

**Redakcja**  
**Elżbieta MILEWSKA**  
**Iwona ŻABIŃSKA**

***Systemy Wspomagania***  
***W***  
***Inżynierii Produkcji***

**Inżynieria Systemów**  
**Technicznych**

**GLIWICE 2014**

## RECENZENCI:

doc. Ing. Jiří FRIES, PhD.

dr hab. inż. Zbigniew MATUSZAK, prof. AM

dr hab. inż. Jarosław ZAWADZKI, prof. PW

VŠB-TU Ostrava

Akademia Morska w Szczecinie

Politechnika Warszawska

Każdy z rozdziałów monografii był recenzowany przez dwóch recenzentów, o znacznym, uznanym w kraju i na świecie dorobku w ocenianej dziedzinie.

Układ typograficzny autorów.

Projekt i opracowanie graficzne okładki: Michał ZASADZIENÍ

ISBN 978-83-940150-0-8

© Copyright by Publisher PA NOVA SA. Gliwice  
ul. Górnych Wałów 42, 44-100 GLIWICE, POLAND  
tel. +4832 400 41 02  
fax. +4832 400 41 10

All rights reserved

Printed in Poland

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany, rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym również nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Gliwice 2014

Z przyjemnością oddajemy w Państwa ręce monografię pt. „Inżynieria systemów technicznych”, która jest zbiorem prac specjalistów i naukowców w takich dyscyplinach jak: zarządzanie, inżynieria produkcji, prawo, administracja, górnictwo czy ochrona środowiska.

W poszczególnych rozdziałach autorzy dzieląc się swoim doświadczeniem i przemyśleniami poruszają różne aspekty działalności przedsiębiorstw produkcyjnych oraz ich interakcji z najbliższym otoczeniem. Czytelnik znajdzie tutaj zarówno opracowania teoretyczne jak i wyniki badań o charakterze praktycznym i aplikacyjnym. W poszczególnych rozdziałach zapoznać się można m. in. z zagadnieniami dotyczącymi ochrony własności intelektualnej oraz zamówień publicznych, nowych rozwiązań w zakresie komputerowego wspomaganie działalności przedsiębiorstw i jednostek samorządu terytorialnego, problemów związanych z planowaniem i doskonaleniem procesów decyzyjnych, produkcyjnych, eksploatacyjnych oraz diagnostycznych, a także z aspektami zrównoważonego wytwarzania. W monografii przedstawiono doświadczenia pochodzące z różnych gałęzi przemysłu i usług, takich jak: przemysł wydobywczy, motoryzacyjny, ceramiczny, ciepłowniczy, opieka zdrowotna czy lokalna administracja samorządowa.

Mamy nadzieję, że Czytelnik znajdzie w monografii ciekawy dla siebie materiał poszerzający wiedzę oraz inspirujący do własnych badań i refleksji.

Redaktorzy składają podziękowania wszystkim autorom poszczególnych rozdziałów, za trud włożony w przygotowanie materiałów oraz za możliwość zamieszczenia ich w niniejszej monografii, a Czytelnikom życzą pasjonującej lektury.

*Elżbieta MILEWSKA  
Iwona ŻABIŃSKA*

## SPIS TREŚCI

1. ZNACZENIE „BIAŁYCH CERTYFIKATÓW” W POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI  
ENERGETYCZNEJ PRZEDSIĘBIORSTW  
**Janusz ADAMCZYK** 11
2. ZARZĄDZANIE UTRZYMANIEM UKŁADÓW ENERGETYCZNYCH STATKÓW  
MORSKICH WSPOMAGANE ANALIZĄ RYZYKA  
**Andrzej ADAMKIEWICZ** 21
3. SYSTEM EMAS JAKO STYMULATOR INNOWACJI ŚRODOWISKOWYCH  
W PRZEDSIĘBIORSTWIE  
**Mateusz BUDYNEK, Adrianna DYBIKOWSKA, Joanna RATAJCZAK,  
Arkadiusz ZAGAJEWSKI** 33
4. CZY DESIGN THINKING JEST PRZYDATNY W KSZTAŁCENIU INŻYNIERÓW?  
**Leszek CHYBOWSKI, Dorota IDZIASZCZYK** 43
5. ZARZĄDZANIE ŚRODOWISKOWE, JAKO INSTRUMENT OGRANICZANIA RYZYKA  
EKOLOGICZNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE  
**Daria DER, Maciej GAWRON, Jagoda ZBOROWSKA** 56
6. NIEZAWODNOŚĆ CZŁOWIEKA I NIEZAWODNOŚĆ TECHNICZNA W PROCESIE  
PRACY UKŁADU CZŁOWIEK-MASZYNA  
**Jolanta IGNAC-NOWICKA, Anna GEMBALSKA-KWIECIEŃ** 65
7. INNOWACYJNA METODA ZAOPATRYWANIA MAŁYCH I ŚREDNICH  
PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W CIEPŁO I ENERGIĘ ELEKTRYCZNA  
**Piotr KALETA, Tomasz WAŁEK** 76
8. UWAGI NA TEMAT GOSPODAROWANIA DANYMI, INFORMACJĄ I WIEDZĄ  
W ZADANIACH Z OBSZARU INŻYNIERII PRODUKCJI  
**Jan KAŹMIERCZAK** 88
9. DZIAŁALNOŚĆ INNOWACYJNA W PRZEDSIĘBIORSTWIE Z BRANŻY USŁUGOWEJ –  
PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ  
**Anna KOCHMAŃSKA** 101



