstawione w tabeli 8.

Tabela 8. Normalizacja wskaźników

	TW	OW	EW
TW	0,545	0,571	0,500
OW	0,273	0,286	0,333
EW	0,182	0,143	0,167

Następnie wyznaczony został wektor wag będący średnią arytmetyczną wartości w każdym wierszu macierzy znormalizowanej.

$$\omega_{TW} = \frac{0,545 + 0,571 + 0,500}{3} = 0,539 \quad (35)$$

$$\omega_{OW} = \frac{0,273 + 0,286 + 0,333}{3} = 0,297 \quad (36)$$

$$\omega_{EW} = \frac{0,182 + 0,143 + 0,167}{3} = 0,164 \quad (37)$$

Na podstawie uzyskanych wyników, stwierdzono, że kryteria techniczne (TW) mają największy udział (około 54%) spośród wszystkich wskaźników. Oznacza to, że w procesie oceny niezawodności autobusów największy poziom oddziaływania na wynik końcowy będą miały względy techniczne.

Kryteria operacyjne uzyskały w przyjętej skali średni poziom istotności wynoszący około 30% co wskazuje, że parametry takie jak dostępność i gotowość taboru mają istotny, lecz wtórny charakter wobec czynników technicznych.

Najniższą rangę w hierarchii uzyskały kryteria ekonomiczne tj. około 16% na tym etapie może wskazywać na ich co potwierdza ich pomocniczy charakter w stosunku do pozostałych grup wskaźników.

4.10. Wyznaczenie SWO dla taboru pojazdów

Kolejnym etapem, zgodnym z metodyką postępowania, po przeprowadzeniu procesu normalizacji wskaźników technicznych, ekonomicznych oraz operacyjnych, a także w wyniku zdefiniowania ich wag metodą AHP, możliwe stało się obliczenie syntetycznego wskaźnika oceny (SWO) dla każdego pojazdu wchodzącego w skład floty pojazdów poddanej analizie.

Wskaźnik SWO stanowi zintegrowaną miarę, która pozwala ocenić stan i efektywność eksploatacyjną autobusów, uwzględniając jednocześnie różnorodne aspekty związane z niezawodnością, kosztami utrzymania oraz dostępnością operacyjną. Dzięki temu możliwe jest nie tylko porównanie pojazdów między sobą, lecz również identyfikacja jednostek wymagających szczególnej uwagi z punktu widzenia zarządzania flotą i uwzględnienia ich w analizie zdolności operacyjnych w ramach weryfikacji możliwości przedsiębiorstwa w kontekście przystąpienia do postępowania przetargowego.

Pierwszym etapem prowadzonych działań było wyznaczenie średnich arytmetycznych dla poszczególnych grup wskaźników (w rozprawie, przedstawiono sposób postępowania na przykładzie danych opisujących pojazd numer 1).

$$TW = \frac{0,71 + 0,73 + 0,34}{3} = 0,593 \quad (38)$$

$$EW = \frac{0,07 + 0,60 + 0,70}{3} = 0,457 \quad (39)$$

$$OW = \frac{0,680 + 0,849}{3} = 0,765 \quad (40)$$

Na podstawie uzyskanych wyników, możliwym stało się wyznaczenie syntetycznego wskaźnika oceny dla każdego z pojazdów wchodzących w skład floty poddanej analizie, zgodnie ze wzorem (20).

$$SWO_1 = 0,539 * 0,593 + 0,164 * 0,457 + 0,297 * 0,765 \quad (41)$$

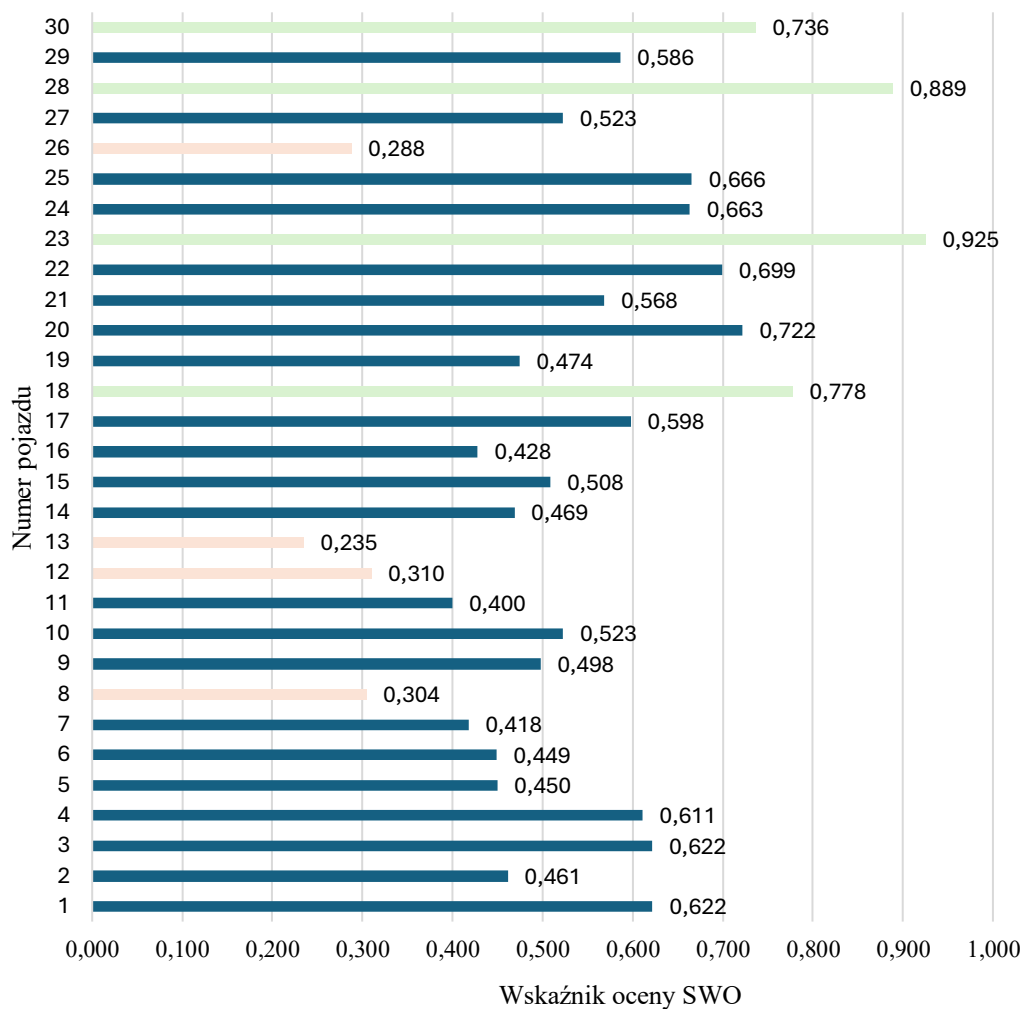
$$SWO_1 = 0,320 + 0,075 + 0,227 = 0,622 \quad (42)$$

Ostateczną wartość syntetycznego wskaźnika oceny (SWO) dla autokaru nr 1 wyniosła 0,622. W analogiczny sposób obliczenia przeprowadzono dla wszystkich trzydziestu pojazdów, rysunek 16.

Analiza uzyskanych wyników SWO wskazuje na duże rozbieżności występujące pomiędzy poszczególnymi pojazdami wchodzącymi w skład taboru liczącego 30 pojazdów. Najwyższe wartości SWO, świadczące o korzystnej charakterystyce eksploatacyjnej, osiągnęły autokary nr 23 (0,925), 28 (0,889), 18 (0,778) oraz 30 (0,736). Pojazdy te cechują się wysoką niezawodnością, relatywnie niskimi kosztami eksploatacji i dobrą dostępnością operacyjną, dzięki czemu w przypadku analizowanego zbioru pojazdów mogą być uznane za jednostki referencyjne.

