

RYBICKA Iwona, KOMSTA Henryk, KRZYWONOS Leszek

## **ANALIZA USZKODZENIA UKŁADÓW BEZPIECZEŃSTWA NA PRZYKŁADZIE AUTOBUSÓW PRZEDSIĘBIORSTWA KOMUNIKACJI SAMOCHODOWEJ „WSCHÓD” W LUBLINIE**

### *Streszczenie*

*W artykule zaprezentowano analizy związane z naprawami układów bezpieczeństwa pojazdów komunikacji podmiejskiej. Zaliczamy do nich układ kierowniczy, hamulcowy oraz zawieszenie. Badana grupa pojazdów stanowią autobusy podmiejskie takie jak: Scania Irizar, Solbus. Informacje o naprawach dotyczą okresu od lipca 2008 r. do października 2012 r.*

### **WSTĘP**

Istnieje wiele kryteriów oceny ekonomicznej efektywności i innowacyjności systemów transportowych firm przewozowych. Najważniejsze z nich to rentowność prowadzonej działalności, łączna masa przewożonych towarów lub liczba przewożonych pasażerów przypadająca na okres rozliczeniowy, stopień wykorzystania posiadanej floty pojazdów. Rentowność prowadzonej działalności transportowej mierzy się zyskiem uzyskiwanym z eksploatacji środków transportu. W transporcie samochodowym na dochód uzyskiwany z usługi przewozowej wpływa wiele czynników. Należą do nich rodzaj, stan techniczny i niezawodność pojazdów, intensywność ich eksploatacji, stawki opłat przewozowych, stan infrastruktury drogowej, koszty materiałów eksploatacyjnych (paliwa, olejów, płynów technicznych), koszty osobowe, wielkość podatków i opłat administracyjnych [1,2].

Intensywność eksploatacji samochodu określa się liczbą kilometrów drogi przebytej przez pojazd w powtarzalnym okresie czasu (dzień, miesiąc, rok). W przypadku gdy działalność transportowa jest dochodowa, intensywność eksploatacji jest parametrem „ofensywnym” danego systemu transportowego. Jej wzrost powoduje bowiem wzrost rentowności. Natomiast w przypadku gdy działalność transportowa generuje straty, wzrost intensywności eksploatacji straty te może pogłębiać. W przedsiębiorstwie transportowym intensywność eksploatacji teoretycznie może być zwiększana na dwa sposoby: poprzez zwiększenie prędkości jazdy samochodu na trasie przewozów lub poprzez zmniejszenie czasu przestojów. W praktyce średnia prędkość jazdy samochodu zależy przede wszystkim od stanu infrastruktury drogowej oraz przepisów ruchu drogowego. (W przypadku przewozu osób jest określona również przez rozkłady jazdy.) Oznacza to, że samochody wykonujące w dłuższym okresie czasu przewozy na powtarzalnych trasach jeżdżą z ustaloną (optymalną z punktu widzenia realizowanego zadania) średnią prędkością. Z tego względu intensywność eksploatacji odzwierciedla przede wszystkim stopień wykorzystania samochodu, który zależy przede wszystkim od przyjętej strategii jego eksploatacji [3].

## 1. RODZAJE USZKODZEŃ UKŁADÓW BEZPIECZEŃSTWA

Szczegółowe wymagania określone w przepisach [4] dotyczą m.in.: układu hamulcowego, ogumienia, foteli i pasów bezpieczeństwa. Rodzaje uszkodzeń układów bezpieczeństwa zostały wybrane z grup awarii, które wystąpiły w przeciągu jednego roku w pojazdach komunikacji miejskiej. Układy te podzielono na trzy grupy:

1. Układ hamulcowy, który składa się z:
  - bębny hamulcowe;
  - klocki hamulcowe;
  - szczęki hamulcowe;
  - tarcze hamulcowe,
  - okładziny szczęk hamulcowych,
  - główny zawór hamulcowy;
  - siłownik hamulca mostu;
  - siódło hamulca;
  - wałek rozpieracza, zawór hamulca ręcznego;
  - system ABS.
2. Układ kierowniczy, który dzieli się na:
  - kolumna kierownicza;
  - pompa wspomagania układu kierowniczego;
  - końcówka drążka układu kierowniczego;
  - filtr oleju w układzie wspomagania kierowniczego;
  - wkład filtra układu kierowniczego.
3. Zawieszenie w skład którego wchodzi:
  - amortyzatory;
  - sworzeń amortyzatora mostu;
  - gumy amortyzatora mostu;
  - tuleja sworznia;
  - wieszak stabilizatora;
  - drążek stabilizatora [5].