- 
10. SPOSÓB WYKORZYSTANIA NARZĘDZI SYMULACJI KOMPUTEROWEJ  
W OGRANICZANIU HAŁASU W BUDYNKACH WIELOPIĘTROWYCH  
**Marek KOMONIEWSKI** 112
  11. WPŁYW TERMICZNEGO UTLENIANIA NA WŁAŚCIWOŚCI WYTRZYMAŁOŚCIWE  
STOPU TI-6AL-7NB  
**Marta ŁUCZUK, Marzena SZCZEPKOWSKA** 123
  12. PLANOWANIE PRODUKCJI OPARTE NA PROGNOZOWANIU – METODA ATP  
**Marcin MICHNA, Stefan SENCZYNA** 129
  13. ASPEKTY TECHNICZNE I ORGANIZACYJNE WDROŻENIA SYSTEMU  
INFORMATYCZNEGO WSPOMAGAJĄCEGO PLANOWANIE PRODUKCJI  
**Elżbieta MILEWSKA** 142
  14. PRZENOSINY, RELOKACJA I ZAMIANA ZAKŁADÓW PRODUKCYJNYCH –  
OMÓWIENIE ZAŁOŻEŃ, DZIAŁAŃ I WYNIKÓW  
**Jerzy OKRZESA** 153
  15. WYKORZYSTANIE KRAJOBRAZÓW DŹWIĘKOWYCH W JAKOŚCIOWEJ OCENIE  
ŚRODOWISKA AKUSTYCZNEGO MIAST – PROPOZYCJA BADAŃ  
**Waldemar PASZKOWSKI** 164
  16. ANALIZA WPŁYWU UMIEJSCOWIENIA STANOWISKA PRACY W REJONIE  
SKRZYŻOWAŃ PRZENOŚNIKÓW TAŚMOWYCH W CIĄGU ODSTAWY GŁÓWNEJ-  
POZIOMOWEJ W KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO NA POZIOM EKSPOZYCJI NA  
HAŁAS – STUDIUM PRZYPADKU  
**Marek PROFASKA** 174
  17. ANALIZA WPŁYWU ZMIAN WYBRANYCH PARAMETRÓW SKRAWANIA  
NA POZIOM SYGNAŁU WIBROAKUSTYCZNEGO – STUDIUM PRZYPADKU  
**Marek PROFASKA, Łukasz DOMAGAŁA** 186
  18. TECHNOLOGIE UTYLIZACJI ŻUŻLI METALURGICZNYCH –  
STUDIUM LITERATUROWE  
**Jacek SITKO** 200
  19. ROLA PRZEDSIĘBIORSTW PRODUKCYJNYCH W FINANSOWANIU OCHRONY  
ŚRODOWISKA  
**Justyna SŁONIMIEC, Katarzyna MARCINIAK, Anna KOWALEWICZ,  
Paulina SZATKOWSKA** 211
  20. NOWOCZESNE METODY REGENERACJI ZUŻYTYCH ELEMENTÓW MASZYN  
**Alojzy STAWINOĞA, Jerzy MIZGAŁA** 222

---

21.	MATERIAŁY POROWATE DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH <b>Marzena SZCZEPKOWSKA, Marta ŁUCZUK</b>	<b>231</b>
22.	CZŁOWIEK JAKO EKSPLOATATOR ŚRODKÓW TECHNICZNYCH – AKTUALNY STAN WIEDZY ORAZ PERSPEKTYWY BADAWCZE <b>Andrzej WIECZOREK</b>	<b>240</b>
23.	ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACYJNEJ TABORU PASAŻERSKIEGO <b>Bogusz WIŚNICKI, Leszek CHYBOWSKI, Dariusz KRUKOWSKI</b>	<b>252</b>

# 23

## ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACYJNEJ TABORU PASAŻERSKIEGO

### 23.1 WPROWADZENIE

Największym przewoźnikiem kolejowym pasażerskim w relacjach dalekobieżnych w Polsce jest spółka PKP Intercity (stan na rok 2014). Spośród wszystkich połączeń kolejowych pasażerskich uruchamianych przez PKP Intercity, największą grupę stanowią pociągi Twoich Linii Kolejowych (TLK). Pociągi tej marki, kursujące zarówno w porze dziennej jak i nocnej stanowią trzon krajowych połączeń kolejowych przewoźnika. Sieć pociągów tej kategorii obejmuje największe miasta w Polsce oraz miejscowości słynące z wypoczynku, położone zarówno w pasie nadmorskim, jak i na południu kraju. Pociągi kategorii TLK objęte są całkowitą rezerwacją miejsc, co umożliwia stałe monitorowanie zajętości miejsc w danym pociągu.

Na dzień dzisiejszy PKP Intercity uruchamia 296 pociągów TLK (także sezonowych), komunikując ze sobą 350 stacji w Polsce. Wykorzystywanych jest w tym celu około 1700 wagonów oraz drużyny konduktorskie liczące 1300 osób. Wagony pasażerskie różnią się od siebie w zależności od funkcji jakie spełniają w składzie pociągu. Obecnie spółka PKP Intercity eksploatuje wagony ponad 30 typów.

W procesie sprawnego przewozu osób transportem kolejowym, istotną rolę odgrywa racjonalne gospodarowanie wagonami kolejowymi, które przekłada się na całokształt pracy firm transportowych [2]. Zarządzanie flotą wagonów pasażerskich powinno się odbywać w taki sposób, aby proces przewozu przebiegał bez zakłóceń przy jednoczesnym zadowoleniu klienta. Wagony natomiast powinny być wykorzystywane oszczędnie, zgodnie z przeznaczeniem oraz posiadać pełną sprawność eksploatacyjną [8]. Bieżąca analiza procesu eksploatacji wagonów pasażerskich jest podstawą do podejmowania racjonalnych decyzji gospodarczych, zarówno o charakterze doraźnym jak i strategicznym. W szczególności odnosi się to do decyzji inwestycyjnych oraz organizacji pracy przewozowej. Spółkę PKP Intercity cechuje duża kosztochłonność działalności eksploatacyjnej wynikająca z wielkości zaangażowanego kapitału inwestycyjnego i skali bieżących przepływów finansowych. Bezpośredni wpływ wynik finansowy spółki ma właściwa eksploatacja wagonów postrzegana zarówno ze strony przewoźnika jak i pasażera.

Poniższą analizę efektywności eksploatacyjnej taboru pasażerskiego została oparta na pracy pociągów TLK przewoźnika PKP Intercity. Badane wskaźniki eksploatacyjne mają charakter uproszczony i możliwie uniwersalny. Mierniki eksploatacyjne opisują

jakość usług przewozowych i bazują na wielokryterialnych parametrach nie technicznych. W badaniach zastosowano analizę porównawczą przy wykorzystaniu metod statystycznych i obserwacyjnych, a głównym źródłem informacji były obserwacje studyjne potoków pasażerskich oraz ruch pociągów. Ponadto, wykorzystana została także metoda ankietowa oraz studium przypadku.