Najniższe wartości odnotowano w przypadku autokarów nr 13 (0,235), 26 (0,288), 8 (0,304) oraz 12 (0,310) co może być konsekwencją dużej awaryjności, wydłużonych czasów przestoju bądź wysokich kosztów usuwania usterek. Pojazdy te mogą stanowić istotną niepewność w niezawodnym realizowaniu podjętych zobowiązań i powinny być przedmiotem dalszej szczegółowej diagnozy.

Pojazdy osiągające wartości w granicach średnich tj. pomiędzy 0,50 a 0,60 reprezentują najbardziej liczną grupę floty i charakteryzują się zrównoważonym poziomem wskaźników.



Rysunek 16. Wyniki syntetycznego wskaźnika oceny (SWO)

Średnia wartość SWO dla całego taboru wyniosła około 0,523. Wyniki powyżej średniej uzyskało 13 pojazdów, a 17 jednostek osiągnęło wynik niższy. W związku z powyższym można wnioskować, że posiadana flota autobusowa jest niejednorodna i wymaga zróżnicowanego podejścia w zakresie zarządzania zasobami technicznymi.

4.11. Analiza historyczna wskaźnika SWO

W celu oceny skuteczności opracowanej autorskiej metody wspomagania procesu decyzyjnego w zakresie analizy potencjału przedsiębiorstwa do uczestnictwa w postępowaniach przetargowych, przeprowadzono analizę porównawczą w oparciu o dane pochodzące z przetargów historycznych. Wykorzystano w tym celu informacje dotyczące struktury i stanu technicznego floty eksploatowanej w okresie realizacji poszczególnych

zamówień oraz znane wyniki ekonomiczne, w tym osiągnięty poziom rentowności przedsięwzięcia (uzyskanie lub też nie zakładanego zysku). Tak dobrany materiał empiryczny pozwolił na ocenę praktycznej przydatności zaproponowanego w rozprawie rozwiązania, pozwalając na ocenę jego trafności i efektywności w rzeczywistych warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa komunikacyjnego.

Jak już wspomniano, analiza ta została oparta na danych historycznych obejmujących 46 postępowań przetargowych, które przedsiębiorstwo pozyskało. W badaniu wykorzystano informacje dotyczące liczby autokarów zgłoszonych do poszczególnych przetargów oraz wartości wskaźników częściowych, które następnie zostały przekształcone i znormalizowane, aby umożliwić ich agregację w ramach konstrukcji wskaźnika SWO, tabela 9.

Tabela 9. Średnia wartość wskaźników TW, EW, OW dla zrealizowanych przetargów

Nr przetargu	Liczba pojazdów	Śr. TW	Śr. EW	Śr. OW
1	5	0,52	0,41	0,68
2	3	0,39	0,69	0,61
3	7	0,5	0,4	0,64
4	4	0,31	0,84	0,71
5	6	0,42	0,39	0,51
6	8	0,43	0,41	0,61
7	3	0,48	0,35	0,67
8	9	0,58	0,46	0,76
9	12	0,64	0,49	0,8
10	4	0,39	0,36	0,51
11	5	0,34	0,38	0,55
12	6	0,45	0,33	0,58
13	8	0,47	0,39	0,6
14	7	0,3	0,45	0,51
15	4	0,44	0,49	0,69
16	10	0,58	0,44	0,73
17	6	0,53	0,41	0,66
18	5	0,38	0,36	0,56
19	3	0,32	0,38	0,53
20	9	0,62	0,49	0,77

21	7	0,59	0,45	0,72
22	4	0,45	0,4	0,63
23	5	0,29	0,33	0,52
24	6	0,42	0,38	0,6
25	8	0,53	0,42	0,68
26	3	0,35	0,38	0,55
27	7	0,51	0,37	0,64
28	9	0,58	0,46	0,76
29	12	0,64	0,53	0,82
30	6	0,41	0,34	0,57
31	5	0,43	0,39	0,61
32	4	0,36	0,33	0,54
33	7	0,45	0,38	0,6
34	8	0,49	0,43	0,67
35	5	0,33	0,36	0,55
36	6	0,56	0,46	0,73
37	3	0,31	0,34	0,51
38	9	0,55	0,42	0,7
39	4	0,44	0,36	0,59
40	8	0,57	0,48	0,76
41	6	0,41	0,35	0,58
42	5	0,3	0,34	0,5
43	7	0,55	0,41	0,68
44	10	0,63	0,49	0,79
45	5	0,53	0,46	0,71
46	6	0,6	0,5	0,77

Dla zobrazowania procesu wyznaczania wskaźnika SWO przedstawiono etapowo postępowanie dla przetargu numer 1, do którego zaangażowanych zostało 5 pojazdów.

W pierwszej kolejności pozyskano dane dla poszczególnych jednostek, obejmujące wartości częściowe wskaźników technicznych (TW1, TW2, TW3), ekonomicznych (EW4, EW5, EW6) oraz organizacyjnych (OW7, OW8), tabela 10.

Tabela 10. Wartości wskaźników TW, EW, OW

Pojazd	TW1	TW2	TW3	EW4	EW5	EW6	OW7	OW8
1	1,746	0,0021	771,211	4288,900	10640,120	0,378	0,896	67,057
2	2,212	0,0025	834,088	4479,250	11999,090	0,395	0,889	70,498
3	1,885	0,0021	855,047	4212,760	11727,300	0,395	0,859	70,498
4	1,839	0,0020	876,006	3527,500	10640,120	0,322	0,874	67,057
5	1,932	0,0021	813,129	4669,600	13086,330	0,428	0,844	73,938

Następnie przeprowadzono normalizację wskaźników zgodnie z przyjętą metodyką postępowania, co pozwoliło ujednolicić ich zakresy, uwzględniając odmienny charakter stymulant i destymulant, tabela 11.

Tabela 11. Wyniki wskaźników TW, EW, OW po normalizacji

Pojazd	TW1*	TW2*	TW3*	EW4*	EW5*	EW6*	OW7*	OW8*
1	0,68	0,58	0,58	0,4	0,5	0,45	0,8	0,64
2	0,48	0,43	0,64	0,35	0,4	0,42	0,78	0,62
3	0,62	0,58	0,66	0,42	0,42	0,42	0,7	0,62
4	0,64	0,59	0,68	0,6	0,5	0,55	0,74	0,64
5	0,6	0,58	0,62	0,3	0,32	0,36	0,66	0,6

Po przeprowadzeniu normalizacji określono średnie wartości poszczególnych grup wskaźników dla każdego z autokarów, tabela 12.

Tabela 12. Średnia wartość grup wskaźników TW, EW, OW

Pojazd	TW*	EW*	OW*
1	0,613	0,450	0,720
2	0,517	0,390	0,700
3	0,620	0,420	0,660
4	0,636	0,550	0,690
5	0,600	0,326	0,630

Na podstawie uzyskanych wyników zdefiniowana została średnia wskaźników dla całej floty wchodzącej w skład przetargu poddanego analizie a następnie wyznaczono SWO.

$$SWO_1 = 0,539 * 0,597 + 0,164 * 0,427 + 0,297 * 0,680 \quad (42)$$

$$SWO_1 = 0,322 + 0,070 + 0,202 = 0,594 \quad (43)$$

Taki sam proces postępowania został przeprowadzony dla wszystkich 46 przetargów. Uzyskane wyniki stanowiły podstawę do wyznaczenia wartości syntetycznego wskaźnika oceny charakteryzującego potencjał realizacyjny floty w kontekście wybranego kontraktu.

W dalszej części analizy otrzymane wyniki zestawiono z informacjami odnoszącymi się do rzeczywistej rentowności poszczególnych kontraktów. Dzięki temu, wzięto pod uwagę, czy dany przetarg ostatecznie zapewnił przedsiębiorstwu zysk zgodny z założeniami kalkulacyjnymi dokonany na etapie składania oferty, czy też okazał się przedsięwzięciem nierentownym, generującym straty lub zysk niższy od prognozowanego.