## 2. STATYSTYKI OPISOWE

Analizując dany system transportowy należy w pierwszej kolejności scharakteryzować badaną populację, podając warunki i zasady jego funkcjonowania oraz określić zbiór losowych parametrów, które zawierają najistotniejsze informacje o tym systemie. W większości przypadków taki model nie jest znany i można jedynie próbować porównywać jego zbadane własności z modelami teoretycznymi, którymi dysponuje nauka. W tym celu zbierane i przetwarzane są dane empiryczne. Sposób uzyskania próby losowej oraz jej podstawowe statystyki opisowe, takie jak: średnia arytmetyczna z próby, średnie odchylenie kwadratowe z próby, mediana, wartości minimalne i maksymalne w próbie, są pierwszym źródłem informacji badanej populacji [6].

## 3. ANALIZA BADANEJ POPULACJI SAMOCHODÓW

Przedsiębiorstwo Komunikacji Samochodowej "Wschód" S.A. powstało w wyniku połączenia pięciu przedsiębiorstw państwowych, przeprowadzonej zgodnie z zarządzeniem wojewody lubelskiego z dnia 28 grudnia 2006 roku. W skład weszły Przedsiębiorstwa Komunikacji Samochodowej w Hrubieszowie, Tomaszowie Lubelskim, Krasnymstawie, Włodawie i Lublinie. Świadczy usługi wynajmu autokarów, obsługi i naprawy pojazdów mechanicznych, pomocy drogowej, natomiast przewozy pasażerskie w granicach 50-60 km

łącznie osiedla wiejskie z ośrodkami gminnymi, powiatowymi i wojewódzkimi, są głównym przedmiotem działalności, realizowane są również za granicę do krajów całej Europy.

Analizę uszkodzeń układów bezpieczeństwa zrealizowano na 5 pojazdach o różnych przebiegach. Pierwsze trzy pojazdy to Scania Irizar Intercentury, z 2001, 2002 i 2005 roku z przebiegiem wynoszącym odpowiednio 1152 895 km, 1154 467 km i 842441 km. Pozostałe dwa pojazdy to Solbus C9.5 z 2004 roku z przebiegiem 1141238 km i 1006915 km [7]. W tabeli 1 przedstawiono statystyki opisowe charakteryzujące liczbę napraw oraz przebieg kilometrowy pojazdów, co ile te naprawy były wykonywane. Wykonano jest przy wykorzystaniu programu STATISTICA PL.

**Tab. 1.** Statystyki opisowe napraw pojazdów PKS „Wschód” w Lublinie (dane eksploatacyjne z okresu od VII 2008 do X 2012 rok)

Grupy	Liczba napraw	Wartość średnia [km]	Wartość minimalna [km]	Wartość maksymalna [km]	Odchylenie standardowe [km]
Pojazd I	18	21601,83	693	49092	16146,52
Pojazd II	16	24708,81	1450	110470	27623,96
Pojazd III	20	24188,9	1528	84483	19609,65
Pojazd IV	34	14937,26	216	40156	13074,5
Pojazd V	34	15559,41	1622	65985	15242,3