### 23.2 EKSPLOATACJA POCIĄGÓW PASAŻERSKICH – ZAŁOŻENIA DO ANALIZY

Pojęcie eksploatacji pojazdów szynowych obejmuje zagadnienia techniczno-organizacyjne, ekonomiczne i organizacyjno-prawne, odnoszące się do współpracy między człowiekiem a pojazdem szynowym, poczynając od momentu wyprodukowania aż do jego fizycznej likwidacji. Istotą współpracy między człowiekiem a kolejowym środkiem transportu są ich wzajemne relacje, rozpatrywane na dwóch płaszczyznach. Po pierwsze, człowiek wykorzystuje pojazdy szynowe do transportu osób i ładunków. Po drugie, monitoruje i odtwarza możliwość wykorzystywania tych pojazdów zgodnie z ich przeznaczeniem [14]. Wagony pasażerskie opisuje się za pomocą parametrów eksploatacyjnych, uszeregowanych wedle ściśle określonych kryteriów [15]:

- parametry techniczno-eksploatacyjne (szerokość toru, prędkość konstrukcyjna wagonu, prędkość eksploatacyjna),
- parametry masy (masa własna wagonu, masa na jedną oś wagonu, masa na 1m długości wagonu),
- parametry wymiarowe (rozstaw osi, długość wagonu wraz ze zderzakami, szerokość wagonu, wysokość wagonu od główki szyny),
- pozostałe parametry, np. liczba miejsc do siedzenia.

Głównym miernikiem charakteryzującym kolejowe przewozy pasażerskie każdego typu jest praca przewozowa, określana jako iloczyn liczby pasażerów pociągu i odległości ich przejazdu. Jednostką pracy przewozowej jest pasażerokilometr. Złożoność ruchu pasażerskiego sprawia jednak, iż miernik ten uznaje się za miernik syntetyczny, nie odzwierciedlający faktycznej złożoności ruchu pociągów. Dlatego też, przy obliczaniu pracy przewozowej pod uwagę należy wziąć szereg czynników, takich jak odległości przejazdu, klasę wagonu czy też rodzaj ruchu pasażerskiego. Jakość usług kolejowych, świadczonych przez przewoźnika oceniana jest na podstawie czterech głównych elementów [8]:

- czas trwania podróży,
- częstotliwość kursowania pociągów,
- wygoda podróżowania,
- standard wygody podróżowania.

Przeprowadzenie analizy opierać się będzie na wyznaczeniu mierników eksploatacyjnych wybranych składów pociągów pasażerskich. W tym celu zastosowane zostaną określone metody badawcze, dzięki którym możliwe będzie pozyskanie wszystkich niezbędnych informacji i danych.

Proces badawczy podzielony zostanie na trzy części:

- analiza zdolności przewozowej wagonów,
- analiza mierników jakości przewozów pasażerskich,
- analiza efektywnego czasu pracy wagonów.

Przedmiotem badań będą wyłącznie pociągi marki TLK uruchamiane przez PKP Intercity, kursujące po linii kolejowej nr 351 (Szczecin Główny-Poznań Główny). Na chwilę obecną, według kolejowego rozkładu jazdy 2013/2014 po linii nr 351 kursuje 18 par pociągów marki TLK, uruchamianych przez spółkę PKP Intercity. Ich zestawienie prezentuje tabela 23.1.

**Tabela 23.1 Wykaz pociągów TLK kursujących po linii nr 351**

Lp.	Numer pociągu	Pokonywany odcinek linii nr 351	Wagony	
			1kl	2kl
1	84100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	3
2	85102	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	1	5
3	38204	Szczecin Główny – Szczecin Dąbie (12km)	2	7
4	83100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	2	4
5	81100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	7
6	86110	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
7	81104	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	2	6
8	82100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	8
9	83106	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	5
10	85100	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	1	5
11	86100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	2	4
12	87100	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
13	85104	Szczecin Główny – Stargard Szczeciński (37km)	1	5
14	83200	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
15	83250	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
16	83204	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	4
17	81200	Szczecin Główny – Poznań Główny (210km)	1	3
18	81200	Krzyż Wlkp. – Poznań Główny (84km)	0,5	1,5
<b>Suma</b>		<b>2764km</b>	<b>21,5</b>	<b>83,5</b>

Źródło: Materiały firmy PKP Intercity S.A.

### 23.3 WYZNACZANIE ZDOLNOŚCI PRZEWOZOWEJ WAGONÓW PASAŻERSKICH

Pojęcie zdolności przewozowej w kolejowym ruchu pasażerskim, zdefiniować można jako liczbę pasażerów, która jest możliwa do przemieszczenia w danym okresie czasowym z uwzględnieniem wygody podróżowania. Ustalanie zdolności przewozowej wagonów pasażerskich może dotyczyć całej sieci kolejowej, bądź wyłącznie linii lub odcinka, który jest przedmiotem analizy. W celu obliczenia zdolności przewozowej można posłużyć się następującym wzorem [6]:

$$Z_{ol} = N_p \cdot n_w \cdot n_m \cdot W_p \cdot \frac{l_s}{l_p} \text{ [pasażerów/dobę]} \quad (23.1)$$

gdzie:

- $N_p$  – liczba pociągów kursujących na danej linii,
- $n_w$  – liczba wagonów w jednym pociągu,
- $n_m$  – liczba miejsc do siedzenia w jednym wagonie,
- $W_p$  – współczynnik wykorzystania pojemności wagonu,
- $l_s$  – przeciętna odległość jazdy pociągu na danej linii,
- $l_p$  – przeciętna odległość przejazdu jednego pasażera.