Zaproponowane podejście oceny autorskiej metody pozwoliło na ocenę efektów ekonomicznych osiągniętych w praktyce.

W efekcie prowadzonych działań otrzymano zbiór danych, w którym każdemu z 46 przetargów przypisano wartości średnich wskaźników TW, EW i OW, obliczoną wartość SWO oraz informację o tym, czy przetarg był rentowny z punktu widzenia przedsiębiorstwa, tabela 13 i 14.

Tabela 13. Zbiorcze zestawienie uzyskanych wyników w zakresie SWO

Nr przetargu	Liczba autokarów	Śr. TW	Śr. EW	Śr. OW	Śr. SWO	Uzyskanie zakładanego zysku
1	5	0,52	0,41	0,68	0,594	NIE
2	3	0,39	0,69	0,61	0,49	NIE
3	7	0,5	0,4	0,64	0,682	TAK
4	4	0,31	0,84	0,71	0,48	NIE

5	6	0,42	0,39	0,51	0,46	NIE
6	8	0,43	0,41	0,61	0,44	NIE
7	3	0,48	0,35	0,67	0,716	NIE
8	9	0,58	0,46	0,76	0,782	TAK
9	12	0,64	0,49	0,8	0,846	TAK
10	4	0,39	0,36	0,51	0,45	NIE
11	5	0,34	0,38	0,55	0,4	NIE
12	6	0,45	0,33	0,58	0,42	NIE
13	8	0,47	0,39	0,6	0,47	NIE
14	7	0,3	0,45	0,51	0,712	NIE
15	4	0,44	0,49	0,69	0,742	TAK
16	10	0,58	0,44	0,73	0,776	TAK
17	6	0,53	0,41	0,66	0,734	TAK
18	5	0,38	0,36	0,56	0,39	NIE
19	3	0,32	0,38	0,53	0,38	NIE
20	9	0,62	0,49	0,77	0,802	TAK
21	7	0,59	0,45	0,72	0,772	TAK
22	4	0,45	0,4	0,63	0,49	NIE
23	5	0,29	0,33	0,52	0,35	NIE
24	6	0,42	0,38	0,6	0,45	NIE
25	8	0,53	0,42	0,68	0,734	TAK
26	3	0,35	0,38	0,55	0,38	NIE
27	7	0,51	0,37	0,64	0,698	TAK
28	9	0,58	0,46	0,76	0,782	TAK
29	12	0,64	0,53	0,82	0,836	TAK
30	6	0,41	0,34	0,57	0,4	NIE
31	5	0,43	0,39	0,61	0,674	TAK
32	4	0,36	0,33	0,54	0,38	NIE
33	7	0,45	0,38	0,6	0,42	NIE
34	8	0,49	0,43	0,67	0,712	NIE
35	5	0,33	0,36	0,55	0,36	NIE
36	6	0,56	0,46	0,73	0,784	TAK
37	3	0,31	0,34	0,51	0,3	NIE

38	9	0,55	0,42	0,7	0,754	TAK
39	4	0,44	0,36	0,59	0,48	NIE
40	8	0,57	0,48	0,76	0,806	TAK
41	6	0,41	0,35	0,58	0,39	NIE
42	5	0,3	0,34	0,5	0,32	NIE
43	7	0,55	0,41	0,68	0,746	TAK
44	10	0,63	0,49	0,79	0,862	TAK
45	5	0,53	0,46	0,71	0,766	TAK
46	6	0,6	0,5	0,77	0,826	TAK

Tabela 14. Statystyczne zestawienie wartości wskaźników TW, EW, OW i SWO

Wskaźnik	Min	Max	Średnia	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności (%)
TW	0,29	0,64	0,47	0,1	21,3
EW	0,33	0,53	0,42	0,06	14,3
OW	0,5	0,82	0,66	0,09	13,6
SWO	0,39	0,86	0,63	0,15	23,1

Analiza uzyskanych danych opisujących poszczególne wskaźniki pozwala zauważyć różnice pomiędzy poszczególnymi przetargami, zarówno w aspekcie technicznym, ekonomicznym, jak i operacyjnym.

Wskaźnik techniczny (TW) przyjął wartości z zakresu od 0,29 do 0,64, przy średnim poziomie równym około 0,47 oraz odchyleniu standardowym 0,10. Otrzymany współczynnik zmienności wynoszący 21,3% wskazuje na istotne różnice pomiędzy uzyskanymi wynikami w obszarze poziomu niezawodności i sprawności technicznej taboru. W kontraktach, realizowanych w związku z uzyskanymi przetargami, w których przedsiębiorstwo osiągnęło zakładany zysk, wartości wskaźnika TW były wyższe (najczęściej powyżej 0,50. Z kolei w przypadkach, w których nie uzyskano zakładanego wyniku finansowego, wartości wskaźników TW utrzymywały się na poziomie 0,40 i niższym.

Wskaźnik ekonomiczny (EW) charakteryzował się mniejszą zmiennością, a jego wartości mieściły się w przedziale od 0,33 do 0,53, przy średniej wartości wynoszącej około 0,42 i odchyleniu standardowym 0,06. Współczynnik zmienności na poziomie 14,3% wskazuje na stabilne relacje kosztowe w przypadkach poddanych analizie. Analiza wskaźników

ekonomicznych, podobnie jak miało to miejsce w przypadku wskaźnika technicznego na zależność pomiędzy wartością wskaźnika a osiągniętym wynikiem finansowym. W przetargach, w których przedsiębiorstwo zrealizowało założony zysk, wartości wskaźnika EW występowały w przedziale od 0,43 do 0,55. Z kolei w przetargach, w których nie udało się osiągnąć oczekiwanej rentowności, wartości wskaźnika EW zazwyczaj nie przekraczały poziomu 0,40.

Wskaźnik operacyjny (OW), opisujący poziom gotowości i dyspozycyjności taboru, osiągał wartości w zakresie od 0,50 do 0,82, przy średniej wartości wskaźnika wynoszącej około 0,66 oraz odchyleniu standardowym 0,09. Współczynnik zmienności równy 13,6% wskazuje na stabilność tego parametru, co sugeruje, że przedsiębiorstwo utrzymuje zbliżony poziom organizacji pracy i wykorzystania taboru w większości realizowanych przetargów. Analiza wskaźnika OW w kontekście uzyskanego zysku wskazuje, że w przetargach, w których osiągnięto pozytywny wynik finansowy, wskaźnik ten był wyraźnie wyższy i wynosił około 0,70.

Analiza wskaźnika SWO stanowi zintegrowane ujęcie trzech wcześniej omówionych obszarów: technicznego (TW), ekonomicznego (EW) i operacyjnego (OW). Wskaźnik ten wykazał największą zmienność spośród wszystkich analizowanych parametrów, a jego wartości mieściła się w przedziale 0,39 do 0,86, przy średniej wartości równej 0,63, odchyleniu standardowym 0,15 oraz współczynniku zmienności 23,1%. Wysoki wynik współczynnika zmienności wskazuje, że SWO w sposób najbardziej wyraźny różnicuje analizowane przetargi pod względem efektywności i potencjalnej opłacalności. W każdym z przypadków, w których przedsiębiorstwo osiągnęło zakładany zysk, wartość SWO przekraczała poziom 0,68. Granica ta może być zatem traktowana jako orientacyjny próg decyzyjny, ułatwiający ocenę opłacalności planowanego przedsięwzięcia jeszcze na etapie analizy ofert.

4.11. Weryfikacja istotności statystycznej w kontekście uzyskania zakładanego zysku z realizacji usługi transportowej

W celu określenia, czy pomiędzy grupą przetargów, które zapewniły przedsiębiorstwu zakładany poziom zysku, i tymi które go nie wygenerowały, występują istotne statystycznie różnice, przeprowadzono badania statystyczne. W tym celu w pierwszym etapie postępowania było zbadanie charakteru rozkładu wartości poszczególnych wskaźników cząstkowych (TW, EW, OW) oraz syntetycznego wskaźnika oceny (SWO).

