MECHANIKA
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
MECHANICS
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
4-M/2012
ZESZYT 9
ROK 109
ISSUE 9
YEAR 109

JOANNA RYMARZ, ANDRZEJ NIEWCZAS*

OCENA GOTOWOŚCI TECHNICZNEJ AUTOBUSÓW KOMUNIKACJI MIEJSKIEJ NA PRZYKŁADZIE MIEJSKIEGO PRZEDSIĘBIORSTWA KOMUNIKACYJNEGO W LUBLINIE

TECHNICAL AVAILABILITY ANALYSIS OF THE CITY TRANSPORT BUSES ON THE EXAMPLE OF MUNICIPAL TRANSPORT COMPANY IN LUBLIN

Streszczenie

Celem artykule było porównanie gotowości technicznej autobusów komunikacji miejskiej na przykładzie pojazdów marki Solaris Urbino 12 i Mercedes-Benz 628 Conecto LF w Miejskim Przedsiębiorstwie Komunikacyjnym w Lublinie. Wykonano obliczenia gotowości technicznej w stosunku do czasu kalendarzowego oraz przebiegu, jaki dany pojazd wykonał w analizowanym okresie. Wykazano, że w praktyce eksploatacyjnej występują nieznaczne różnice w gotowości technicznej pomiędzy analizowanymi autobusami.

Słowa kluczowe: gotowość techniczna, autobusy komunikacji miejskiej

Abstract

The purpose of this paper is to present technical availability comparison of city transport buses on the example of Solaris Urbino 12 and Mercedes-Benz 628 Conecto LF at Municipal Transport Company in Lublin. The calculation of the technical availability was made, in comparison to the calendar time and the vehicle millage in the analyzed time period. As demonstrated below, small technical availability differences occur in practice maintenance between analyzed buses.

Keywords: technical availability, city transport buses

* Mgr inż. Joanna Rymarz, prof. dr hab. inż. Andrzej Niewczas, Instytut Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska.

1. Wstęp

W dziedzinie komunikacji miejskiej gotowość techniczna autobusów stanowi ważne kryterium oceny działalności przedsiębiorstwa transportowego. W związku z powyższym przedsiębiorstwo (Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne) powinno zapewnić stały monitoring procesu eksploatacji pojazdów w celu zapewnienia bieżącej gotowości całego systemu komunikacji zbiorowej w mieście. Problematyce badań gotowości autobusów poświęcono wiele prac badawczych, w tym m.in. [1, 3, 4]. Pojęcie gotowości technicznej jako cechy systemu transportowego wykorzystywane jest do analizy tzw. systemów szybkiego reagowania w losowych chwilach użytkowania operacyjnego (t), np. siły lotnicze, pogotowie ratunkowe, straż pożarna czy systemy transportu miejskiego [5].

2. Przebieg badań

Podstawowymi markami, jakimi dysponuje operator transportowy MPK Lublin są autobusy marki Solaris Urbino i Mercedes Benz. Tego rodzaju autobusy są najliczniej wykorzystywane przez wielu polskich operatorów transportu pasażerskiego. Jest to związane m.in. z niskimi kosztami eksploatacji tych pojazdów oraz różnorakim i bardzo funkcjonalnym wyposażeniem. Ze wszystkich autobusów, którymi dysponuje Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne w Lublinie, do dalszych analiz wybrano pojazdy marki Mercedes Benz 628 oraz Solaris Urbino 12. Autobusy te należą do klasy pojazdów Maxi i są eksploatowane w bardzo podobnych warunkach. Zestawienie wybranych wskaźników techniczno-eksploatacyjnych podano w tabeli 1.

Badaniom poddano 22 autobusy Mercedes-Benz oraz 20 autobusów Solaris Urbino 12. Wszystkie autobusy były obserwowane od pierwszego dnia eksploatacji i w chwili początkowej miały podobny przebieg drogowy. Badania prowadzone były w naturalnych warunkach komunikacji miejskiej, w okresie czterech lat kalendarzowych (2008–2011). Gotowość techniczną rejestrowano w okresie czasu kalendarzowego od 1 do 43 miesiąca. Odpowiadało to eksploatacyjnym przebiegom równym odpowiednio 5,4 mln km dla autobusów marki Solaris i 4,3 mln km autobusów marki Mercedes oraz obserwowanemu czasowi ich użytkowania odpowiednio 43 i 36 miesięcy.

