

# KRÓTKOOKRESOWA PROGNOZA LICZBY PRZEWOZU PASAŻERÓW TRANSPORTEM SAMOCHODOWYM W POLSCE

*Dr. Chudy - Laskowska K.*

*Dr. Wierzbńska M.*

*Celem artykułu jest opracowanie krótkookresowej prognozy przewozu pasażerów transportem samochodowym. Proces prognozowania przeprowadzono na podstawie danych rocznych za okres od 1990 do 2011r. Prognozy dotyczą 2012 roku. Do prognozowania wykorzystano: metodę trendu liniowego oraz metodę wyrównywania wykładniczego. Skonstruowano zarówno prognozy punktowe jak i przedziałowe. Powszechnie wiadomo, że proces prognozowania jest obciążony błędami natury obiektywnej jak i subiektywnej. Otrzymane prognozy mogą jednak stanowić ważne źródło informacji dla podejmujących decyzje w zakresie rynku transportu pasażerskiego w Polsce.*

*The aim of the article is to work out a short-term forecast on the passengers transport in Poland. The forecast process was conducted on the basis of the yearly data and comprises the period from 1990 to 2011. The forecast concerns of 2012. In order to forecast there were used the following methods: linear trend and exponential smoothing method. The results of the forecast received while applying both methods show similar tendencies. However, the results should be considered very carefully as it is widely known that the forecast process is subjected to both objective and subjective mistakes. The obtained forecast can be an important source of information for those in charge of making decisions on the market of transport goods in Poland.*

## 1. WSTĘP

Prognozowanie to proces przewidywania przyszłych zdarzeń na podstawie wielorakich analiz różnych zjawisk społeczno-gospodarczych. Jest on zagadnieniem złożonym, którego celem jest zmniejszenie ryzyka w procesie podejmowania decyzji [3]. Opracowanie prognoz jest zagadnieniem trudnym. Trudności wynikają z problemów związanych z pozyskiwaniem wiarygodnych i rzetelnych danych statystycznych, identyfikacją tych danych, wyborem odpowiednich procedur prognozowania i oceną otrzymanych prognoz. W praktyce podejmowane próby prognozowania i sporządzone prognozy są obciążone dużym ryzykiem.

Celem artykułu jest opracowanie krótkookresowej prognozy liczby przewozu pasażerów transportem samochodowym w Polsce. Analiza obejmuje lata 1990 – 2011, a krótkookresowa prognoza zostanie sporządzona dla 2012 roku. Zebrane dane mają charakter danych rocznych. Do analiz wykorzystano program Statistica PL 10.0.

## 2. CHARAKTERYSTYKA ZEBRANEGO MATERIAŁU STATYSTYCZNEGO

Głównym źródłem informacji są strony internetowe GUS. Szereg czasowy podlegający badaniu obejmuje dane dotyczące kształtowania się liczby przewozów pasażerów transportem samochodowym w Polsce w ujęciu rocznym. Prognozowanie na rynku samochodowym jest zagadnieniem bardzo istotnym, ze względu na szybki rozwój tego segmentu rynku w okresie zmian systemowych w Polsce. Podjęcie próby opracowania krótkookresowej prognozy w zakresie liczby przewozu pasażerów transportem samochodowym stanowi bardzo wąski wycinek badań z zakresu rynku samochodowego w Polsce. Analiza i prognozowanie na rynku samochodowym w Polsce obejmuje szereg problemów, które należy sformułować i podjąć próbę ich rozwiązania. Należy przede wszystkim wykonać szereg działań:

1. Należy jasno określić cel badań,
2. Zebrać informacje (dane),
3. Dokonać wyboru metod prognozowania,
4. Opracować prognozy w oparciu o wybrane metody,
5. Zbadać efektywność otrzymanych prognoz,
6. Otrzymane wyniki wykorzystać w praktyce,

Wyniki prognoz mogą być podstawą do podejmowania decyzji na analizowanym rynku.

