

DROŹDZIEL Paweł<sup>1</sup>  
 KOMSTA Henryk<sup>2</sup>  
 KRZYWONOS Leszek<sup>3</sup>

## Analiza intensywności użytkowania pojazdów (Część II)

Słowa kluczowe:  
 transport samochodowy, intensywność użytkowania,  
 analizy statystyczne

### Streszczenie

Jednym z najważniejszych parametrów procesu eksploatacji samochodów jest intensywność ich użytkowania. Miarę intensywności użytkowania stanowi liczba kilometrów przejechanych przez pojazd w pewnym okresie czasu (dzień, miesiąc, rok). Intensywność użytkowania wpływa na zysk uzyskiwany z usług transportowych, wartość ponoszonych kosztów i inne parametry eksploatacji samochodu. Analiza danych dotyczących intensywności użytkowania samochodu jest stosowana do oceny efektywności i innowacyjności danego systemu transportu. W artykule przedstawiono i omówiono wyniki analiz statystycznych dotyczących intensywności użytkowania pojazdów dostawczych Centrum Logistycznego Poczty Polskiej w Oddziale Regionalnym w Lublinie.

### AN ANALYSIS OF THE INTENSITY OF VEHICLE USE (PART II)

#### Abstract

One of the most important parameters of vehicle maintenance is intensity of its use. The number of kilometers traveled by a car within a specified period of time (day, month, or year) is expressed by this parameter. The intensity of use affects the costs and the profits from transportation services, and other parameters of car maintenance. The analysis of data associated with the intensity of vehicle use is applied in the evaluation of a given transport system. The paper presents and discusses the results of statistical analyses of data related to the intensity of use of the delivery trucks in the Poczta Polska (Polish Mail) company in Lublin.

#### 1. WSTĘP

Przy porównywaniu firm transportowych wykonujących przewozy samochodowe oraz przy ocenie ich innowacyjności stosuje się wiele różnorodnych wskaźników, np. zysk z usługi przewozowej, masę przewiezionego ładunku, wysokość kosztów osobowych, zużycie paliwa oraz oleju smarującego, koszty napraw i obsługi itp. Jednym z najważniejszych parametrów wpływających na te wskaźniki jest intensywność użytkowania pojazdu [1, 3, 6, 8]. Intensywności użytkowania pojazdu mierzy się liczbą kilometrów przejechanych przez pojazd w ustalonym przedziale czasu (dzień, miesiąc, rok). Od wartości tego parametru zależą również ogólne wskaźniki charakteryzujące system transportu, do których należy czas opłacalnego użytkowania danego samochodu [7, 9].

Niniejsze opracowanie stanowi kontynuację artykułu zaprezentowanego na konferencji LogiTrans 2012 [4]. Przedstawia wyniki analizy wariancji i analizy korelacji intensywności użytkowania w latach 2008-2010 floty pojazdów Centrum Logistycznego Poczty Polskiej, na podstawie danych udostępnionych przez Oddział Regionalny w Lublinie.

#### 2. ANALIZA WARIANCJI

W części I niniejszego artykułu autorzy analizowali populację składającą się ze 116 samochodów eksploatowanych w lubelskim oddziale regionalnym Centrum Logistycznego Poczty Polskiej. Pojazdy te wykonywały różnorodne zadania przewozowe wynikające z roli Poczty Polskiej jako operatora narodowego. Na podstawie wcześniejszych analiz własnych [5] samochody te podzielono na trzy grupy, stosując kryterium pojemności przestrzeni ładunkowej. Grupę nr I stanowiły 32 pojazdy osobowe o małej pojemności przestrzeni ładunkowej (klasy Citroen Berlingo), kursujące na terenie miasta Lublin i jego najbliższych okolic pomiędzy skrzynkami listowymi oraz odbiorcami przesyłek pocztowych. Grupę nr II stanowiło 60 samochodów dostawczych o średniej pojemności przestrzeni ładunkowej (klasy Ford Transit), przewożące przesyłki pomiędzy punktami pocztowymi funkcjonującymi na terenie miasta Lublin oraz dawnego województwa lubelskiego. Do grupy nr III zaliczono 24 pojazdy o dużej pojemności przestrzeni ładunkowej (klasy Iveco Stralis), które transportowały przesyłki pocztowe pomiędzy węzłem lubelskim a pozostałymi węzłami dystrybucyjno-rozdzielczymi Poczty Polskiej zlokalizowanymi na terenie całego kraju.