Dla przewoźnika TLK można określić następujące parametry eksploatacyjne dla analizowanej linii kolejowej nr 351:

- liczba pociągów kursujących na linii:  $N_p = 36$  pociągów/dobę,
- średnia liczba wagonów 1 klasy w jednym pociągu:  $n_w = 1,19$  wagonów,
- średnia liczba wagonów 2 klasy w jednym pociągu:  $n_w = 4,64$  wagonów,
- liczba miejsc do siedzenia w wagonie 1 klasy:
- $n_m = 9$  przedziałów  $\cdot 6$  miejsc = 54 miejsca,
- liczba miejsc do siedzenia w jednym wagonie 2 klasy:
- $n_m = 10$  przedziałów  $\cdot 8$  miejsc = 80 miejsc,
- przeciętna odległość jazdy pociągu na danej linii:

$$l_s = \frac{2764}{18} = 153,56 \text{ km} \quad (23.2)$$

Współczynnik wykorzystania pojemności wagonu jest ilorazem liczby pasażerów znajdujących się w wagonie, do jego liczby miejsc siedzących. Przy wyznaczaniu maksymalnej zdolności przewozowej taboru przyjmuje się, iż wszystkie miejsca siedzące w pociągu są zajęte, tym samym wartość współczynnika wynosi  $W_p = 1$ . Przy wyznaczaniu stopnia wykorzystania zdolności przewozowej taboru, konieczne jest natomiast wyznaczenie współczynnika na podstawie aktualnej frekwencji panującej w pociągach i obliczenie jego wartości średniej [8].

Na potrzeby analizy ustalono, że zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego w 2012 roku średnia odległość przejazdu jednego pasażera w komunikacji krajowej wyniosła  $l_p = 63$  km.

Na podstawie powyższych danych można obliczyć maksymalną zdolność przewozową wagonów 1 i 2 klasy oraz sumaryczną zdolność przewozową dla obu klas wagonów.

$$\begin{aligned} Z_{ol1} &= 36 \cdot 4,64 \cdot 80 \cdot 1 \cdot \frac{153,56}{63} = 32606 \text{ pasażerów 1 klasy/dobę} \\ Z_{ol2} &= 36 \cdot 1,19 \cdot 54 \cdot 1 \cdot \frac{153,56}{63} = 5644 \text{ pasażerów 2 klasy/dobę} \\ Z_{ol} &= Z_{ol1} + Z_{ol2} = 32606 + 5644 = 38250 \text{ pasażerów/dobę} \end{aligned} \quad (23.3)$$

Otrzymana wielkość zdolności przewozowej dla badanej linii kolejowej i przewoźnika wynosi  $Z_{ol} = 38250$  pasażerów/dobę.

### 23.4 WYKORZYSTANIE ZDOLNOŚCI PRZEWOZOWEJ WAGONÓW PASAŻERSKICH

Średni współczynnik wykorzystania pojemności wagonu wyznaczony został na podstawie badania frekwencji w czterech pociągach na linii nr 351 Szczecin Główny - Poznań Główny:

- TLK Kossak (Szczecin Główny-Poznań Główny-Przemyśl),
- TLK Gałczyński (Lublin-Poznań Główny-Szczecin Główny),
- TLK Podhalanin (Szczecin Główny-Poznań Główny-Zakopane),
- TLK Szczecinianin (Warszawa Wschodnia-Poznań Główny-Szczecin Główny).

Badanie odbyło się w dniach 06-07.02.2014r i polegało na zliczeniu potoków pasażerskich w każdym wagonie. Średnią liczbę pasażerów wagonu podzielono przez liczbę miejsc w wagonie otrzymując współczynnik wykorzystania pojemności. Kryterium wyboru pociągów stanowiły relacja oraz pora kursowania (szczyt poranny, popołudnie, pora wieczorna oraz pora nocna). Analiza dotyczyła tylko i wyłącznie wagonów z miejscami do siedzenia. Wyniki badania znajdują się w tabeli 23.2. Kolor jasnoszary oznacza wagon pierwszej klasy, zaś ciemnoszary-drugiej.

**Tabela 23.2 Współczynniki wykorzystania pojemności wagonów w wybranych pociągach marki TLK**

Pociąg TLK	Współczynnik wykorzystania pojemności w kolejnym wagonie									Wartość średnia
Kossak	0,20	0,31	0,51	0,67	0,24	0,72				0,44
Gałczyński	0,52	0,64	0,41	0,58	0,78	0,55	0,74	0,51	0,70	0,60
Podhalanin	0,41	0,33	0,24	0,45	0,29					0,34
Szczecinianin	0,61	0,76	0,85	0,91						0,78

Średni współczynnik dla 1 klasy  $W_p$  0,41

Średni współczynnik dla 2 klasy  $W_p$  0,57

Średni współczynnik dla pociągów  $W_p$  0,54

Na podstawie powyższych obliczeń można średni współczynnik wykorzystania wagonów na badanej linii równy  $W_p = 0,54$ . Oznacza to w praktyce, że zdolność przewozowa pociągów marki TLK kursujących po linii kolejowej nr 351 linii jest wykorzystana w 54%. W ciągu doby średnio korzysta z usług przewoźnika na badanej linii korzysta 20657 pasażerów:

$$Z_{ol} \cdot 0,54 = 38250 \cdot 0,54 = 20655 \text{ pasażerów/dobę} \quad (23.4)$$

Otrzymana wartość stopnia wykorzystania zdolności przewozowej dla linii Szczecin-Poznań ma charakter szacunkowy, wynikający z obserwacji jedynie czterech pociągów w wybranym dniu. W dłuższym okresie obserwuje się znaczną nierównomierność przewozów. Współczynnik wykorzystania miejsc w wagonie, może kształtować się bardzo różnie, zależnie od okresów doby i okresów roku. Pociągi kursujące w okresie

ferii zimowych lub wakacji letnich charakteryzują się dużym obciążeniem, co automatycznie przekłada się na zwiększenie wykorzystywana zdolność przewozowej wagonów.

Różnice w wartości współczynnika wykorzystania miejsc w pociągach „Podhalanin” i „Szczecinianin” są dość znaczne, mimo iż pociągi kursują w podobnej porze. Mała frekwencja w pociągu TLK Podhalanin może wynikać z faktu, iż jest to typowy pociąg nocny skierowany do pasażerów podróżujących na duże odległości w kierunku górskich miejscowości. Jego frekwencja znacząco wzrasta w okresie weekendów, ferii czy wakacji. Niewykluczone też, że frekwencja w pociągu wzrosła na stacjach węzłowych, gdzie podróżni przesiadali się by dojechać do stacji docelowej. Wysoki współczynnik wykorzystania miejsc w pociągu TLK Szczecinianin może wynikać z faktu, iż część jego wagonów po przyjeździe do Szczecina jedzie dalej do Świnoujścia, gdzie znajdują się przeprawy promowe. Nierównomierność przewozów dalekobieżnych jest jednak tak duża, iż otrzymanego wyniku nie można traktować jako decydującego dla całej linii.