W procesie porównywania grup danych analiza statystyczna w pierwszej kolejności obejmuje ocenę zgodności rozkładu zmiennych z rozkładem normalnym. Dla prób o niewielkiej liczebności rekomendowanym narzędziem jest test Shapiro–Wilka [86,87], charakteryzujący się wysoką mocą statystyczną, co umożliwia efektywne identyfikowanie odchyleń od normalności rozkładu.

Statystyka testowa Shapiro-Wilka (W) ma postać:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n a_i x_i}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (44)$$

Gdzie:

a_i – współczynniki wyznaczone w oparciu o wartości oczekiwane dla statystyk uporządkowanych, przypisanych wag oraz macierzy kowariancji,

$\bar{x}$ – wartość średnia danych z prób.

Weryfikacja normalności rozkładu stanowiła kluczowy etap analizy statystycznej, gdyż jej wynik determinował wybór właściwego testu porównawczego. W przypadku danych spełniających założenie normalności stosowano test t-Studenta, natomiast przy stwierdzeniu rozkładu odmiennego od normalnego wykorzystywano testy nieparametryczne, tj. test U Manna–Whitneya.

Nieparametryczny test U Manna–Whitneya stosowany jest do oceny hipotezy zerowej zakładającej brak istotnych różnic pomiędzy medianami analizowanej zmiennej w dwóch niezależnych populacjach, przy założeniu zbliżonego kształtu ich rozkładów [86]. Podstawowymi przesłankami zastosowania tego testu są:

- pomiar na skali porządkowej lub interwałowej,
- model niezależny.

Hipotezy dotyczą średnich rang dla porównywanych populacji lub są upraszczane do median:

$$H_0 : \theta_1 = \theta_2 \quad (45)$$

$$H_0 : \theta_1 = \theta_2 \quad (46)$$

Gdzie:

θ_1, θ_2 - mediany badanej zmiennej w pierwszej i drugiej populacji. Wyznaczana jest wartość statystyki testowej, a na jej podstawie wartość p , którą porównuje się z poziomem istotności α :

$$\text{jeżeli } p \leq \alpha \Rightarrow \text{odrzucaamy } H_0 \text{ przyjmując } H_1 \quad (47)$$

$$\text{jeżeli } p > \alpha \Rightarrow \text{nie ma podstaw, aby odrzucić } H_0 \quad (48)$$

W zależności od wielkości próby statystyka testowa przyjmuje postać:

- dla małej liczności próby

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1 \quad (49)$$

lub

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - R_2 \quad (50)$$

Gdzie:

n_1, n_2 – liczebność prób,

R_1, R_2 – suma rang dla próby.

- dla próby o dużej liczebności

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12} - \frac{n_1 n_2 \sum (t^3 - t)}{12(n_1 + n_2)(n_1 + n_2 - 1)}}} \quad (51)$$

Gdzie:

t – liczba przypadków wchodząca w skład rangi wiązanej.

Test t-Studenta dla prób niezależnych wykorzystywany jest do weryfikacji hipotezy zerowej zakładającej równość średnich wartości analizowanej zmiennej w dwóch niezależnych populacjach [112]. Statystykę testową dla tego testu opisuje wzór:

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{(x_1 - 1)sd_1^2 + (n_2 - 1)sd_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (52)$$

Gdzie:

x_1, x_2 – średnia w pierwszej i drugiej próbie,

n_1, n_2 – liczebność w pierwszej i drugiej próbie,

sd_1^2, sd_2^2 – wariancje w pierwszej i drugiej próbie.

Hipotezy:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2, \quad (53)$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2, \quad (54)$$

Gdzie:

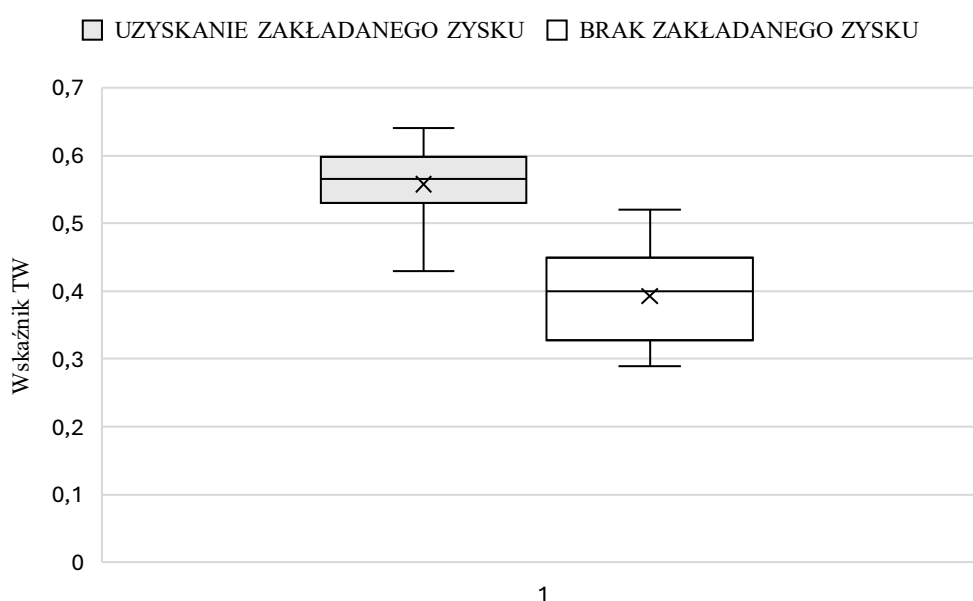
μ_1, μ_2 – średnie badanej zmiennej w pierwszej i drugiej populacji.

W rezultacie przeprowadzonych badań statystycznych, stwierdzono, że w przypadku wskaźnika technicznego (TW) że rozkład danych jest rozkładem normalnym ($p = 0,092$), co pozwala przyjąć założenie, że zmienna ta spełnia warunki klasycznej analizy parametrycznej. Podobna sytuacja występuje w odniesieniu do wskaźnika organizacyjnego (OW) gdzie wartość statystyki $p = 0,067$.

Podczas analizy wskaźnika ekonomicznego (EW), wartość statystyki $p = 0,00001$ co pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej na korzyść hipotezy alternatywnej, mówiącej

o występujących różnicach wartości środkowych w analizowanych zbiorach. Podobny wynik uzyskany został podczas analizy rozkładu normalności syntetycznego wskaźnika oceny (SWO), którego wartość statystyki $p = 0,000171$. Wyniki te oznaczają, że na dalszych etapach analizy, przy ocenie różnic pomiędzy grupami, dla wskaźników TW i OW możliwe jest wykorzystanie testów parametrycznych opartych na założeniu normalności rozkładu danych, natomiast w przypadku OW oraz SWO wskazane jest stosowanie metod nieparametrycznych.