Źródło: Opracowanie własne

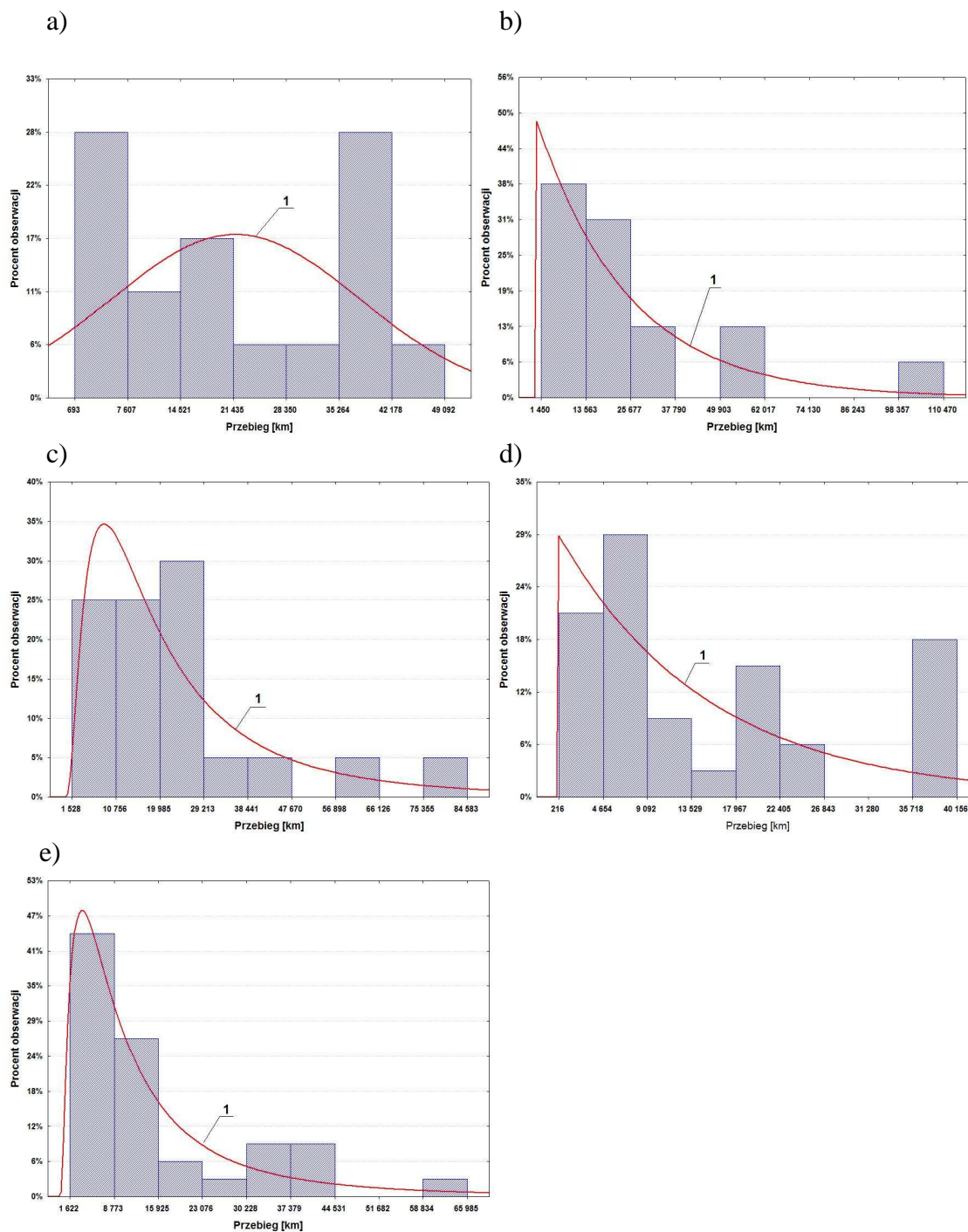
W następnym kroku analizy statystycznej przeprowadzono testy W Shapiro-Wilka, które dokonano w celu stwierdzenia zgodności z rozkładem normalnym. Wyniki testu przedstawiono w tabeli nr 2. Na ich podstawie stwierdzono, że tylko dane empiryczne dla pojazdu nr I mogą być aproksymowane rozkładem normalnym.

**Tab. 2.** Wyniki testu Shapiro-Wilka

Grupy	<i>p</i>	W	Normalność
Pojazd I	0,9040	21601,83	TAK
Pojazd II	0,7438	24708,81	NIE
Pojazd III	0,8245	24188,9	NIE
Pojazd IV	0,8508	14937,26	NIE
Pojazd V	0,8102	15559,41	NIE

Źródło: Opracowanie własne

Wykorzystując moduł analizy procesów w programie STATISTICA PL dopasowanych funkcje gęstości rozkładów do danych empirycznych. I tak dla pojazdu nr II histogram dopasowano rozkładem wykładniczym o parametrach, próg 0,00 i skala: 24708,81. W przypadku pojazdu nr III zastosowano dopasowanie rozkładu log-normalnego parametrach próg 0,00 i skala 9,79. Dla pojazdu nr 4 dopasowano histogram z rozkładem wykładniczym o parametrach próg 0,00 i skali 14937,26. Funkcję gęstości rozkładu log-normalnego dopasowana do danych empirycznych o parametrach próg 0,00, i skali: 9,19 dopasowano dla pojazdu nr V.

