

CHUDY Katarzyna¹
WIERZBIŃSKA Maria²

PROGNOZA WIELKOŚCI PRZEWOZU TOWARÓW TRANSPORTEM KOLEJOWYM W POLSCE

Celem artykułu jest opracowanie prognozy dotyczącej wielkości przewozu towarów transportem kolejowym. Analiza obejmuje okres od października 2002 roku do lipca 2011 roku, a prognozę sporządzono dla kolejnych dwunastu miesięcy (od sierpnia 2011 do lipca 2012). Zebrane dane mają charakter miesięczny. Do analiz wykorzystano program Statistica PL 8.0. W badanym szeregu wyodrębniono: trend, wahania okresowe i przypadkowe. Analiza kształtowania się przyjętych do badań danych na wykresie umożliwiła wykorzystanie odpowiednich procedur badawczych. Do prognozowania wykorzystano metodę ARIMA z interwencją, która pozwala dokonanie prognozy w przypadku nagłej i trwałej zmiany poziomu badanego zjawiska. Powszechnie wiadomo, że proces prognozowania jest obciążony błędami natury obiektywnej jak i subiektywnej. Otrzymane prognozy mogą stanowić ważne źródło informacji dla podejmujących decyzje w dziedzinie transportu kolejowego oraz dają ogólny obraz kształtowania się przyszłych zdarzeń w zakresie wybranego segmentu rynku.

THE FORECAST OF FREIGHT BY RAIL IN POLAND

The article attempts to develop forecast for the size of rail freight. The analysis covers the period from October 2002 to July 2011 and the forecast was prepared for the twelve months (from August 2011 to July 2012). The collected data are monthly. For the analysis the program Statistica PL 8.0 was applied. The main sources of information were the Statistical Bulletins published by the CSO. In the tested series there were isolated the following components such as trend, periodic and random walk. The analysis of test data taken on the chart allowed for the use of appropriate test procedures. For the forecast the ARIMA method with intervention was used which allowed for the forecast in case of a sudden and permanent change in the level of the studied phenomenon. It is well known that during the the process of forecasting there might appear both objective and subjective errors. The forecasts obtained may constitute an important source of information for decision makers in the field of railway transport, and provide a general picture of the formation of future steps in the chosen market segment.

¹Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, 35-959 Rzeszów; ul. Powstańców Warszawy 8.
Tel:+48178651602, E – mail: kacha877@poczta.onet.pl

²Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, 35-959 Rzeszów; ul. Powstańców Warszawy 8.
Tel:+48178651602, E – mail: mwierzbinska@autograf.pl

1. WSTĘP

Prognozowanie jest sztuką przewidywania przyszłych zdarzeń. To proces złożony, którego celem jest zmniejszenie ryzyka oraz wspomaganie w procesie podejmowania decyzji³ Opracowanie prognoz jest zagadnieniem trudnym. Trudności wynikają z problemów związanych z pozyskiwaniem wiarygodnych i rzetelnych informacji, wyborem odpowiednich metod prognozowania i oceny sporządzonych prognoz.

Celem artykułu jest opracowanie prognozy przewozu towarów transportem kolejowym w Polsce. Analiza obejmuje okres od października 2002 roku do lipca 2011 roku, a prognoza zostanie sporządzona dla kolejnych dwunastu miesięcy (od sierpnia 2011 do lipca 2012). Zebrane dane mają charakter miesięczny. Do analiz wykorzystano program Statistica PL 8.0.

2. OGÓLNE INFORMACJE O PRZEWOZACH TOWAROWYCH TRANSPORTEM KOLEJOWYM

2.1 Sytuacja na rynku kolejowym: przewoźnicy, infrastruktura ładunkowa

W 2010 roku licencjonowane przewozy towarowe realizowało 40 przedsiębiorców, w tym na liniach normalnotorowych 39 przewoźników oraz na linii szerokotorowej o prześwicie 1520 mm – jeden. Licencjonowaną działalność przewozową realizowały:

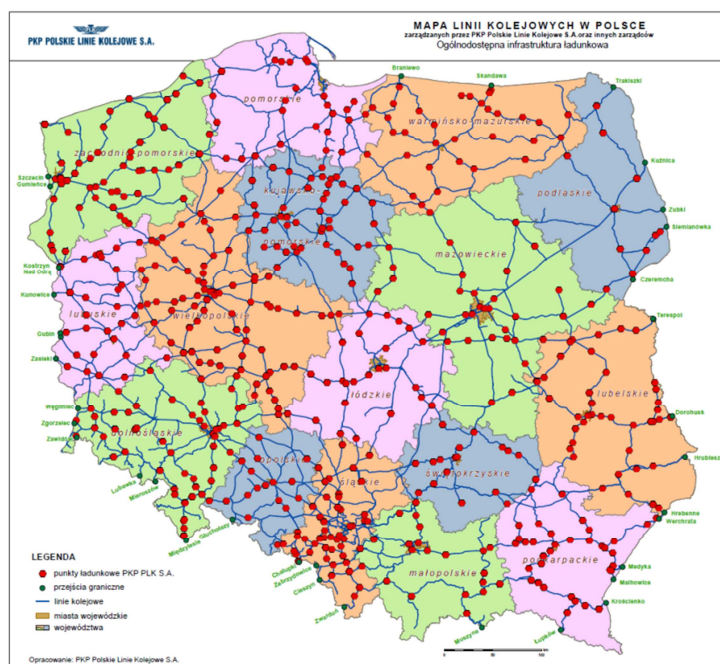
- trzy spółki tzw. Grupy PKP: PKP Cargo S.A., PKP LHS Sp. z o.o. (na wydzielonej organizacyjnie linii szerokotorowej) oraz PKP Energetyka Sp. z o.o. (przewozy wyłącznie na własne potrzeby utrzymaniowo-naprawcze infrastruktury energetycznej)
- sześć spółek Grupy CTL: CTL LOGISTICS S.A., CTL Rail Sp. z o.o., CTL Train Sp. z o.o., X-TRAIN Sp. z o.o., CTL Express Sp. z o.o., CTL Reggio Sp. z o.o., - sześć spółek Grupy DB Schenker: DB Schenker Rail Polska S.A., DB Schenker Rail, SPEDKOL Sp. z o.o., DB Schenker Rail Zabrze S.A., DB Schenker Rail COALTRAN, Sp. z o.o., NZTK Wola Sp. z o.o., DB Schenker Rail Rybnik S.A.,
- osiemnastu przewoźników towarowych: PUK KOLPREM Sp. z o.o., POL-MIEDŹ TRANS Sp. z o.o., LOTOS KOLEJ Sp. z o.o., TRANSODA Sp. z o.o., KP "KOTLARNIA" S.A., ZIK Sandomierz S.J., RAIL POLSKA Sp. z o.o., KOLEJ, BAŁTYCKA S.A., ORLEN KOL-TRANS Sp. z o.o., GATX Rail Poland Sp. z o.o., EURONAFT TRZEBINIA Sp. z o.o., Lubelski Węgiel Bogdanka S.A., PTK Koltar, Tarnów Sp. z o.o., STK Wrocław S.A., MAJKOLTRANS Sp. z o.o., Freightliner PL, Sp. z o.o., Hagans Logistics Sp. z o.o., ITL Polska Sp. z o.o. oraz CEMET S.A.,
- sześć spółek realizujących wyłącznie przewozy bezpośrednio związane z budową, utrzymaniem i modernizacją infrastruktury kolejowej: DOLKOM Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo Napraw Infrastruktury Warszawa Sp. z o.o., Pomorskie Przedsiębiorstwo Mechaniczno-Torowe Sp. z o.o., PNiUIK w Krakowie Sp. z o.o., PRKiI Wrocław S.A. oraz PRK KRAKOW S.A.⁴

³ Dittmann P., Szabela- Pasierbińska E., Dittmann I., Szpulak A., *Prognozowanie w Zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Oficyna a Wolters Kluwer business, Kraków 2009.

⁴ Funkcjonowanie rynku transportu kolejowego w Polsce w 2010 roku, Urząd Transportu Kolejowego, Departament Regulacji Transportu Kolejowego, Warszawa 2011, s.28

Polskim transportem kolejowym najczęściej przewożone są: węgiel kamienny brunatny, ropa i gaz, rudy metali oraz produkty górnictwa i kopalnictwa, koks i brykiety, chemikalia oraz produkty chemiczne, metale i wyroby metalowe a także drewno i wyroby z drewna.

Ogólną infrastrukturę ładunkową kolei w Polsce przedstawia rys. 1.



Rys.1. Mapa linii kolejowych w Polsce – ogólnodostępna infrastruktura ładunkowa
Źródło: mapa opracowana przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., www.plk-sa.pl.