<sup>1</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny; 20-618 Lublin; ul. Nadbystrzycka 36, Tel./Fax: +48 815-384-263, E-mail: p.drozdziel@pollub.pl

<sup>2</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny; 20-618 Lublin; ul. Nadbystrzycka 36, E-mail: h.komsta@pollub.pl

<sup>3</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny; 20-618 Lublin; ul. Nadbystrzycka 36, E-mail: l.krzywonos@pollub.pl

Opisana w niniejszym artykule analiza wariancji dotyczy sprawdzenia czy obserwowane różnice w wartościach średnich rocznej intensywności użytkowania pojazdów dla poszczególnych grup i lat eksploatacji są statystycznie istotne. Upřednio [4] sprawdzono przy użyciu testu Shapiro-Wilka [2], że na poziomie istotności testu równym 0,05 nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o zgodności rozkładów empirycznych rocznych intensywności użytkowania z rozkładem normalnym. Teraz sprawdzono także hipotezę o jednorodności wariancji w poszczególnych grupach pojazdów. W tym celu zastosowano test Levene'a **L** [2]. Wyniki obliczeń pokazuje tabela 1.

Tab. 1. Wyniki testu Levene'a **L** jednorodności wariancji intensywności użytkowania pojazdów (czynnik grupujący – rok eksploatacji)

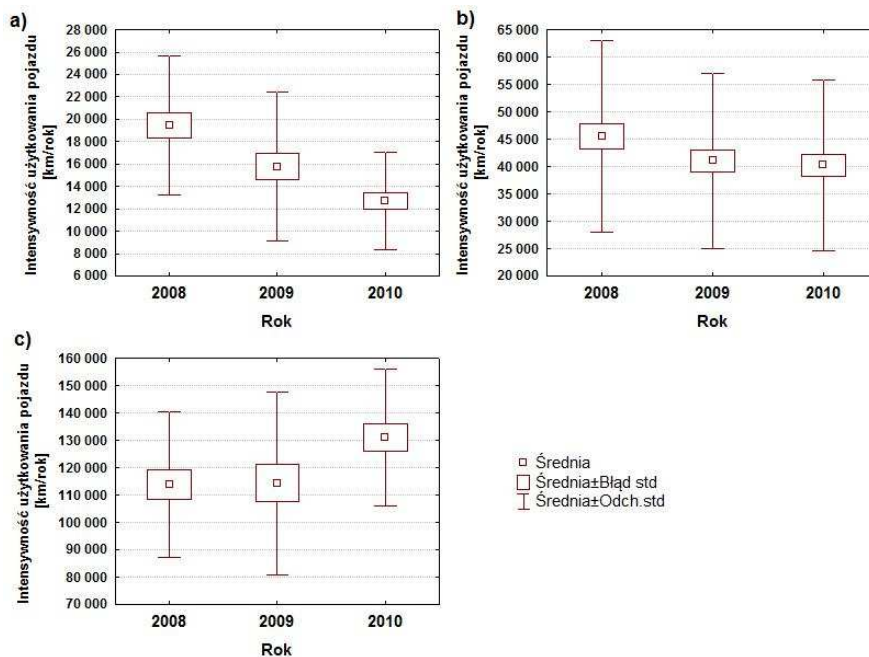
Grupa	Wartość testu L	Wartość p
I	6,800	0,125
II	0,684	0,505
III	2,226	0,084

Wyniki testów Levene'a wykazały, że na poziomie istotności testu równym 0,05 nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o równości wariancji intensywności użytkowania w poszczególnych latach obserwacji dla wyróżnionych grup pojazdów ( $p > 0,05$  we wszystkich przypadkach). Spełnienie założeń o zgodności z rozkładem normalnym oraz jednorodności wariancji daje możliwość stosowanie klasycznej analizy wariancji przy użyciu testu Fishera **F** [2]. Wyniki obliczeń pokazuje tabela 2.