Celem oceny gotowości technicznej autobusu jest najczęściej wyznaczenie prognozy, czy dany obiekt techniczny będzie znajdował się w stanie zdatności w przyszłości i czy umożliwi to realizację zadania przewozowego. Na podstawie analizy literatury [4] przyjęto, iż w podejmowanych badaniach gotowość będzie definiowana wg następujących wzorów [4]:

$$K_g(t) = \frac{E(T)}{E(T) + E(\Theta)} \tag{1}$$

gdzie:

$E(T)$ – wartość oczekiwana zmiennej losowej czasu zdatności obiektu technicznego,

$E(\Theta)$ – wartość oczekiwana zmiennej losowej czasu niezdatności (odnowy i oczekiwania na odnowę) obiektu technicznego.

W obliczeniach wykorzystano wzór uproszczony:

$$K_g = \frac{T_z}{T_z + T_n} \tag{2}$$

T_z – średni czas przebywania obiektu w stanie zdatności,
T_n – średni czas przebywania obiektu w stanie niezdatności.

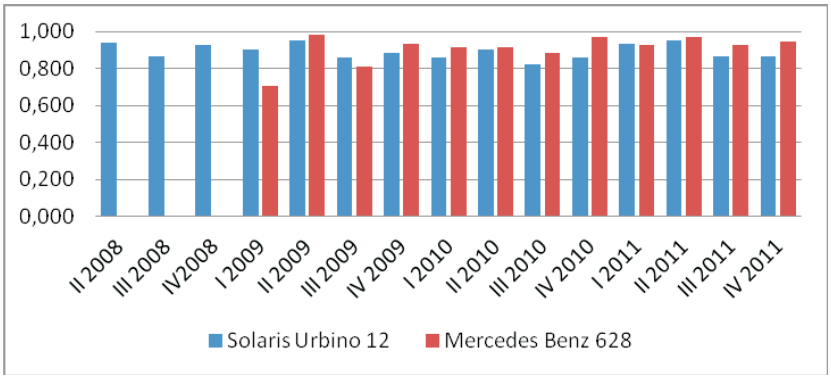
Tabela 1

Wskaźniki techniczno-eksploatacyjne badanych autobusów

	Solaris Urbino 12	Mercedes-Benz 628 Conecto LF
Klasa	MAXI	MAXI
Moc silnika [kW]	188	210
Maks moment obrotowy [Nm]	1 050	1 100
Wymiary:		
Długość [mm]	12 000	11 950
Szerokość [mm]	2 550	2 550
Wysokość [mm]	2 850	3 076
Promień zawracania [mm]	21 400	21 950
Rozstaw osi [mm]	5 900	5 845
Masa własna [kg]	10 900	10 860
Całkowita masa maks [kg]	18 000	18 000
Liczba miejsc:		
Siedzących	29	27
Stojących	74	78

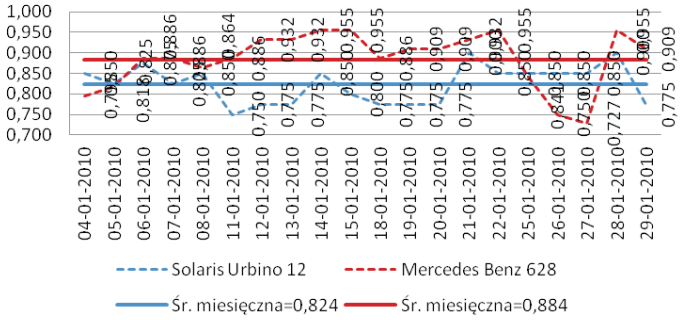
3. Wyniki badań

Wskaźniki gotowości technicznej autobusów marki Solaris Urbino 12 i Mercedes-Benz Conecto w zależności od czasu kalendarzowego przedstawiono na rys. 1. Gotowość w autobusach obu marek w całym analizowanym okresie pojazdów utrzymywała się na stałym poziomie. Warto zauważyć, iż w pierwszym oraz zwłaszcza trzecim kwartale każdego roku gotowość techniczna obu analizowanych typów pojazdów malała do wartości ok. 83%.