Do zalet transportu kolejowego można zaliczyć: zdolność do przewozów masowych, relatywnie niskie stawki przewozowe przy dostawach na średnie i długie odległości, wysoka niezawodność przewozów, stosunkowo rozległą sieć połączeń kolejowych dostosowaną do lokalizacji głównych rynków zbytu, specjalistyczny tabor przystosowany do przewozu zróżnicowanej podatności transportowej, czyli odporność ładunku na warunki i skutki przewozu oraz możliwość dowozu do przewoźników innych gałęzi transportu. Za wady można uznać: konieczność wykorzystania usług dowozowo - odwozowych, niższe bezpieczeństwo przewozu towarów wrażliwych (wstrząsy, przeladunki) oraz duże niebezpieczeństwo kradzieży.

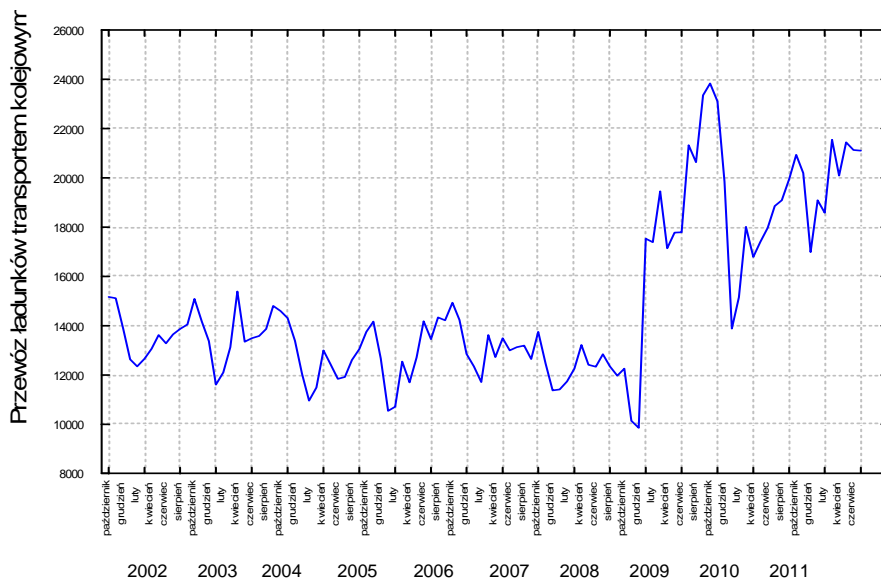
Najczęstszymi problemami z jakimi spotykają się przewoźnicy jest zły stan infrastruktury, brak stabilizacji wysokości stawek dostępu do infrastruktury, kwestia równouprawnienia w korzystaniu z infrastruktury punktowej oraz w mniejszym stopniu problemy techniczne i usprawnienie procedur⁵.

⁵ www.utk.gov.pl, Urząd Transportu Kolejowego, Bezpieczeństwo i Regulacja Rynku Transportowego, „Spotkanie Prezesa UTK z kolejowymi przewoźnikami towarów”, luty 2011

2.2 Charakterystyka zebranego materiału statystycznego

Głównym źródłem informacji były Biuletyny Statystyczne wydawane przez GUS. Szereg podlegający badaniu obejmuje dane dotyczące kształtowania się wielkości przewozów towarów transportem kolejowym w Polsce w ujęciu miesięcznym. Prognozowanie na rynku kolejowym jest zagadnieniem bardzo istotnym i ważnym, ze względu na duże problemy występujące w tym segmencie rynku. Podjęcie próby opracowania prognozy w zakresie wielkości przewozu towarów transportem kolejowym stanowi bardzo wąski wycinek badań z zakresu rynku kolejowego w Polsce. Otrzymane wyniki prognoz mogą stanowić podstawę do podejmowania decyzji na analizowanym rynku.

Analiza danych dotyczących kształtowania się wielkości przewozów towarów transportem kolejowym w Polsce w latach 2002 – 2011 pozwala sformułować hipotezę, że badany szereg czasowy posiada obecnie dość zróżnicowaną tendencję (spadkową i wzrostową). Ilustracją tej hipotezy jest wykres (rys.1)