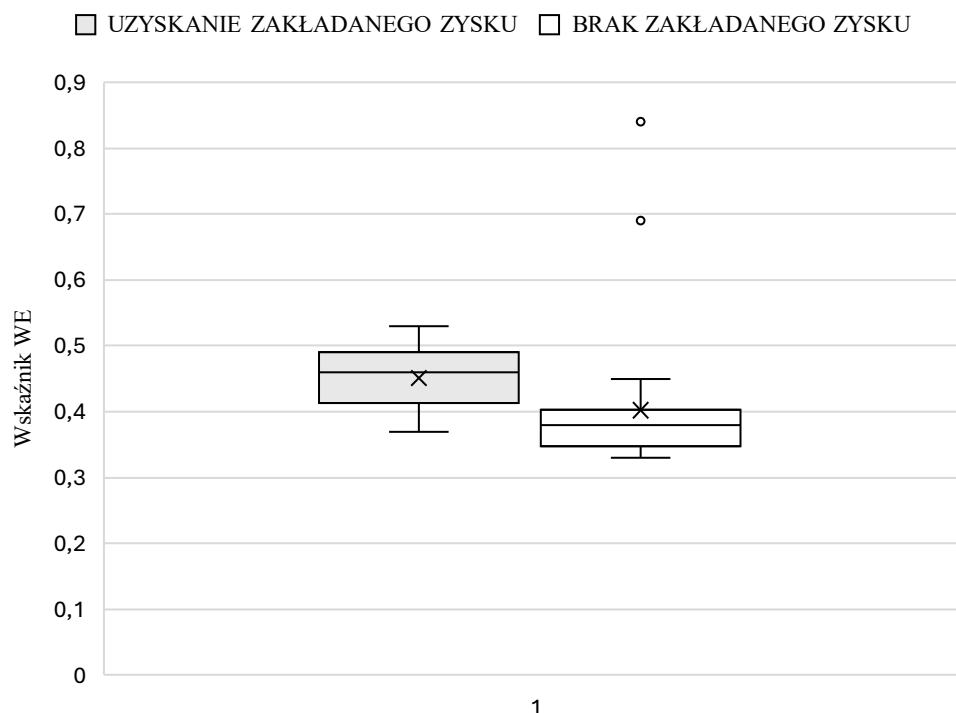
W związku z powyższym, w pierwszej kolejności przeprowadzono analizę statystyczną wskaźnika technicznego (TW) z wykorzystaniem testu t-Studenta dla prób niezależnych, rysunek 17



Rysunek 17. Wartości wskaźnika TW

W wyniku przeprowadzonego badania stwierdzono, że różnice średnich pomiędzy przetargami z zakładanym i bez zakładanego zysku są statystycznie istotne. Otrzymana wartość statystyki p ($p = 0,000001$) było niższe od przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0,05$, co pozwala na odrzucenie hipotezy zerowej na korzyść hipotezy alternatywnej, mówiącej o występujących różnicach wartości środkowych w analizowanych zbiorach.. Oznacza to, że poziom wskaźnika TW istotnie różnił się pomiędzy obiema grupami, a tym samym wskaźnik ten może być traktowany jako ważny element brany pod uwagę w procesie zdolności do realizacji określonych przetargów.

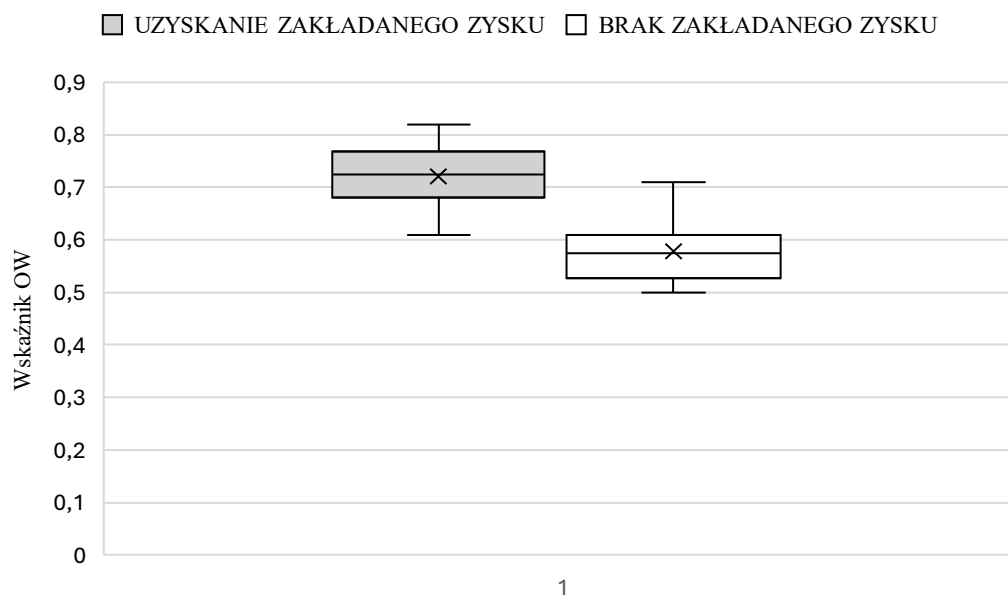
Następnie weryfikacji poddany został wskaźnik ekonomiczny (EW). Ponieważ rozkład tej zmiennej odbiegał od rozkładu normalnego, zastosowano test nieparametryczny Manna-Whitneya, rysunek 18.



Rysunek 18. Wartości wskaźnika EW

Na podstawie przeprowadzonej analizy, uzyskano wyniki wskazujące na to, że wartości wskaźnika EW w sposób istotny różnią się pomiędzy grupą przetargów z zakładanym i bez zakładanego zysku. Wartość statystyki $p < 0,0001$, co pozwala jednoznacznie odrzucić hipotezę zerową na korzyść hipotezy alternatywnej, mówiącej o występujących różnicach wartości średnich w analizowanych zbiorach. Wyniki te potwierdzają, że wskaźnik ekonomiczny EW pełni istotną funkcję w ocenie opłacalności przedsięwzięć transportowych.

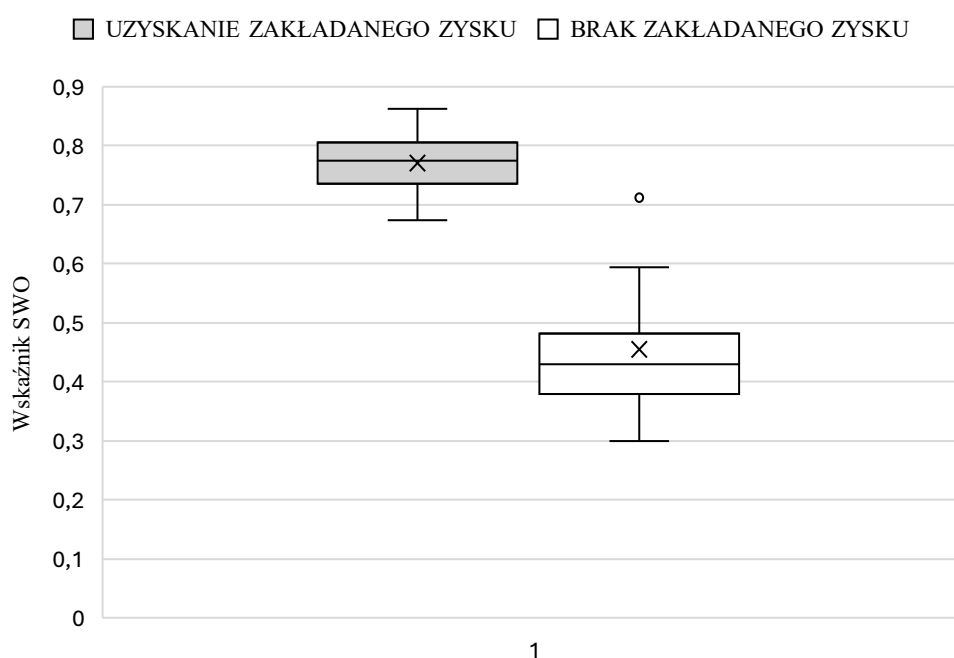
Kolejnym etapem analizy objęty został wskaźnik organizacyjny (OW). Podobnie jak w przypadku wskaźnika TW wykorzystany został test t-Studenta dla prób niezależnych, rysunek 19.



Rysunek 19. Wartości wskaźnika OW

Wartość statystyki $p = 0,0001$ co pozwala jednoznacznie odrzucić hipotezę zerową na korzyść hipotezy alternatywnej, mówiącej o występujących różnicach wartości środkowych w analizowanych.

Następnie przeprowadzono analizę syntetycznego wskaźnika oceny (SWO). Ponieważ rozkład tej zmiennej odbiegał od rozkładu normalnego, podobnie jak miało to miejsce w przypadku wskaźnika ekonomicznego (EW) zastosowany został test Manna – Whitneya, rysunek 20.