### 23.5 BADANIE ZADOWOLENIA KLIENTA PRZEWOZÓW PASAŻERSKICH

W procesie badania jakości kolejowych przewozów pasażerskich kluczową rolę odgrywają opinie pasażerów. Istnieje wiele czynników opiniotwórczych, do których pasażerowie przywiązują wagę podczas podróży.

W celu dokonania oceny jakości przewozu w wagonach kursujących w składach pociągów marki TLK, sporządzono ankietę w czterech pociągach tej kategorii. Ankieta przeprowadzona została w dniach 04-05.02.2014r. na odcinku linii nr 351 Szczecin Główny – Poznań Główny, na reprezentatywnej grupie 200 pasażerów 1 i 2 klasy w następujących pociągach:

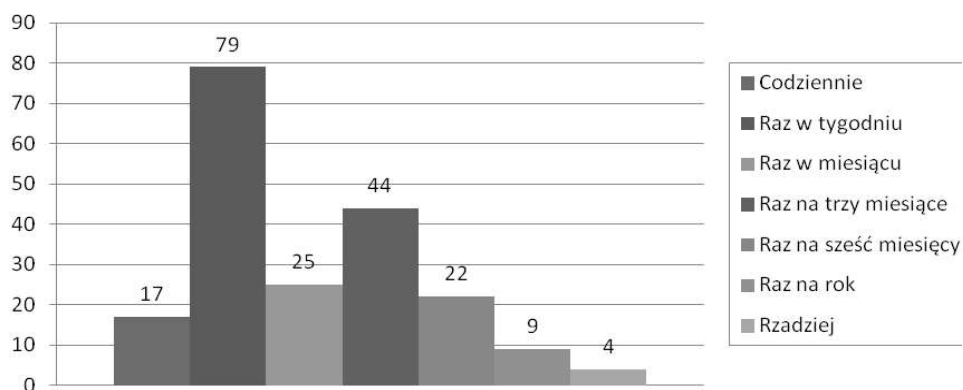
- TLK Wiking (Szczecin Główny-Poznań Główny-Katowice),
- TLK Szkuner (Wrocław Główny-Poznań Główny-Szczecin Główny),
- TLK Orkan (Szczecin Główny-Poznań Główny),
- TLK Wiking (Katowice-Poznań Główny-Szczecin Główny).

W każdym z pociągów rozdano 50 ankiet pasażerom zarówno pierwszej jak i drugiej klasy. Pośród wielu możliwych kryteriów ważności [3], ocena działania systemu transportowego oparła się na badaniu ankietowym przeprowadzonym w trzech częściach. Pierwsza dotyczyła częstości podróżowania pociągami marki TLK wraz z podaniem odległości i klasy, w której podróżują pasażerowie. Druga dotyczyła oceny, w skali od 1 do 5, czynników mających decydujący wpływ na komfort podróży z punktu widzenia pasażera. W trzeciej części pasażerowie zostali poproszeni o podsumowanie swojej opinii na temat jakości w wagonach kursujących w składach pociągów marki TLK. Wyniki ankiet zaprezentowane są na rys. 23.1, rys.23.2 i rys. 23.3.

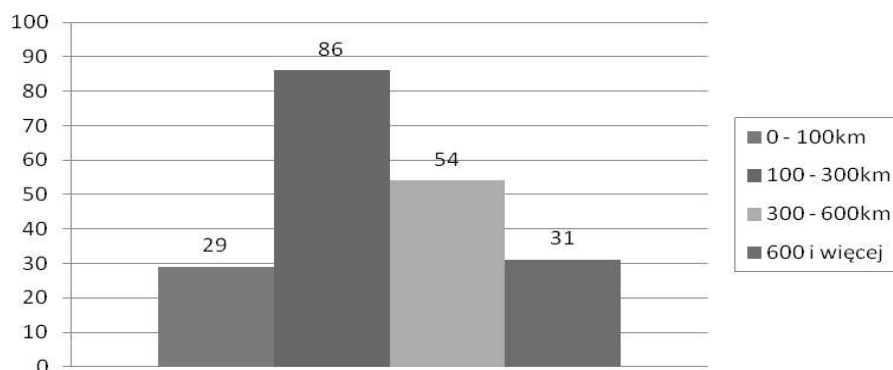
Analizując pierwszą część ankiety stwierdzić można, iż największą grupę wśród badanych stanowią pasażerowie, którzy przynajmniej raz w tygodniu korzystają z pociągów marki TLK. Pod względem odległościowym, najwięcej pasażerów podróżuje na odległości do 300km. Dalej można zauważyć tendencję spadkową – im większa odległość podróży, tym mniej ankietowanych wskazało daną odpowiedź. Zdecydowana większość pasażerów (87%) preferuje podróż drugą klasą. W drugiej części ankiety



najwyżej ocenione zostały następujące mierniki, jakości: oświetlenie, przewietrzenie i zapach w wagonie, czystość przedziałów i korytarzy oraz dostępność usług gastronomicznych. Wartości mierników przyporządkowane przez badanych wyniosły powyżej 4,00. Najgorszą opinią wśród pasażerów cieszy się za to ogrzewanie (3,14) oraz czystość przedziałów sanitarnych (2,73).