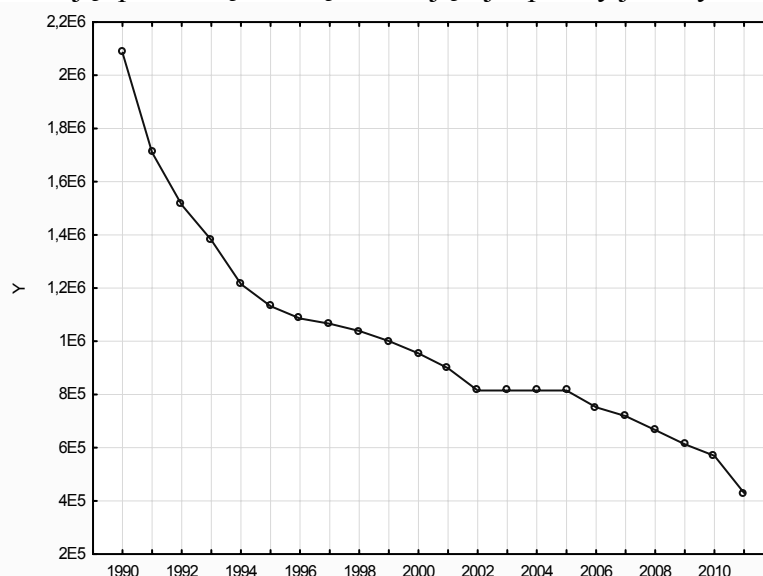
Tabela 1

Kształtowanie się liczby przewozów pasażerów transportem samochodowym w Polsce w latach 1990- 2011

Lata	Przewozy pasażerów transportem samochodowym (tys. osób)	Lata	Przewozy pasażerów transportem samochodowym (tys. osób)
1990	2084708	2001	898710
1991	1709441	2002	815041
1992	1513067	2003	815041
1993	1380762	2004	815041
1994	1215323	2005	815041
1995	1131593	2006	751470
1996	1085438	2007	718274
1997	1065374	2008	666162
1998	1038339	2009	612875
1999	1000568	2010	569652
2000	954515	2011	429461

Źródło: Strony internetowe GUS

Analiza danych dotyczących kształtowania się liczby przewozów pasażerów transportem samochodowym w Polsce w latach 1990 – 2011 pozwala sformułować hipotezę, że badany szereg czasowy posiada tendencję spadkową. Dobrą ilustracją tej hipotezy jest wykres (rys.1).



Rys.1. Kształtowanie się przewozu pasażerów transportem samochodowym ( w tys. osób) w latach 1990-2011

Z wykresu wyraźnie wynika, że największą liczbę przewożonych osób transportem samochodowym można zaobserwować w 1990 roku, a więc na początku zmian gospodarczych w Polsce. W kolejnych latach zauważamy tendencje mające charakter spadkowy, jeśli chodzi o liczbę przewożonych pasażerów tym rodzajem transportu. Przyczyną tego stanu są głębokie zmiany systemowe w sferze gospodarki zapoczątkowane na początku 1990 roku charakteryzujące się wysoką inflacją, spadkiem produkcji, likwidacją zakładów pracy, wysokim bezrobociem itp. Tak zwana „szokowa terapia”, przyniosła duże zmiany w każdej dziedzinie życia gospodarczego, również w zakresie transportu.

W celu bardziej szczegółowej analizy badanego szeregu czasowego dotyczącego przewożonych pasażerów transportem samochodowym obliczono wybrane opisowe miary statystyczne.

Wybrane miary opisowe charakteryzujące zmienną  $Y_t$  [liczba przewozów pasażerskich transportem samochodowym (tys. osób)]

Lp	Nazwa miary	Wartość miary zmiennej $Y_t$
1	Średnia geometryczna	939110
2	Mediana	926612,5
3	Minimum	429461,0
4	Maksimum	2084708
5	Dolny kwartyl	851470,0
6	Górny kwartyl	1131593
7	Rozstęp	165524
8	Odchylenie standardowe	391993,5
9	Współczynnik zmienności	39,05

Przeciętna liczba przewozów pasażerskich transportem samochodowym w badanym okresie (w tys. osób) wynosi 939110. Mediana inaczej wartość środkowa należy do grupy średnich pozycyjnych w badanym czasie i równa się 926612,5 co oznacza, że połowa obserwacji w badanym szeregu jest powyżej tej wartości a połowa przyjmuje niższe poziomy. Wartość minimalna w szeregu wynosi 429461 w 2011 roku a maksimum jest równe 2 084 708 i wystąpiło na początku badanego okresu. Rozstęp jest różnicą między  $Y_{\max}$  -  $Y_{\min}$  i w rozpatrywanym szeregu wynosi 1 65524. Kwartyl pierwszy  $Q_1$  (zwany dolnym) dzieli badany uporządkowany szereg na 25 % i 75 % i wynosi 851470,0. Kwartyl  $Q_3$  (zwany górnym) dzieli badany uporządkowany szereg na 75 % i 25 %, w badanym szeregu jest równy 1131593.

Ważnymi miarami zróżnicowania jest między innymi odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Odchylenie standardowe to inaczej bezwzględna miara przeciętnego zróżnicowania a procentowa wartość współczynnika zmienności traktowana jest, jako względna miara przeciętnego zróżnicowania. Współczynnik zmienności dla badanego szeregu wynosi 39,05 % i oznacza to, że zebrany materiał statystyczny charakteryzuje się odpowiednim zróżnicowaniem ( $V_Y > 10\%$ ) i może podlegać badaniu.