Rysunek 20. Wartości wskaźnika OW

Wartość statystyki $p = 0,0001$ co pozwala jednoznacznie odrzucić hipotezę zerową na korzyść hipotezy alternatywnej, mówiącej o występujących różnicach wartości średnich w analizowanych.. Oznacza to, że SWO w sposób szczególnie wyraźny odzwierciedla różnice pomiędzy rentownymi a nierentownymi kontraktami, co potwierdza jego przydatność jako kluczowego wskaźnika w ocenie efektywności przedsięwzięć transportowych, szczególnie podczas analizy zdolności przedsiębiorstwa w kontekście przystąpienia do procedury przetargowej.

5. Dyskusja

Badania empiryczne, które przeprowadzone zostały na podstawie studium przypadku oraz analiza uzyskanych rezultatów pozwoliła na ocenę skuteczności opracowanej, autorskiej metody wspomagania decyzji w procesie oceny zdolności przedsiębiorstw autobusowych do udziału w postępowaniach przetargowych.

Wyniki otrzymane podczas badań badań potwierdzają, że zaproponowane podejście opisane w rozprawie doktorskiej jako autorska metoda wspomagania decyzji w dużym stopniu może zwiększać precyzję podejmowanych decyzji strategicznych związanych z udziałem w przetargach.

Wyniki empirycznej weryfikacji metody wskazały, że połączenie trzech obszarów analizy tj. technicznej, ekonomicznej oraz operacyjnej pomaga w rzeczywistym odwzorowaniu stanu przedsiębiorstwa. Zastosowanie syntetycznego wskaźnika oceny (SWO), opartego na znormalizowanych wartościach wskaźników cząstkowych z uwzględnieniem przypisanych wag, pozwoliło na stworzenie narzędzia zdolnego do uwzględnienia odmiennych danych pochodzących z różnych obszarów funkcjonowania organizacji.

W efekcie uzyskano wskaźnik o wysokiej wartości diagnostycznej, który opisuje poziom przygotowania techniczno-operacyjnego przedsiębiorstwa do realizacji określonych zadań przewozowych. Informacja o wartości poszczególnych wskaźników może być kluczowym parametrem, który pozwoli na podjęcie decyzji w zakresie przystąpienia do procedury przetargowej.

Podczas analizy stwierdzono, że opracowana metoda umożliwia identyfikację zależności pomiędzy parametrami technicznymi floty a efektywnością ekonomiczną działalności. Na podstawie studium przypadku w badanym przedsiębiorstwie wykazano, że pojazdy o wyższej wartości wskaźnika dostępności technicznej (OW7) i niższym poziomie intensywności awaryjności (TW2) generowały jednocześnie niższe koszty utrzymania jednostkowego (EW6), co bezpośrednio oddziaływało na wyższy syntetyczny wynik SWO. Otrzymany wynik jest zgodny z założeniami teoretycznymi metodyki, według których sprawność techniczna taboru stanowi podstawowy determinant zdolności przetargowej przedsiębiorstwa. Jednocześnie, obserwacje te potwierdzają konieczność jednoczesnej analizy poszczególnych wskaźników i obszarów funkcjonowania tj. technicznej, operacyjnej i ekonomicznej jako nierozłączny element realizowany w procesach decyzyjnych dotyczących uczestnictwa w przetargach.

Zastosowanie testów statystycznych w celu weryfikacji skuteczności metody w kontekście przetargów zrealizowanych w przeszłości, pozwoliło na wykazanie istnienia istotnych różnic pomiędzy wartościami kluczowych wskaźników w grupach przetargów zakończonych zyskiem a tymi, które okazały się nierentowne. Opracowana metoda umożliwia nie tylko ocenę bieżącej sytuacji przedsiębiorstwa, lecz również stanowi narzędzie, które pozwala wskazywać potencjalne ryzyko niepowodzenia w przyszłych postępowaniach przetargowych, bazując na określonych poziomach występowania poszczególnych wskaźników.

Na szczególne podkreślenie należy fakt, że autorska metoda wspomagania decyzji jest narzędziem uniwersalnym. W rozprawie doktorskiej została ona zweryfikowana na jednym studium przypadku lecz metodyka jej realizacji umożliwia adaptację do odmiennych warunków organizacyjnych, strukturalnych i rynkowych. Opisana metoda może być stosowana zarówno przez duże podmioty dysponujące rozbudowaną flotą i systemami informatycznymi wspierającymi zarządzanie, jak i przez średnie przedsiębiorstwa funkcjonujące na rynku lokalnym. Warunkiem skutecznego jej wdrożenia jest jednak posiadanie odpowiednio rozwiniętej bazy danych o stanie technicznym pojazdów, kosztach eksploatacji oraz parametrach operacyjnych, które stanowią fundament procesu analitycznego.

Opracowana koncepcja czteroetapowej metodyki postępowania stanowi przykład podejścia analitycznego, który można modyfikować w zależności od specyfiki badanego podmiotu oraz celu prowadzonej analizy.

Istotnym elementem jest także praktyczny wymiar zaproponowanego podejścia. Współczesne przedsiębiorstwa transportowe działają w warunkach silnej konkurencji oraz ograniczonych marż finansowych, co wymusza konieczność podejmowania decyzji o udziale w przetargach w sposób przemyślany i oparty na obiektywnych danych. Brak narzędzi umożliwiających kompleksową ocenę potencjału przedsiębiorstwa często prowadzi do podejmowania decyzji intuicyjnych, obarczonych znacznym ryzykiem operacyjnym i ekonomicznym.

Pomimo licznych zalet, opracowana metoda posiada ograniczenia. Uzyskane w jej rezultacie wyniki pozwalają na diagnozę aktualnego stanu posiadanej floty oraz innych wskaźników branych pod uwagę bez uwzględnienia potencjalnych zmian w przyszłości, takich jak rozwój lub wymiana taboru. Niewątpliwie kolejnym ograniczeniem autorskiej metody wspomagania decyzji jest fakt, że niektóre działania w zakresie zaproponowanej metodyki tj. związane z wyborem wskaźników oceny oraz zastosowaniem narzędzi analizy wielokryterialnej bazują na decyzjach subiektywnych. Decyzje podejmowane na etapie

definiowania kryteriów czy nadawania im wag mogą wpływać na końcowe wyniki analizy, a tym samym na jej wiarygodność i porównywalność między różnymi przedsiębiorstwami.

Pomimo ograniczeń, możliwym jest stwierdzenie, że zaproponowane w niniejszej rozprawie doktorskiej narzędzie w postaci autorskiej metody wspomagania decyzji wypełnia lukę badawczą w obszarze oceny zdolności przetargowej przedsiębiorstw transportowych, oferując spójny, mierzalny i weryfikowalny schemat postępowania.

Powyższe rozważania zdaniem autora jednoznacznie świadczą o tym, że opracowana autorska metoda wspomagania decyzji stanowi wartościowe narzędzie zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i praktycznego. Jej wdrożenie w przedsiębiorstwach transportowych może przyczynić się do podniesienia poziomu profesjonalizacji procesów decyzyjnych, zwiększenia efektywności wykorzystania zasobów oraz ograniczenia ryzyka związanego z udziałem w przetargach publicznych.

Podsumowanie i wnioski

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było opracowanie autorskiej metody wspomagania decyzji, opartej o analizę wielokryterialną czynników technicznych, ekonomicznych i operacyjnych, pozwalającej określić, czy potencjał w postaci zasobów przedsiębiorstwa transportowego umożliwia skuteczny udział w przetargu na realizację usług publicznego transportu zbiorowego przy zachowaniu określonych warunków brzegowych i oczekiwanego poziomu zysku.