Rys. 23.1 Częstotliwość podróżowania przez pasażerów pociągami marki TLK

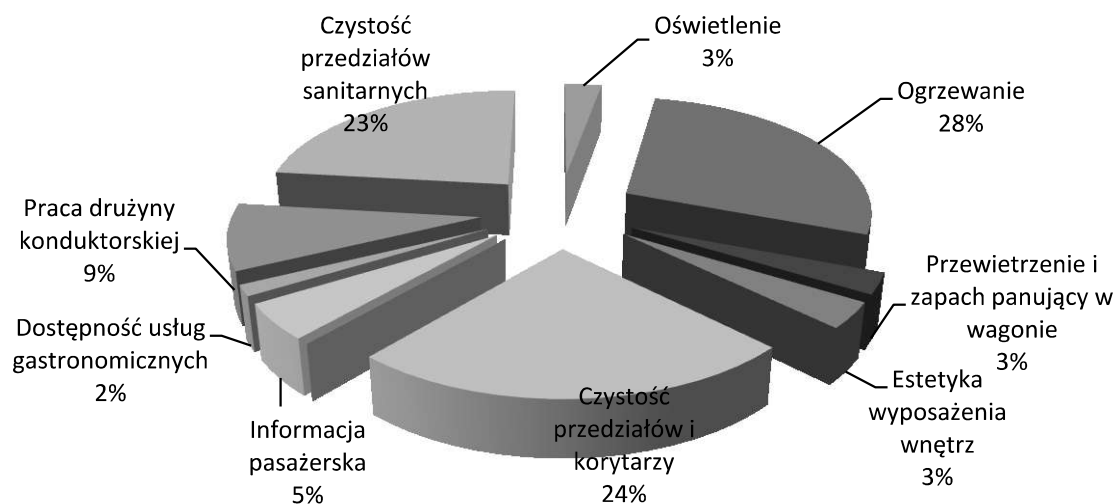


Rys. 23.2 Odległości na jakie podróżują pasażerowie



Rys. 23.3 Analizowane mierniki jakości usług przewozowych

W części trzeciej pasażerowie zostali poproszeni o podanie trzech mierników jakości, spośród tych ocenianych w drugiej części, do których przywiązują największą wagę. W ten sposób przyporządkowano współczynniki procentowe ważności poszczególnych mierników jakości (rys. 23.4).



Rys. 23.4 Ważność mierników jakości wskazywana przez pasażerów

Badanie pokazuje, iż pasażerowie podróżujący pociągami dalekobieżnymi marki TLK przywiązują największą wagę do czystości panującej w wagonie. Czystość i higiena przedziałów, korytarzy oraz przedziałów sanitarnych jest czynnikiem jakości, wobec którego pasażerowie mają największe oczekiwania. Innym istotnym czynnikiem wskazywanym przez badanych jest ogrzewanie, którego sprawne działanie jest podstawowym miernikiem jakości wagonów w okresie jesienno-zimowym.

W ostatnim pytaniu, ankietowani zostali poproszeni o podsumowanie swojej opinii na temat standardu podróżowania w pociągach marki TLK. Aż 82 pasażerów (41%) stwierdziło, iż standard wygody podróżowania polepsza się. Innego zdania było tylko 31 badanych (15,5%). 87 pasażerów (43,5%) wyraziło zdanie, iż poziom standardu podróżowania plasuje się na stałym poziomie.

### 23.6 EFEKTYWNY CZAS PRACY WAGONÓW PASAŻERSKICH

Celem wyznaczenia efektywnego czasu pracy wagonów, dokonano analizy obrotów trzech pociągów marki TLK:

- TLK Szczecinianin (Szczecin Główny-Warszawa Wschodnia),
- TLK Szkuner (Szczecin Główny-Wrocław Główny),
- TLK Żuławy (Szczecin Główny-Gdynia Główna).

Dane o czasie przejazdu pociągów między stacjami oraz o długości trasy zostały zaczerpnięte z kolejowego rozkładu jazdy 2013/2014. Na ich podstawie wyliczono także prędkość handlową-wielkość niezbędną do obliczenia efektywnego czasu pracy wagonów.

Efektywny czas pracy wagonu można obliczyć korzystając z poniższego wzoru:

$$t_{pw} = \frac{2 \cdot l}{V_h} \cdot \frac{24}{T_w} \text{ [wagonogodzin/dobę]} \quad (23.5)$$

gdzie:

$l$  – odległość między stacją początkową a końcową,

$V_h$  – prędkość handlowa pociągu,

$T_w$  – czas obrotu składu wagonów (rys. 23.5),

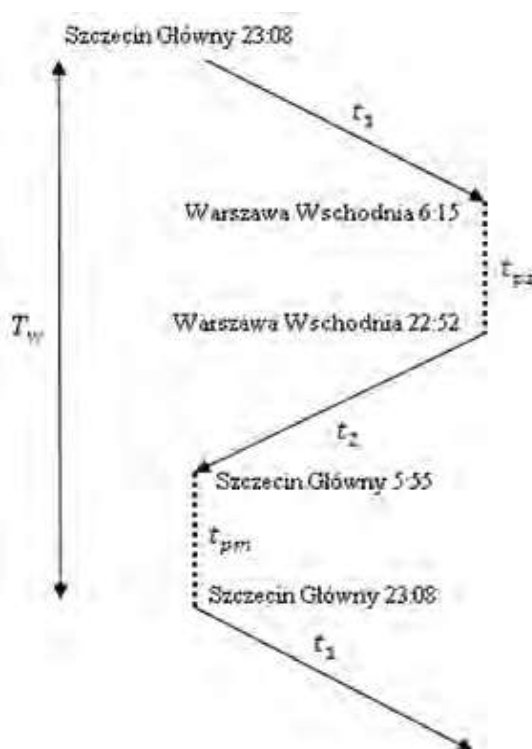
$$T_w = t_1 + t_{pz} + t_2 + t_{pm} \text{ [h]} \quad (23.6)$$

$t_1$  – czas jazdy pociągu od stacji macierzystej do stacji zwrotnej,

$t_{pz}$  – czas przebywania składu na stacji zwrotnej,

$t_2$  – czas jazdy pociągu ze stacji zwrotnej do stacji macierzystej,

$t_{pm}$  – czas przebywania składu na stacji macierzystej.