Tab. 2. Wyniki testu Fishera **F** równości średnich intensywności użytkowania pojazdów (czynnik grupujący – rok eksploatacji)

Grupa	Wartość testu F	Wartość p
I	10,816	0,000
II	1,782	0,171
III	2,833	0,065

Wyniki obliczeń zaprezentowane w tabeli 2 wskazują, że na poziomie istotności testu równym 0,05 nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy o równości wartości średnich intensywności użytkowania w poszczególnych latach eksploatacji tylko w przypadku pojazdów grup II i III. W przypadku grupy I można przypuszczać, że różnice pomiędzy wartościami średnimi są statystycznie istotne. Oznacza to, że w obserwowanym systemie eksploatacji zachodziły zmiany.



Rys. 1. Skategoryzowany wykres ramkowy dla czynnika niezależnego (rok eksploatacji) oraz zmiennej zależnej (roczna intensywność użytkowania pojazdów); a) pojazdy grupy I, b) pojazdy grupy II, c) pojazdy grupy III

Na rysunku 1. zaprezentowano skategoryzowany wykres ramkowy rocznej intensywności użytkowania w zależności od roku eksploatacji dla wyróżnionych trzech grup pojazdów, który potwierdza opisane wcześniej spostrzeżenia.

3. ANALIZA KORELACJI

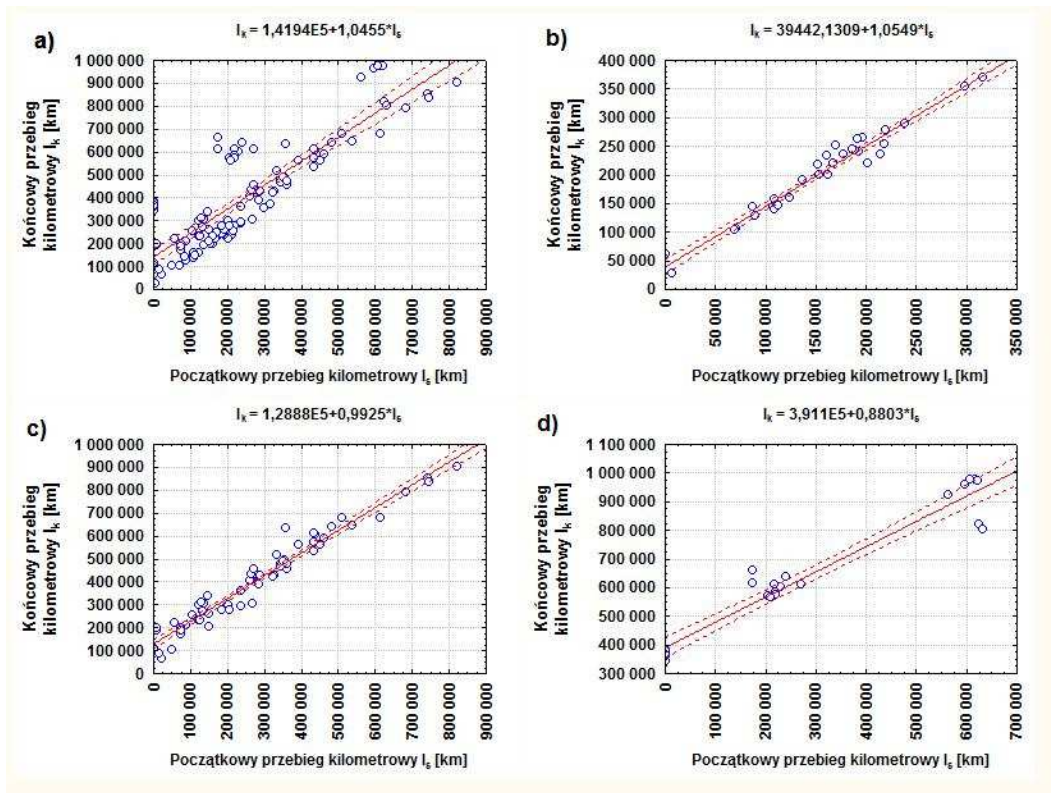
Przeprowadzono analizę korelacji pomiędzy przebiegiem początkowym  $l_s$  (określonym wg stanu liczników kilometrów pojazdów w styczniu 2008 roku), rocznymi przebiegami  $l_i$  ( $i = 2008, 2009, 2010$ ) samochodów w latach 200-2010 oraz przebiegiem końcowym  $l_k$  (określonym wg stanu liczników kilometrów pojazdów w grudniu 2010 roku). Wartości odpowiednich współczynników korelacji liniowej przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Macierze współczynników korelacji liniowej;