Przedstawiona w niniejszej rozprawie doktorskiej koncepcja, stanowi odpowiedź na istniejący w praktyce zarządczej deficyt narzędzi umożliwiających kompleksową, ilościową i porównywalną ocenę rzeczywistych możliwości wykonawczych przedsiębiorstw transportowych. Punkt wyjścia dla przeprowadzonych badań stanowiła teza zakładająca, że obowiązujące procedury oceny zdolności przetargowej przedsiębiorstw autobusowych nie zapewniają pełnej weryfikacji ich potencjału operacyjnego i ekonomicznego, natomiast wprowadzenie autorskiej metody pozwala na usystematyzowanie prowadzonych analiz zasobów technicznych, ekonomicznych i operacyjnych, co w sposób bezpośredni pozwoli na bardziej trafną ocenę zdolności realizacyjnej oraz ograniczenie ryzyka podejmowania nierentownych kontraktów.

Weryfikacja opracowanego rozwiązania została przeprowadzona na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa transportu autobusowego, w oparciu o dane historyczne obejmujące łącznie 46 postępowań przetargowych. Analiza empiryczna umożliwiła ocenę przydatności metody

w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych oraz identyfikację zależności pomiędzy stanem technicznym taboru, jego dyspozycyjnością a rentownością realizowanych kontraktów.

Uzyskane wyniki potwierdzają trafność założeń teoretycznych oraz słuszność przyjętej tezy badawczej. Prowadzone analizy oraz ich praktyczne wykorzystanie na podstawie studium przypadku, potwierdziły, że autorska metoda oceny taboru autobusowego pozwala w sposób mierzalny określić zdolność przedsiębiorstwa do realizacji określonego kontraktu. Opracowany syntetyczny wskaźnik oceny (SWO) może być wykorzystywany jako narzędzie wspierające proces decyzyjny w zakresie analizy opłacalności przystąpienia do wybranego przetargu, wyboru strategii eksploatacyjnej oraz oceny ryzyka finansowego.

Na podstawie danych historycznych wykazano, że metoda pozwala na ocenę efektów ekonomicznych planowanych przedsięwzięć oraz zweryfikować wpływ stanu technicznego floty na ich rentowność. Wykorzystanie zaprezentowanej metody w praktyce mogłoby istotnie zwiększyć trafność decyzji inwestycyjnych i przetargowych poprzez kompleksowe uwzględnienie wielu czynników, wraz z ich korelacjami. Opracowana metoda stanowi więc realne wsparcie procesu decyzyjnego, umożliwiając przedsiębiorstwom lepsze dostosowanie struktury floty i strategii operacyjnej do wymagań rynkowych i przetargowych.

Wyniki badań jednoznacznie potwierdzają, że stanowi ona użyteczne i uniwersalne narzędzie wspomagania decyzji, mogące znaleźć zastosowanie w procesach planowania, oceny i optymalizacji działalności operacyjnej w sektorze transportu publicznego.

W studium przypadku poddanym analizie stwierdzono że:

1. Dotychczasowa działalność przedsiębiorstwa transportowego doprowadziła do wygrania 46 postępowań przetargowych, jednak jedynie 20 z nich pozwoliło na osiągnięcie zakładanego poziomu zysku. Analiza ta wskazuje na stosunkowo niską skuteczność w zakresie prawidłowej oceny czynników wpływających na strukturę kosztów realizacji kontraktów przetargowych.
2. W wyniku szczegółowej analizy przyczyn niedoszacowania kosztów stwierdzono, że najczęściej występującym czynnikiem prowadzącym do nieosiągnięcia zakładanego zysku była Przyczyna nr 1, czyli koszty eksploatacyjne wynikające ze stanu technicznego taboru. Obejmowały one przede wszystkim zwiększone wydatki na naprawy bieżące, obsługę serwisową oraz wymianę kluczowych podzespołów.
3. Na podstawie danych historycznych, będących podstawą do przeprowadzenia weryfikacji autorskiej metody wspomagania decyzji w zakresie analizy ofert na realizację usług transportowych, wskaźnik techniczny (TW) okazał się kluczowym parametrem różnicującym kontrakty rentowne i nierentowne. Wyższe wartości TW były

skorelowane z niższą awaryjnością pojazdów, większą stabilnością operacyjną i mniejszym udziałem kosztów nieplanowanych napraw w kosztach ogółem.

4. Wskaźnik ekonomiczny (EW) wykazał istotne zróżnicowanie pomiędzy analizowanymi grupami kontraktów. Wyższe wartości EW odpowiadały większej efektywności wykorzystania zasobów finansowych i wyższej rentowności przedsięwzięć.
5. Wskaźnik organizacyjny (OW) pozostawał w dodatniej korelacji z poziomem zyskowności kontraktów, co wskazuje na istotne znaczenie jakości zarządzania flotą oraz zdolności operacyjnych przedsiębiorstwa.
6. Syntetyczny wskaźnik SWO, na podstawie przeprowadzonych analiz danych historycznych, może stanowić narzędzie wspomagające proces podejmowania decyzji dotyczących udziału w postępowaniach przetargowych. Analiza wyników wskazuje, że w przypadku przedsiębiorstwa będącego przedmiotem badania, gdy wartość wskaźnika SWO przekracza poziom 0,68, zasadne jest przystąpienie do przetargu.
7. Testy statystyczne (t-Studenta i Manna–Whitneya) potwierdziły istotność różnic między grupami kontraktów rentownych i nierentownych względem zakładanego poziomu zysku dla wszystkich analizowanych wskaźników, co dowodzi trafności ich doboru.

Bibliografia

1. Bronk, H. (2014). Cechy i układ kosztów w transporcie umożliwiające podejmowanie decyzji. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy transportu i logistyki*, nr 813, s. 21–38.
2. Świątoniowski, A., Gregorczyk, R., & Rabiasz, S. (2011). Analiza wpływu zastosowania metody TPM na wzrost efektywności linii automatycznego montażu wycieraczek samochodowych. *Automatyka*, t. 15, z. 2.
3. Ustawa z dnia 6 września 2001 r. o transporcie drogowym, Dz.U. 2001, nr 125, poz. 1371.
4. Ustawa z dnia 15 listopada 1984 r. – Prawo przewozowe, Dz.U. 1984, nr 53, poz. 272.
5. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze, Dz.U. 2002, nr 130, poz. 1112.
6. Ustawa z dnia 23 listopada 2012 r. – Prawo pocztowe, Dz.U. 2012, poz. 1529.
7. Ustawa z dnia 18 września 2001 r. – Kodeks morski, Dz.U. 2001, nr 138, poz. 1545.
8. Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. – Kodeks cywilny, Dz.U. 1964, nr 16, poz. 93.
9. Ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. – Kodeks postępowania administracyjnego, Dz.U. 1960, nr 30, poz. 168 z późn. zm.
10. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1071/2009 z dnia 21 października 2009 r.
11. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 listopada 2023 r., Dz.U. 2023, poz. 2643.
12. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 6 sierpnia 2013 r., Dz.U. 2013.
13. Ustawa z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym, Dz.U. 2011, nr 5, poz. 13.
14. Ustawa z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym, Dz.U. 1998, nr 91, poz. 578.
15. Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym, Dz.U. 2024, poz. 609.
16. Jagiełło A., Wołek M., Bizon W., Comparison of Tender Criteria for Electric and Diesel Buses in Poland — Has the Ongoing Revolution in Urban Transport Been Overlooked?, *Energies* 2023, 16(11), 4280.
17. Jagiełło A., Economic Efficiency of Sustainable Public Transport: A Literature Review on Electric and Diesel Buses, *Energies* 2025, 18(6), 1352.