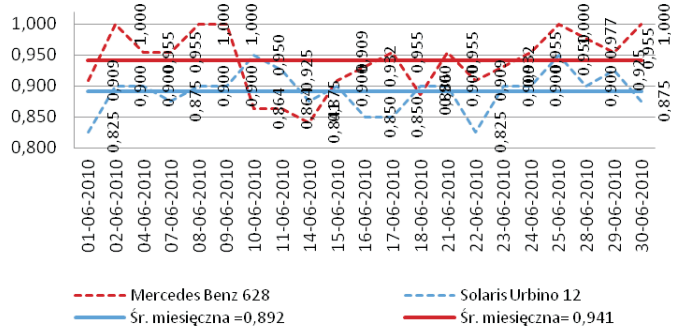
Rys. 1. Zależność współczynnika gotowości technicznej $K_{g\,śr}$ od czasu kalendarzowego eksploatacji autobusu Solaris Urbino 12 i Mercedes Benz 628

Fig. 1. The correlation of the technical availability coefficient $K_{g\,śr}$ in comparison to the calendar time of the bus maintenance in Solaris Urbino 12 and Mercedes Benz 628



Rys. 2. Wartość gotowości technicznej K_g w systemie transportu miejskiego w kolejnych dniach miesiąca stycznia 2010 r.

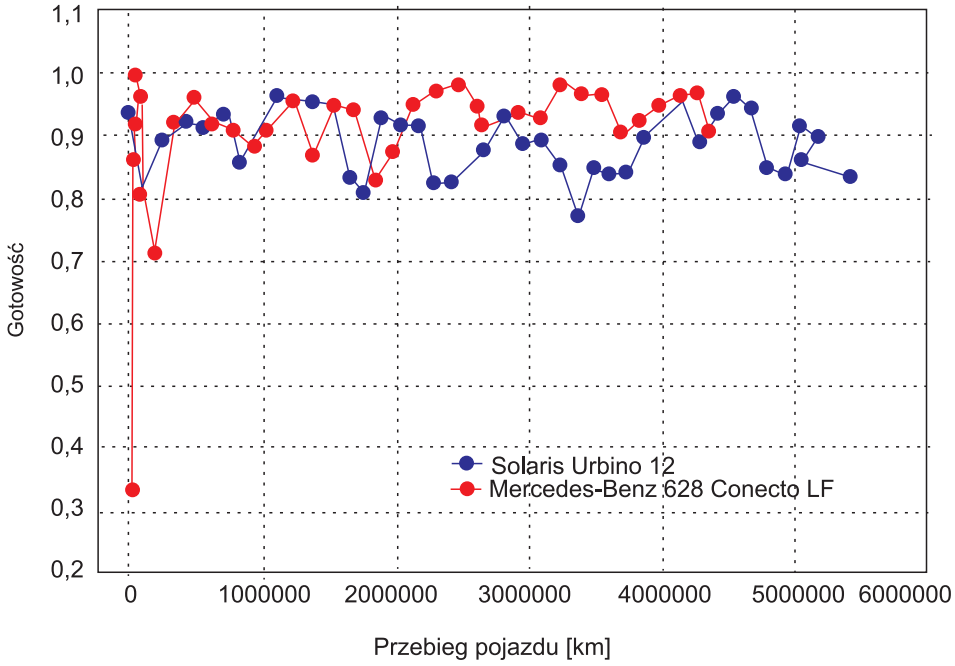
Fig. 2. The values of the technical availability K_g in the municipal transport system in the following days in January 2010



Rys. 3. Wartość gotowości technicznej K_g w systemie transportu miejskiego w kolejnych dniach miesiąca czerwca 2010 r.

Fig. 3. The values of the technical availability K_g in the municipal transport system in the following days in June 2010

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że niższym współczynnikiem gotowości charakteryzuje się autobus marki Solaris, zaś wyższym – autobus marki Mercedes. Przedstawione na rys. 2 i 3 wartości współczynnika gotowości technicznej dla poszczególnych dni w wybranych miesiącach są wysokie. Wartości średnie miesięczne w czerwcu w 2010 roku wynoszą 0,941 i 0,892, odpowiednio dla autobusów Mercedes i Solaris. Wynika to z prawidłowej realizacji przeglądów i napraw oraz poprawnego systemu diagnozowania przed i po naprawie. Gotowość ta w okresach zimowych jest znacznie niższa i wynosi 0,884 i 0,824, odpowiednio dla autobusów Mercedes i Solaris. Na ry. 4 przedstawiono wykres gotowości technicznej autobusów w funkcji przebiegu eksploatacyjnego. Wynika z niego, że w pierwszym okresie eksploatacji, tj. do ok. 2 mln km przebiegu, gotowość techniczna dla pojazdów marki Mercedes Benz i Solaris jest porównywalna i wynosi ok. 0,94. Następnie gotowość autobusów Solaris nieznacznie maleje, a dla Mercedes Benz rośnie (0,98). Gotowość autobusów Solaris Urbino w przedziale 2–4 mln km waha się w przedziale 0,8–0,9, natomiast po 4 mln km przebiegu nieznacznie wzrasta, osiągając średnią wartość 0,9, a nawet 0,98, porównywalnie do autobusów marki Mercedes Benz.