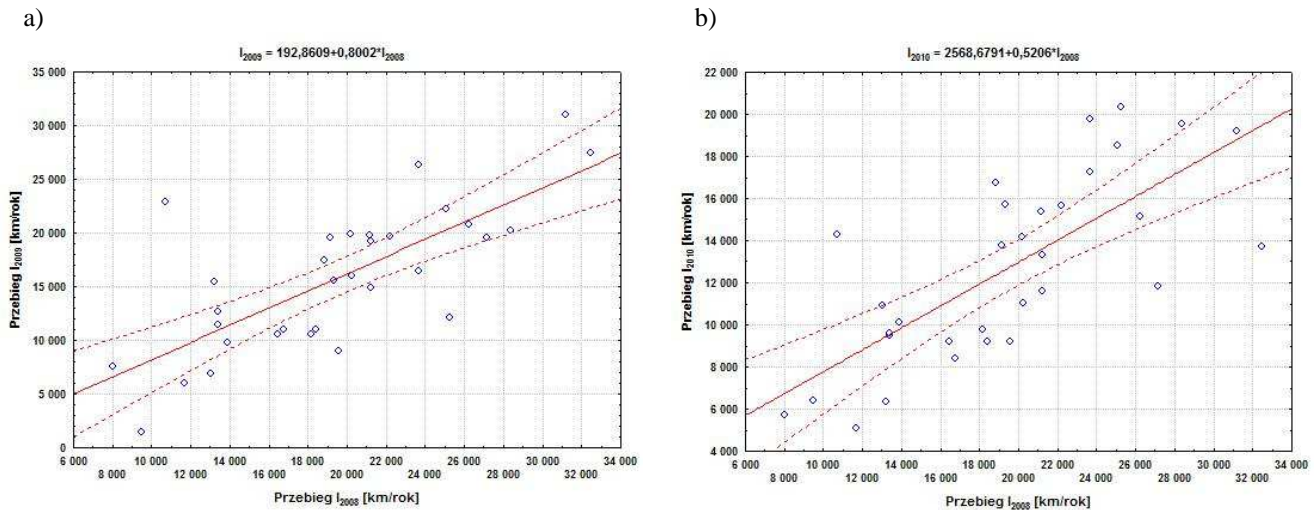
a) cała badana populacja, b) pojazdy grupy I, c) pojazdy grupy II, d) pojazdy grupy III

a)	$r = \begin{vmatrix} & l_s & l_{2008} & l_{2009} & l_{2010} & l_k \\ l_s & 1,000 & 0,172 & 0,028 & 0,022 & 0,857 \\ l_{2008} & 0,172 & 1,000 & 0,847 & 0,921 & 0,632 \\ l_{2009} & 0,028 & 0,847 & 1,000 & 0,927 & 0,517 \\ l_{2010} & 0,022 & 0,921 & 0,927 & 1,000 & 0,526 \\ l_k & 0,857 & 0,632 & 0,517 & 0,526 & 1,000 \end{vmatrix}$	b)	$r = \begin{vmatrix} & l_s & l_{2008} & l_{2009} & l_{2010} & l_k \\ l_s & 1,000 & 0,204 & 0,227 & 0,257 & 0,981 \\ l_{2008} & 0,204 & 1,000 & 0,740 & 0,736 & 0,377 \\ l_{2009} & 0,227 & 0,740 & 1,000 & 0,734 & 0,400 \\ l_{2010} & 0,257 & 0,736 & 0,734 & 1,000 & 0,402 \\ l_k & 0,981 & 0,377 & 0,400 & 0,402 & 1,000 \end{vmatrix}$
c)	$r = \begin{vmatrix} & l_s & l_{2008} & l_{2009} & l_{2010} & l_k \\ l_s & 1,000 & 0,014 & 0,063 & -0,174 & 0,974 \\ l_{2008} & 0,014 & 1,000 & 0,775 & 0,668 & 0,213 \\ l_{2009} & 0,063 & 0,775 & 1,000 & 0,696 & 0,267 \\ l_{2010} & -0,174 & 0,668 & 0,696 & 1,000 & 0,022 \\ l_k & 0,974 & 0,213 & 0,267 & 0,022 & 1,000 \end{vmatrix}$	d)	$r = \begin{vmatrix} & l_s & l_{2008} & l_{2009} & l_{2010} & l_k \\ l_s & 1,000 & 0,148 & -0,561 & -0,573 & 0,967 \\ l_{2008} & 0,148 & 1,000 & -0,073 & 0,481 & 0,326 \\ l_{2009} & -0,561 & -0,073 & 1,000 & 0,590 & -0,408 \\ l_{2010} & -0,573 & 0,481 & 0,590 & 1,000 & -0,370 \\ l_k & 0,967 & 0,326 & -0,408 & -0,370 & 1,000 \end{vmatrix}$