18. Bibire L., Chitimus A.-D., Ghenadi A.-S., Multi-Criteria Assessment of Taxi Transport Services for Public Procurement: Case Study for Bacau City, Sustainability 2023, 15, 7489.
19. Szulc T.W., Krawczyk G., Tchórzewski S., Models of Delivery of Sustainable Public Transportation Services in Metropolitan Areas – Comparison of Conventional, Battery Powered and Hydrogen Fuel-Cell Drives, Energies 2021, 14(22), 7725.
20. Lavarello, P., Gutman, G., & Sztulwark, S. (red.). (2018). Explorando el camino de la imitación creativa. Punto Libro, Buenos Aires.
21. Legutko, S. (2007). Eksploatacja maszyn. WPP, Poznań.
22. 19a. Loska, A., & Dąbrowski, M. brak 19b. Mikler, J. brak
23. Lichtarski, J. (1999). Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. AE Wrocław.
24. Łunarski, J. (2008). Zarządzanie jakością. WNT, Warszawa.
25. Hamrol, A. (2005). Zarządzanie jakością z przykładami. PWN, Warszawa.
26. Nowosielski, S. (red.). (2008). Procesy i projekty logistyczne. AE Wrocław.
27. Słowiński, B. (2008). Zarządzanie eksploatacją. WSOWL, Wrocław.
28. Rymaszewska, A. (2017). Przemysł 4.0. Rewolucja już tu jest. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
29. Olszewska, B. (2019). Logistyka produkcji. Politechnika Opolska.
30. Bendkowski, J., & Radziejowska, G. (2015). Logistyka zaopatrzenia. Politechnika Śląska, Gliwice.
31. Brzeziński, M. (2014). Organizacja i sterowanie produkcją. PWE, Warszawa.
32. Czerska, J. (2014). Doskonalenie strumienia wartości. Difin, Warszawa.
33. Lackowski, L., & Michłowicz, E. (2012). Podstawy zarządzania produkcją. AGH, Kraków.
34. Pawłowski, E. (2015). Lean management. Filozofia szczupłego zarządzania. WNT, Warszawa.
35. Bendkowski, J. (red.). (2009). Wybrane zagadnienia zarządzania łańcuchem dostaw. Politechnika Śląska, Gliwice.
36. Goldratt, E. M., & Cox, J. (2016). Cel I. Doskonałość w produkcji. MT Biznes.
37. Goldratt, E. M., & Cox, J. (2016). Cel II. To nie przypadek. MT Biznes.
38. Imai, M. (2007). Kaizen. Klucz do konkurencyjnego sukcesu Japonii. MT Biznes, Warszawa.
39. Ohno, T. (2008). System produkcyjny Toyoty. Więcej niż produkcja na dużą skalę. ProdPress.com.

40. Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2016). *Maszyna, która zmieniła świat*. Lean Enterprise Institute Polska.
41. Womack, J. P., & Jones, D. T. (2012). *Lean thinking – szczupłe myślenie*. ProdPress.com.
42. Liker, J. K. (2005). *Droga Toyoty. 14 zasad zarządzania wiodącej firmy produkcyjnej świata*. MT Biznes, Warszawa.
43. Liker, J. K., & Meier, D. (2007). *Droga Toyoty*. Fieldbook. MT Biznes.
44. Dennis, P. (2007). *Lean production simplified*. CRC Press.
45. VDI 3423 (2010). *Guideline for maintenance*. 42b. Wireman, T. (2008). *Total productive maintenance*. Industrial Press.
46. Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Productivity Press. 43b. Borris, S. (2006). *Total productive maintenance*. McGraw-Hill.
47. Kelly, A. (2006). *Maintenance strategy*. Elsevier.
48. Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance*. Industrial Press.
49. Smith, A. M., & Hawkins, B. (2004). *Lean maintenance*. Elsevier.
50. Levitt, J. (2008). *The handbook of maintenance management*. Industrial Press.
51. Tsang, A. H. C., & Jardine, A. K. S. (2001). *Maintenance management*. Springer.
52. Pintelon, L., & Muchiri, P. (2010). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE). *Int. Journal of Production Research*.
53. Nakajima, S. (1989). *TPM development program*. Productivity Press.
54. Suzuki, T. (1994). *TPM in process industries*. Productivity Press.
55. Willmott, P. (1997). *TPM: The Western way*. Butterworth-Heinemann.
56. Hartmann, E. H. (1992). *Successfully installing TPM*. TPM Press.
57. Ireland, F., & Dale, B. (2001). A study of TPM in the UK manufacturing organisations. *Int. Journal of Quality & Reliability Management*.
58. Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., & Probert, S. D. (2006). Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture. *Applied Energy*, 83(11), 1235–1248.
59. Huang, S. H., Dismukes, J. P., Shi, J., Su, Q., & Razzolini, M. (2003). Manufacturing productivity improvement using effectiveness metrics and simulation analysis. *Int. Journal of Production Research*, 41(3), 513–527.
60. Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – a practical analysis. *Int. Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488–1502.

61. Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE). *Int. Journal of Production Research*, 46(13), 3517–3535.
62. Almeanazel, O. T. R. (2010). Total productive maintenance review and overall equipment effectiveness measurement. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 4(4), 517–522.
63. Bamber, C. J., Sharp, J. M., & Hides, M. T. (1999). Factors affecting successful implementation of total productive maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3), 162–181.
64. Cooke, F. L. (2000). Implementing TPM in plant maintenance: some organisational barriers. *Int. Journal of Quality & Reliability Management*, 17(9), 1003–1016.
65. Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *Int. Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709–756.
66. Bamber, C. J., & Hides, M. T. (2000). Developing management systems towards integrated manufacturing: a case study perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, 11(6), 348–358.
67. McKone, K. E., Schroeder, R. G., & Cua, K. O. (2001). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(1), 39–58.
68. Tsarouhas, P. H. (2007). Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(1), 5–18.
69. Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance. *Int. Journal of Quality & Reliability Management*, 24(2), 210–236.
70. Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., & Probert, S. D. (2004). Implementing total productive maintenance in Nigerian industries. *Applied Energy*, 79(4), 385–401.
71. McCarthy, D., & Rich, N. (2015). *Lean TPM: A blueprint for change*. Elsevier.
72. Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2016). *TPM – jako narzędzie doskonalenia systemu utrzymania ruchu*. PWSZ, Konin.
73. Nowakowski, T. (2010). *Zarządzanie eksploatacją i utrzymaniem ruchu*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
74. Strzelecak, S., & Choromański, W. (2012). *Inżynieria systemów transportowych*. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa.
75. Knop, K. (2017). *Inżynieria systemów logistycznych*. Wyd. UE Wrocław.

76. Kruczek, M., Pałucha, K., & Żebrucki, Z. (2009). Wprowadzenie do nowoczesnych koncepcji utrzymania ruchu. W [w:] Bendkowski J. (red.), Wybrane zagadnienia zarządzania łańcuchem dostaw. Politechnika Śląska, Gliwice.
77. Hohmann, C. (2014). Lean management: Tools, techniques and how to use them. CRC Press.
78. Szyjewski, Z. (2017). Metodyka zarządzania projektami. PWE, Warszawa.
79. Trocki, M. (2012). Nowoczesne zarządzanie projektami. PWE, Warszawa.
80. Wysocki, R. K. (2011). Efektywne zarządzanie projektami. Helion, Gliwice.
81. Kerzner, H. (2013). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling. Wiley.
82. 83a. Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2016). Operations management. Pearson. 83b. Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Operations management: Sustainability and supply chain management. Pearson.
83. Krawczyk, S. (2014). Zarządzanie projektami logistycznymi. Difin, Warszawa.
84. Nowicka-Skowron, M. (2016). Zarządzanie procesami logistycznymi. PWE, Warszawa.
85. Niekurzak, M., & Lewicki, W. (2025). Optimisation of the Production Process of Ironing Refractory Products Using the OEE Indicator as Part of Innovative Solutions for Sustainable Production. Sustainability, 17, 4779.
86. Więckowska B.: Podręcznik Użytkownika PQStat, PQStat Software, 2018.
87. Shapiro S.S., Wilk M.B.: Ananalysis of variance test fornormality (completesamples). Biometrika, 1975, pp. 591–611.

Załącznik 1

Załącznik 2

Załącznik 3