**Rys. 23.5 Schemat obrotu składu wagonów pociągu TLK Szczecinianin**

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8]

Po podstawieniu odpowiednich danych otrzymano następujące wyniki:

$$\text{TLK Szczecinianin} \quad t_{pw_1} = \frac{514}{72,55} \cdot \frac{24}{48} = 7,09 \text{ [wagonogodzin/dobę]} \quad (23.7)$$

$$\text{TLK Szkuner} \quad t_{pw_2} = \frac{364}{72,41} \cdot \frac{24}{24} = 11,86 \text{ [wagonogodzin/dobę]} \quad (23.8)$$

$$\text{TLK Albatros} \quad t_{pw_3} = \frac{350}{779,41} \cdot \frac{24}{20} = 10,63 \text{ [wagonogodzin/dobę]} \quad (23.9)$$

Spośród trzech pociągów najdłuższy obrót składu ma pociąg TLK Szczecinianin (rys. 23.5), kursujący w porze nocnej do Warszawy Wschodniej. Jest to głównie spowodowane długim czasem postoju składu na stacjach postojowych i zakresem

czynności manipulacyjnych, jakie muszą być wykonane aby skład mógł wyruszyć w drogę powrotną. Czasy  $t_{pz}$  i  $t_{pm}$  uwzględniają nie tylko czas potrzebny na przygotowanie składu do drogi, ale też oczekiwanie na rozkładowy odjazd pociągu, który zależy przeważnie od potrzeb transportowych ośrodków, w obrębie których funkcjonują stacje postojowe.

Największym efektywnym czasem pracy wagonu charakteryzuje się pociąg TLK Szkuner, kursujący pomiędzy Szczecinem a Wrocławiem. Duże znaczenie odgrywa w tym wypadku stosunek pomiędzy dystansem i czasem jaki pokonuje wagon a czasem obrotu składu w ciągu doby. Czas obrotu jest tym krótszy im większa prędkość handlowa pociągu i mniejszy dystans który ma do pokonania.

## PODSUMOWANIE

W celu zwiększenia efektywności pracy dalekobieżnych przewozów pasażerskich należy analizować pracę przewozową wagonów korzystając z wielu dostępnych metod i technik badawczych. Wyniki i spostrzeżenia tej analizy, mogą mieć znaczący wpływ na opracowanie strategii rozwoju przewozów pasażerskich w spółce kolejowej. Zaprezentowany w pracy zestaw mierników eksploatacyjnych ma charakter uniwersalny, wielokryterialny i nietechniczny. Odnosi się do łatwych do zebrania i interpretacji cech jakościowych przewozów, obserwowanych zarówno od strony pasażera jak o przewoźnika. Na przykładzie działalności przewoźnika PKP Intercity i połączenia Szczecin-Poznań pokazano metodę zabrania i interpretacji poszczególnych wskaźników eksploatacyjnych. Ich analiza pozwoliła na sformułowanie po niższych wniosków o charakterze ogólnym i szczegółowym.

Stopień wykorzystania zdolności przewozowej wagonów pasażerskich, kursujących po określonej linii kolejowej zależy przede wszystkim od współczynnika wykorzystania pojemności wagonów. W kolejowym ruchu dalekobieżnym przyjęta jest zasada, iż każdy pasażer powinien mieć zapewnione miejsce siedzące w przeciwieństwie do ruchu lokalnego, gdzie w przypadku przejazdów na mniejsze odległości dopuszcza się istnienie miejsc stojących. W dalekobieżnych przewozach pasażerskich powinna panować równowaga pomiędzy ekonomicznym interesem kolei (zyski z biletów) a interesem pasażerów (komfort i wygoda). Stopień wykorzystania zdolności przewozowej kształtujący się na poziomie powyżej 100% oznaczałby liczbę pasażerów przewyższającą liczbę miejsc, co pociąga za sobą niski komfort podróży, ale też większe zyski dla przewoźnika przy wykorzystaniu mniejszej liczby wagonów i zmniejszeniu kosztów. W odwrotnej sytuacji, pasażerowie cieszyć się będą większym komfortem podróży, zaś przewoźnik – ponosić straty z powodu niewykorzystanych miejsc w wagonach. Dlatego też, spółka PKP Intercity wprowadziła w 2013 roku obowiązkowe miejscówki w pociągach marki TLK, prowadząc jednocześnie monitoring frekwencji w pociągach, co pozwala na bieżąco śledzić potoki pasażerskie. Dzięki temu w okresie wzmożonych przewozów, takich jak wakacje, ferie zimowe, długie weekendy, czy nawet okresy szczytu przewozowego do składów dołączane są dodatkowe wagony, adekwatne do liczby pasażerów.

Wyniki badań dotyczących jakości przewozu w pociągach TLK wypadły nadzwyczaj pozytywnie, co jest zasługą wielu inwestycji spółki w tabor wagonowy. Spośród wszystkich czynników wpływających na jakość podróżowania, najniżej ocenione zostało tylko działanie ogrzewania i czystość przedziałów sanitarnych. Niedogodności związane z działaniem ogrzewania dają się we znaki pasażerom głównie w okresie jesienno-zimowym, gdy przestarzałe konstrukcyjnie wagony mają niesprawny system ogrzewania. Z roku na rok wagonów tego typu systematycznie ubywa, bądź są modernizowane do wysokich standardów. Czystość przedziałów sanitarnych zależy w głównej mierze od samych pasażerów, dlatego bardzo ważny jest wkład podróżnych w utrzymanie czystości w pociągowych toaletach, co przełoży się na postrzeganie i ocenę przedziałów sanitarnych przez innych współpasażerów. Pozostałe czynniki zostały przez pasażerów ocenione na poziomie co najmniej zadowolającym. Spośród czynników, do których pasażerowie przykładają największą wagę podczas podróży, znajdują się te, których ocena okazała się najniższa. Dla pasażerów największe znaczenie ma ogrzewanie oraz ogólna czystość w wagonie, włączając w to przedziały i toalety.

Podsumowując badania jakościowe wagonów można stwierdzić, że pasażerowie są zadowoleni z jakości usług przewozowych w pociągach TLK. 41% badanych stwierdziło, iż standard wygody podróżowania polepsza się, natomiast 43,5% twierdzi, iż plasuje się on na stałym poziomie. Przyczyną takiego stanu rzeczy są zakrojone na szeroką skalę programy modernizacji taboru kolejowego, nierzadko przy udziale funduszy europejskich. Ponadto, PKP Intercity inwestuje w nowe fabrycznie wagony o nowych rozwiązaniach technologicznych, zapewniających jeszcze większy komfort podróżowania.