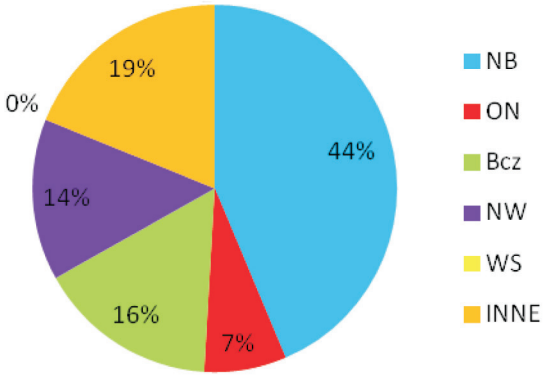


Rys. 4. Wartość gotowości technicznej K_g w systemie transportu miejskiego w funkcji przebiegu pojazdu [km]

Fig. 4. The values of the technical availability K_g in the municipal transport system in function of the vehicle millage [km]

W całym rozpatrywanym okresie eksploatacji autobusy marki Solaris Urbino 12 uzyskały średnią gotowość techniczną na poziomie równym 0,89, przy odchyleniu standardowym równym 0,05. Średnia gotowość autobusów marki Mercedes Benz jest wyższa zaledwie o 1,8% i wynosi 0,908. Można więc uznać, że średnia gotowość techniczna obu typów pojazdów jest porównywalna.

Relatywnie niższy współczynnik gotowości autobusu Solaris wynika głównie z konieczności przeprowadzania częstych napraw bieżących (rys. 5 – NB). Naprawy te trwają prawie dwa razy dłużej niż w autobusach marki Mercedes Benz. Dodatkowo należy zauważyć, że na niski współczynnik gotowości autobusu Solaris Urbino ma wpływ nieterminowość zaopatrzenia w części zamienne (Bcz), co znacznie wydłuża czas wykonywania napraw bieżących tego autobusu.



Rys. 5. Procentowa wartość przyczyn przestojów dla autobusów marki Solaris Urbino:
NB – naprawa bieżąca, ON – oczekuje naprawy, Bcz – brak części zamiennych, NW – naprawa wypadkowa, WS – wstrzymana naprawa

Fig. 5. The percentage value of downtime root for Solaris Urbino buses

4. Wnioski

W artykule przeprowadzono analizę procesu eksploatacji autobusów wybranego operatora transportowego.

1. Wykazano, że w badanym przedsiębiorstwie (MPK Lublin) występują niewielkie różnice gotowości technicznej pomiędzy analizowanym pojazdami.
2. Na podstawie wyników badań eksploatacyjnych można zauważyć wyraźne obniżenie poziomu gotowości w miesiącach zimowych.
3. Wartość wskaźnika gotowości podsystemu wykonawczego transportu miejskiego uzależniona była od zakresu i organizacji napraw uszkodzonych autobusów. W obu badanych pojazdach największa liczba przyczyn przestojów związana była z naprawami bieżącymi.

Literatura

[1] Woropay M., *Metoda oceny realizacji procesu eksploatacji w systemie transportowym,* Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Bydgoszcz 1998.
[2] Gołąbek A., *Niezawodność autobusów*, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993.
[3] Migdalski J. (red.), *Inżynieria niezawodności*, ATR & ZETOM, Warszawa 1992.
[4] Woropay M., Szubartowski M., Migawa K., *Model oceny i kształtowania gotowości operacyjnej podsystemu wykonawczego w systemie transportowym*, Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2003.
[5] Woropay M., Szubartowski M., Migawa K., *Model oceny i kształtowania gotowości operacyjnej podsystemu utrzymania ruchu w systemie transportowym*, Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2003.
[6] Piasecki S., *Zagadnienia użytkowania maszyn i środków transportowych*, Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin 1995.