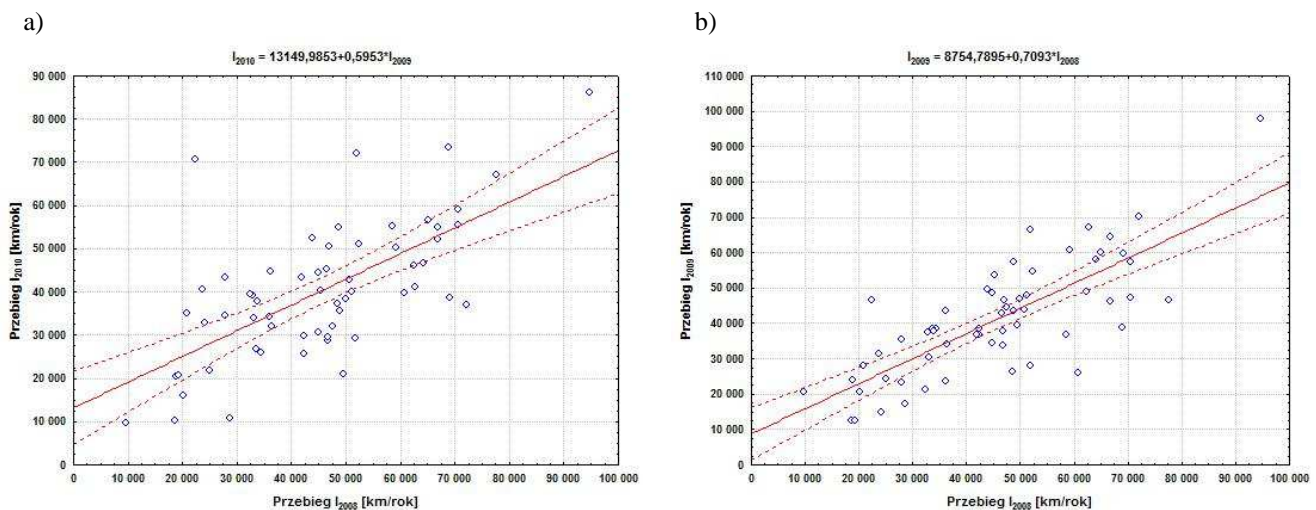
Otrzymane wyniki wskazują na występowanie silnych zależności pomiędzy przebiegiem początkowym  $l_s$  oraz przebiegiem końcowym  $l_k$ . Świadczą o tym wartości współczynników korelacji większe od 0,8 uzyskane na poziomie istotności 0,001. Podobne wartości przyjmują współczynniki korelacji pomiędzy przebiegami  $l_i$  w kolejnych latach eksploatacji pojazdów grup I i II. Wynika to z faktu, że w omawianym okresie samochody wykonywały przejazdy na tych samych trasach i były w taki sam sposób wykorzystywane. Brak takich prawidłowości w grupie III świadczy o wprowadzeniu zmian strategii eksploatacji dotyczących przewozów na długich trasach.