Analiza efektywnego czasu pracy wagonów pasażerskich udowodniła, iż największy przebieg dobowy wagonów posiadają pociągi, których czas obrotu składu jest najmniejszy. Pokazuje to przykład pociągu TLK Albatros, którego czas obrotu składu wynosi 20h. Jest to spowodowane tym, że skład po wykonaniu obrotu jest wykorzystywany do obsługi kolejnego pociągu. Taki ekonomiczny sposób gospodarowania wagonami pozwala osiągnąć wysoką wartość przebiegu dobowego wagonów. Z kolei skład TLK Szczecinianina, którego obrót składu wagonów wynosi 48h, wykonuje mniejszy przebieg dobowy. Wynika to z faktu, że jest to pociąg kursujący w porze nocnej, posiadający w składzie wagony sypialne i kuszetkowe. Wagony tego typu wymagają więcej czynności manipulacyjnych na stacji zwrotnej niż zwykłe wagony do siedzenia, co pochłania więcej czasu. W celu zwiększenia przebiegu dobowego wagonów oczekujących na stacji postojowej Warszawa Grochów na powrót do Szczecina, można byłoby wykorzystać je do obsługi dodatkowej pary pociągów lub jako wzmocnienie innych składów, kursujących w porze szczytu przewozowego na bardziej obciążonych liniach kolejowych.

## LITERATURA

- 1 Bogdaniuk B.: Massel A.: Podstawy transportu kolejowego, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1999.

- 2 Chybowski L.: Development Strategy of the Small Company Worked in Marine Engineering Branch. *Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa* Nr 4 (723) / 2010.
- 3 Chybowski L.: Example of Comprehensive Qualitative-Quantitative Reliability Importance Analysis of Complex Technical Systems on a Marine Propulsion Plant. *IARS 2012, Symposium Proceedings, Reliasoft Corporation, Warszawa 2012, book session 7/track 2 + CD ROM.*
- 4 Czarnecki G., Gryka T., Zadrożny Z.: *Metodyka badań eksploatacyjnych pojazdów szynowych, XV Konferencja Naukowo – Techniczna Pojazdy Szynowe; Nowe Wyzwania i Technologie Dla Logistyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.*
- 5 Dąbrowska – Bajon M.: *Podstawy sterowania ruchem kolejowym, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.*
- 6 Engelhardt J., Wardacki W., Zalewski P.: *Transport kolejowy, Kolejowa oficyna Wydawnicza, Warszawa 1995.*
- 7 Gąsowski W.: *Wagony kolejowe – konstrukcja i badania, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1998.*
- 8 Gruszczyński J.: *Eksploatacja taboru kolejowego, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.*
- 9 *Instrukcja BW-62 o ogrzewaniu, wentylacji, i klimatyzacji wagonów pasażerskich oraz elektrycznych zespołów trakcyjnych, PKP Intercity S.A., Warszawa 2011.*
- 10 *Instrukcja R – 1 o prowadzeniu ruchu pociągów na PKP, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa 2011.*
- 11 *Intercity sprzedaje tabor, Kurier kolejowy, 2013, nr 15.*
- 12 Kalinkowski A.: *Wagony kolejowe i hamulce. Wydanie II, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1985.*
- 13 Kosacki J.M., Baranowski J.: *Kolej na Pomorzu Zachodnim 1945 – 2001, Wydawnictwo INES, Szczecin 2001.*
- 14 Sowa A.: *Ocena stanu technicznego pojazdów szynowych na podstawie cech zdeterminowanych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2013*
- 15 Stajniak M.: *Transport i spedycja: podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2008.*
- 16 *Wagon pierwsza klasa, „Kurier Kolejowy”, 2013, nr 21.*
- 17 Wawrzyniak A.: *Elektryczne pociągi zespołowe ETR610 serii ED250 dla PKP Intercity S.A, „Technika Transportu Szynowego”, 2013, nr 9.*
- 18 Wawrzyniak A.: *Nowoczesne, elektryczne składy zespołowe typu ETR610 dla PKP Intercity S.A., Konferencja Naukowo – Techniczna INFRASZYN 2013, PKP Polskie Linie Kolejowe, 2013.*

## ANALIZA EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACYJNEJ TABORU PASAŻERSKIEGO

**Streszczenie:** Przedmiotem badań jest proces eksploatacji wagonów pasażerskich. Analizy dokonano w oparciu o działalność przewoźnika kolejowego pasażerskiego na wybranej linii kolejowej. Zdefiniowane zostały główne parametry eksploatacyjne taboru a następnie wyznaczono szereg mierników o wielokryterialnym charakterze. Proces badawczy podzielony zostanie na trzy części: analiza zdolności przewozowej wagonów, analiza mierników jakości przewozów pasażerskich, analiza efektywnego czasu pracy wagonów. Każda z części jak i cała praca kończy się wnioskami o charakterze szczegółowym i ogólnym.

**Słowa kluczowe:** Eksploatacja taboru, jakość usług przewozowych, praca przewozowa

## ANALYSIS OF OPERATING EFFICIENCY OF THE PASSENGER ROLLING STOCK

**Abstract:** The research is devoted to the process of exploitation of rolling stock. The analysis is based on the performance of the leading rail operator on the selected passenger railway line. The major operating parameters of rolling stock exploitation are defined and then some multicriterial parameters were calculated. The research process is divided into three parts: an analysis of the carrying capacity of rail wagons, the analysis of the quality measures of passenger transport services, the analysis of the effective working time of wagons. Each of the parts and the whole paper ends with conclusions of the general and particular nature.

**Key words:** Rolling stock utilization, quality of transport services, transport performance

dr inż. Bogusz WIŚNICKI  
Akademia Morska w Szczecinie  
Wydział Inżynierijno-Ekonomiczny Transportu  
Instytut Inżynierii Transportu,  
ul. Henryka Pobożnego 11, 70-506 Szczecin

dr inż. Leszek CHYBOWSKI  
Akademia Morska w Szczecinie  
Wydział Mechaniczny  
Instytut Eksploatacji Siłowni Okrętowych  
ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin

mgr inż. Dariusz KRUKOWSKI  
Akademia Morska w Szczecinie  
Wydział Inżynierijno-Ekonomiczny Transportu  
Instytut Inżynierii Transportu  
ul. Henryka Pobożnego 11, 70-506 Szczecin