### 3. OPRACOWANIE PROGNOZY LICZBY PRZEWOZU PASAŻERÓW TRANSPORTEM SAMOCHODOWYM NA ROK 2012

Analiza struktury badanego szeregu czasowego oraz sporządzony wykres pozwalają na wyodrębnienie dwóch głównych elementów składowych tj. trendu i wahań przypadkowych.

Ocena wzrokowa wykresu (rys.1) umożliwiła sformułować hipotezę, że do sporządzenia prognoz liczby przewozu pasażerów transportem samochodowym można wykorzystać modele analityczne i wyrównywania wykładniczego. Obliczenia niezbędne do sporządzenia prognoz zostaną wykonane za pomocą pakietu komputerowego StatisticaPl 10.0.

#### 3.1. PROGNOZA NA PODSTAWIE MODELU TRENDU

Powszechnie przyjmowaną postacią modelu trendu jest liniowa funkcja trendu o postaci:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \xi_t \quad (1)$$

Gdzie:

$Y_t$  – zmienna objaśniana (liczba przewozu pasażerów transportem samochodowym w okresie

$t = 1, 2, \dots, 22$

$t$  - zmienna czasowa  $t = 1, 2, \dots, 22$

$\beta_0, \beta_1$  - parametry funkcji trendu, które należy oszacować

$\xi_t$  – składnik losowy

Przyjęta hipoteza o liniowym przebiegu badanego szeregu może się okazać prawdziwa lub fałszywa wobec tego do badań została wykorzystana również funkcja nieliniowa. Spośród wielu funkcji nieliniowych podjęto próbę wykorzystania funkcji hiperbolicznej o następującej postaci tj.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{t} + \xi_t \quad (2)$$

Wyniki oszacowanych modeli trendu zostały przedstawione w tabel (tab.3)

Tabela 3

*Oszacowane modele trendu, współczynniki determinacji i błędy standardowe estymacji*

Lp	Rodzaj funkcji	Oszacowane modele	Współczynniki determinacji
1	Liniowa	$Y_t = 1646737 - 55898t$	$R^2 = 0,86$
2	Hiperboliczna	$Y_t = 729789 + 1633930 * 1/t$	$R^2 = 0,81$

Współczynnik determinacji jest miarą dokładności dopasowania modelu do danych empirycznych. Współczynnik ten określa, jaka część zmienności zmiennej objaśnianej jest wyjaśniana przez model. Wartość współczynnika determinacji jest wartością unormowaną z przedziału [0,1]. Im wartość tego wskaźnika jest bliższa 1 tym lepsze jest dopasowanie modelu do badanego fragmentu rzeczywistości [4].

Z tabeli 3 wynika, że oba modele trendu są odpowiednie ze względu na wartość otrzymanych współczynników determinacji i można na ich podstawie opracowywać prognozy.

Wyniki prognozy opracowane na podstawie oszacowanych modeli trendu znajdują się poniższej tablicy ( tab. 4)

Tabela 4

*Prognozy punktowe i przedziałowe dla 2012 roku*

Oszacowany model	Prognoza punktowa	Prognoza przedziałowa
	2012	2012
Liniowy	361072	[ 221449; 500694]
Hiperboliczny	800832,6	[710935,2;890730,0]

Krótkoterminowe prognozy otrzymane na podstawie modelu trendu liniowego posiadają tendencje spadkowe, a modelu hiperbolicznego prognozy mają tendencje wzrostowe. Wydaje się, że bardziej prawdopodobną prognozą może się okazać prognoza otrzymana za pomocą funkcji liniowej. Dla potwierdzenia tej hipotezy podjęto próbę sporządzenia krótkookresowej prognozy z wykorzystaniem wyrównywania wykładniczego.

### 3.2. PROGNOZOWANIE Z WYKORZYSTANIEM WYRÓWNIANIA WYKŁADNICZEGO

Do prognozowania liczby przewozu pasażerów transportem samochodowym można wykorzystać również metodę wyrównywania wykładniczego tj. model Holta. Model ten znajduje zastosowanie w przypadku, gdy w szeregu czasowym występuje trend i wahania przypadkowe. Jest to model dwurównaniowy, w którym do opisu tendencji używa się wielomianu stopnia pierwszego. Model ten jest bardzo elastyczny ze względu na występowanie dwóch parametrów wygładzania  $\alpha$  i  $\beta$ . Model ten można zapisać w sposób następujący:

$$F_{t-1} = \alpha Y_{t-1} + (1 + \alpha)(F_{t-2} + S_{t-2}) \quad (3)$$

$$S_{t-1} = \beta(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1 - \beta)S_{t-2} \quad (4)$$

gdzie:

$F_{t-1}$  - ocena wartości średniej w okresie t-1

$S_{t-1}$  - przyrost trendu w okresie t-1

$\alpha, \beta$  - parametry modelu o wartościach z przedziału [ 0, 1]

Równanie prognozy na okres  $t > n$  można zapisać następująco:

$$Y_t^* = F_n + (t - n)S_n \quad (5)$$

W celu zweryfikowania hipotezy, czy wykorzystanie modelu Holta do prognozowania badanego szeregu czasowego obrazującego kształtowanie się liczby przewozu pasażerów

transportem samochodowym jest uzasadnione, należy przede wszystkim oprzeć się na analizach graficznych zebranych danych empirycznych oraz obliczyć błędy prognozy. Dzięki wykorzystaniu programu Statistica [6] można wyznaczyć następujące błędy: błąd średni, średni błąd bezwzględny, suma kwadratów reszt, wariancja składnika resztowego, błąd procentowy, średni błąd procentowy, średni bezwzględny błąd procentowy. Za najlepszą miarę względnego ogólnego dopasowania przyjmuje się średni bezwzględny błąd procentowy [1,2,3,5]. Ponadto miara ta jest zwykle łatwiejsza w interpretacji.

Przy ocenie prognoz można kierować się również innymi kryteriami, które mają charakter jakościowy. Prosta i popularną miarą rzetelności modelu jest trafność prognoz generowanych na podstawie części danych, tak, że prognozy mogą zostać porównane ze znanymi pierwotnymi obserwacjami. Na podstawie zaobserwowanego szeregu empirycznego opracowano prognozę na rok 2012, która wynosi 350640. Uzyskana krótkookresowa prognoza posiada wyraźną tendencję spadkową i jest zbliżona do prognozy otrzymanej za pomocą modelu trendu liniowego.

Wygenerowano również błędy prognoz i zamieszczono je w poniższej tabelicy. ( tab.5)

Tabela 5

<i>Błędy otrzymanych prognoz</i>		
Lp	Nazwa błędu	Wielkość błędu
1	Błąd średni	1,8
2	Średni błąd bezwzględny	5,9
3	Średni błąd procentowy	1,2
4	Średni bezwzględny błąd procentowy	5,6

Najlepszą miarą względnego ogólnego dopasowania jest średni bezwzględny błąd procentowy, który jest niewielki i wynosi 5,6, co oznacza, że przeciętna prognoza odchyła się o 5% od wartości rzeczywistych. Niski jest również średni błąd procentowy, który równa się 1,2. Można sformułować hipotezę, że zastosowanie modelu Holta było uzasadnione.

#### 4. ZAKOŃCZENIE

Proces prognozowania zaprezentowano na przykładzie szeregu czasowego, który obejmuje liczbę przewozu pasażerów transportem samochodowym w Polsce. Zebrane dane mają charakter roczny. Obejmują lata 1990- 2011, a prognoza dotyczy 2012 roku.

W badanym szeregu wyodrębniono dwa elementy składowe tj. trend i wahania przypadkowe. Analiza kształtowania się przyjętych do badań danych na wykresie umożliwiła wykorzystanie odpowiednich procedur badawczych. Do prognozowania wykorzystano modele analityczne (model trendu liniowego i hiperbolicznego) i metodę wyrównywania wykładniczego (model Holta). Obliczono również miary prognoz, które umożliwiły odpowiedź na pytanie, które wyniki prognoz mogą być najbardziej prawdopodobne. Do otrzymanych prognoz należy podchodzić z dużym dystansem. Powszechnie wiadomo, że proces prognozowania jest obciążony błędami natury obiektywnej jak i subiektywnej. Otrzymane prognozy mogą jednak stanowić ważne źródło informacji dla podejmujących decyzje w zakresie rynku transportu samochodowego. Przeprowadzone badania mogą dostarczyć również informacji dotyczących słabych i mocnych stron badanego rynku.

#### Literatura

1. Cieślak M. (2001), *Prognozowanie gospodarcze metody i zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001;
2. Dittman P. (2005), *Prognozowanie w przedsiębiorstwie: metody i ich zastosowania*, Wydawnictwo Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
3. Dittmana P., Szabela- Pasierbińska E., Dittmana I., Szpulak A., (2009) *Prognozowanie w Zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Oficyna a WoltersKluwer business, Kraków.
4. Goryl A., Jędrzejczyk Z., Kukuła K., Posiewalski J., Walkosz A., „Wprowadzenie do ekonometrii w przykładach i zadaniach”, redaktor naukowy Kukuła K. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000
5. Nowak E. (1998), *Prognozowanie gospodarcze, metody, modele, zastosowania, przykłady*, Wydawnictwo Placet, Warszawa
6. www.statsoft.pl