Rys. 2. Wykres rozrzutu przebiegu początkowego  $l_s$  i przebiegu końcowego  $l_k$  pojazdów; 1 – prosta regresji, 2 – przedział ufności dla prognozowanej średniej obserwacji, 3 – przedział ufności dla prognozowanej obserwacji; a) badana populacja pojazdów, b) pojazdy grupy nr I, c) pojazdy grupy nr II, d) pojazdy grupy nr III



Rys. 3. Wykres rozrzutu rocznych przebiegów pojazdów grupy II w latach 2008, 2009 i 2010; 1 – prosta regresji, 2 – przedział ufności dla prognozowanej średniej obserwacji, 3 – przedział ufności dla prognozowanej obserwacji; a) rok 2009 a rok 2008, b) rok 2010 a rok 2008



Rys. 4. Wykres rozrzutu rocznych przebiegów pojazdów grupy II w latach 2008, 2009 i 2010; 1 – prosta regresji, 2 – przedział ufności dla prognozowanej średniej obserwacji, 3 – przedział ufności dla prognozowanej obserwacji; a) rok 2009 a rok 2008, b) rok 2010 a rok 2008

Rys. 2. prezentuje wykresy rozrzutu przebiegu początkowego  $l_s$  i przebiegu końcowego  $l_k$  oraz prostą regresji (i jej równanie) wraz z 95% przedziałami ufności dla prognozowanej wartości średniej i prognozowanej pojedynczej obserwacji. Rysunki 3 i 4 pokazują wykresy rozrzutu rocznych przebiegów  $l_i$  pojazdów grup I i II, proste regresji oraz 95% przedziały ufności dla prognozowanej wartości średniej i prognozowanej pojedynczej obserwacji. Wykresy te potwierdzają wcześniejsze spostrzeżenie powtarzalności tras przejazdów analizowanych samochodów.

#### 4. WNIOSKI

Z przedstawionych w artykule analiz statystycznych intensywności użytkowania pojazdów w lubelskim oddziale Centrum Logistycznego Poczty Polskiej w okresie 2008-2010 wynikają następujące stwierdzenia.

1. Systematyczny spadek rocznej intensywności użytkowania pojazdów wykonujących przewozy w rejonie aglomeracji lubelskiej świadczy o zmianach dokonujących się na krajowym rynku usług pocztowych (wzroście konkurencji), choć częściowo może wynikać również ze zmian strategii eksploatacji samochodów w samym przedsiębiorstwie.
2. Pojazdy Poczty Polskiej wykonują przewozy według ściśle opracowanego powtarzalnego w czasie planu przejazdów. Zaobserwowane zmiany w wartościach rocznych intensywności użytkowania pojazdów świadczą o dostosowywaniu procesu podejmowania decyzji związanych z wytyczaniem tras transportu do zmieniających się warunków zewnętrznych.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Buková B., Brumerčíková E.: *The role of innovation in transport company*, LOGI 2010 (Materiały XI konferencji LOGI 2010, Pardubice 19.11.2010), Brno (Czechy), Tribun EU 2010, s. 15—23 (ISBN 978-80-7399-205-7).
- [2] Dobosz M.: *Wspomagana komputerowo statystyczna analiza wyników badań*, Warszawa, Wydawnictwo EXIT 2004.
- [3] Drożdziel P., Krzywonos L.: *A model of the economic effectiveness of the truck transportation services*, Transport Problems, vol. 5 issue 4, Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2010, s. 49—56.
- [4] Drożdziel P., Komsta H., Krzywonos L.: *Analiza intensywności użytkowania pojazdów cz. I*, Logistyka, Poznań, Instytut Logistyki i Magazynowania 2012 (Materiały pokonferencyjne LogiTrans 2012).
- [5] Drożdziel P., Komsta H., Krzywonos L.: *Analiza intensywności użytkowania pojazdów w firmie transportowej*, Logistyka, nr 3, Poznań, Instytut Logistyki i Magazynowania 2011.
- [6] Hlavňa V., Kukuča P., Isteník R., Labuda R., Liščák Š.: *Dopravný prostriedok jeho motor*, Žilina (Słowacja), EDIS-Žilina University publisher, 2000.
- [7] Mendyk E.: *Ekonomika transportu*, Poznań, Wyd. WSL. 2009.
- [8] Rydzykowski W., Wojewódzka-Król K.: *Transport*, Warszawa, PWN 2009.
- [9] Smalko Z.: *Podstawy eksploatacji technicznej pojazdów*, Warszawa, Wyd. Politechniki Warszawskiej 1998.