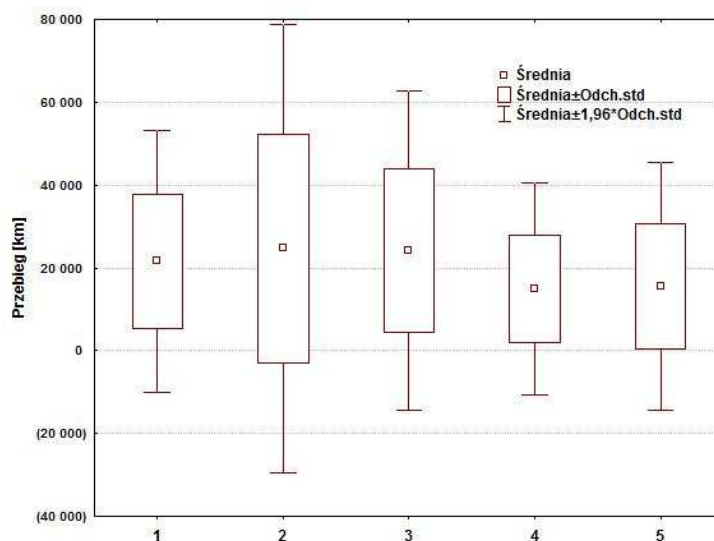


**Rys. 1.** Histogramy empirycznych rozkładów przebiegu kilometrowego autobusów PKS „Wschód” w Lublinie pomiędzy kolejnymi naprawami; a) pojazd I, b) pojazd II, c) pojazd III, d) pojazd IV, e) pojazd V; 1 – funkcja gęstości rozkładu wartości ekstremalnych dopasowana do danych empirycznych

Źródło: Opracowanie własne

W następnym kroku przeprowadzono analizę wariancji. Ze względu na niespełnienie założeń klasycznej analizy wariancji (normalność) rozkładów zastosowano nieparametryczną analizę wariancji z pomocą testu Kruskala-Wallisa. Wyniki obliczeń wykazały że statystyka K-W wynosi 7,1357 z poziomem prawdopodobieństwa  $p=0,1289$  wskazuje, że dla przyjętego w analizach poziomu istotności testu ( $p=0,05$ ) nie można stwierdzić statystycznie różnic

między wartością średnią przebiegu kilometrowego pojazdów wykonaną pomiędzy kolejnymi naprawami dla analizowanych układów bezpieczeństwa.



**Rys. 2.** Wykres zależności przebiegu km analizowanych pojazdów

Źródło: Opracowanie własne

## PODSUMOWANIE

Intensywność eksploatacji wpływa na parametry organizacyjno-techniczne systemów transportowych. Ma związek z niezawodnością pojazdów, długością okresu ich użytkowania, kosztami obsługi i napraw, wymaganym czasem pracy kierowców. Ważnym parametrem systemu transportowego jest wielkość nakładów ponoszonych na obsługi i naprawy środków transportu. Analiza tych kosztów stanowi podstawę do podjęcia decyzji o likwidacji środka transportu, zakupie nowego samochodu, ustaleniu stawki opłaty przewozowej, wybór tras przejazdów. Koszty napraw i obsługi są głównym parametrem systemu transportowego [8].

## BIBLIOGRAFIA

1. Mendyk E.: *Ekonomika transportu*. Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań 2009.
2. Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K.: *Transport*. PWN, Warszawa 2009.
3. Drożdziel P., Liščák Š.: *The chosen problems of commercial truck maintenance*. EDIS-Žilina University publisher. Slovak Republic, 2005, ISBN 80-8070-321-3
4. Szczuraszek T.: *Bezpieczeństwo ruchu miejskiego*, Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności 2005.
5. Wicher J.: *Bezpieczeństwo samochodów i ruchu drogowego*, Warszawa, WKiŁ 2002.
6. Bobrowski D., *Probabilistyka w zastosowaniach technicznych*. WNT, Warszawa 1986.
7. Materiały PKS „Wschód”
8. Smalko Z.: *Podstawy eksploatacji technicznej pojazdów*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.

# DAMAGE ANALYSIS SYSTEMS BASED ON BUS SAFETY COMMUNICATIONS COMPANY CAR "EAST" IN LUBLIN

## *Abstract*

*The article presents the analysis related to repairs of vehicle safety communication systems suburb. They include steering, brakes and suspension. The study group are vehicles such as suburban buses: Scania Irizar, Solbus. Repair information covers the period from July 2008 to October 2012*

## **Autorzy:**

mgr inż. **Iwona Rybicka**, doktorantka w Instytucie Transportu, Silników Spalinowych i Ekologii, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska, e-mail: [i.rybicka@pollub.pl](mailto:i.rybicka@pollub.pl)

prof. dr hab. inż. **Henryk Komsta**, Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny – Instytut Transport, Silników Spalinowych i Ekologii, e-mail: [h.komsta@pollub.pl](mailto:h.komsta@pollub.pl)

dr inż. **Leszek Krzywonos**, Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny – Katedra Konstrukcji Maszyn, e-mail: [l.krzywonos@pollub.pl](mailto:l.krzywonos@pollub.pl)