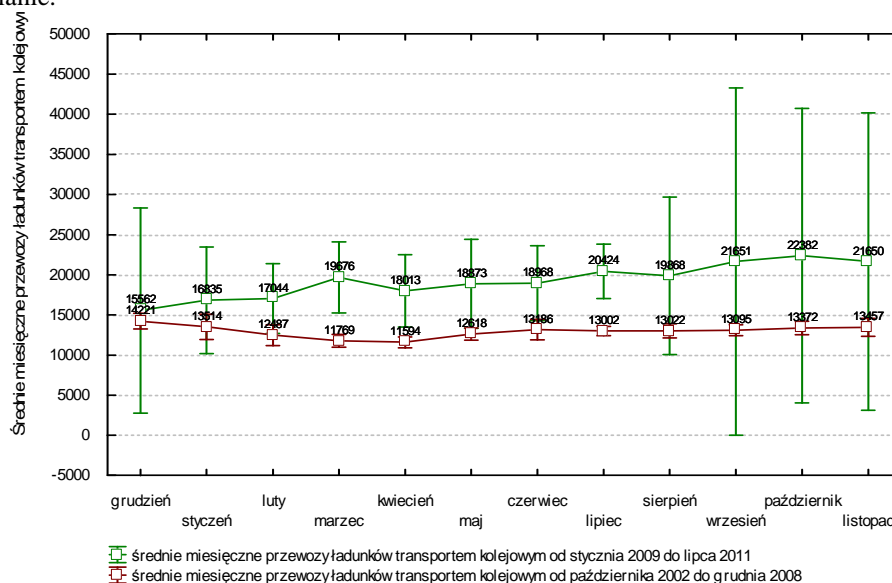
Rys.2. Kształtowanie się przewozu towarów (tys. ton) transportem kolejowym w Polsce w latach 2002-2011

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Analiza wykresu pozwala sformułować tezę, że przebieg obserwacji wielkości przewozów towarów posiada charakter okresowy. Od października 2002 roku do grudnia 2008 roku zauważyć można niewielką tendencję spadkową. Natomiast na początku 2009 roku przewóz towarów transportem kolejowym wykazuje silną tendencję wzrostową (dynamiczny wzrost, który trwał przez cały rok). Różnica poziomów wielkości transportu towarów wynika ze zmiany w sprawozdawczości. Do 2009 roku dla transportu kolejowego dane miesięczne i narastające dotyczyły Grupy PKP a od 2009 roku także podmiotów

posiadających licencje na transport kolejowy, prowadzących podstawową działalność w zakresie transportu kolejowego towarów⁶. W kolejnych latach poziom nieco się obniżył, ale nadal wykazywał tendencję wzrostową.

Sporządzono wykres średnich wielkości przewozu towarów transportem kolejowym w poszczególnych miesiącach. Osobno przedstawiono średnie przewozy przed 2009 rokiem i po 2009 roku, ponieważ w tym czasie nastąpiła gwałtowna i trwała zmiana w kształtowaniu się badanego zjawiska. Wyraźnie widać, że średni poziom przewozu towarów uległ zmianie.



Rys. 3. Średnie miesięczne wartości przewozu towarów transportem kolejowym

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Zarówno w jednym jak i drugim okresie miesięczna proporcja przewożonych towarów była podobna. Najczęściej kolej wykorzystywana była we wrześniu, październiku i listopadzie a najrzadziej w styczniu i lutym. Z przeprowadzonego testu ANOVA⁷ wynika, że istnieje istotna statystycznie różnica w średnich przewozach towarów w poszczególnych miesiącach dla okresu od 2002 do 2008 roku o czym świadczy wartość $p < \alpha$, ($H=28,51$; $p=0,0026$, $\alpha=0,05$). Natomiast w drugiej części znaczących statystycznie różnic nie ma $p > \alpha$ ($H=15,80$, $p=0,1484$). Najprawdopodobniej brak różnic spowodowany był niewielką liczbą obserwacji w drugiej części szeregu.

W celu bardziej szczegółowej analizy badanego szeregu dotyczącego towarów przewożonych transportem kolejowym obliczono wybrane opisowe miary statystyczne.

⁶ Biuletyn Statystyczny 2009, Główny Urząd Statystyczny, 2010

⁷ Analiza wariancji (ANOVA) jest zbiorem metod umożliwiających porównanie średnich w kilku badanych grupach i sprawdzenie czy założony (wybrany) czynnik ma wpływ na średni poziom analizowanej zmiennej, do badań wykorzystano test F.

Tab.1. Wybrane miary opisowe charakteryzujące zmienną Y_t [wielkość przewozów towarów transportem kolejowym(tys.ton)]

Miesiąc	Przewozy towarów transportem kolejowym (tys. ton) (wybrane statystyki opisowe)					
	październik 2002- grudzień 2008			styczeń 2009 – lipiec 2011		
	odchylenie	min	max	odchylenie	min	max
styczeń	749,5	10547,0	12630,0	2676,2	13880,0	19095,0
luty	641,4	10712,0	12349,0	1747,3	15150,0	18593,0
marzec	735,9	11490,0	13630,0	1782,1	18010,0	21555,0
kwiecień	1209,9	11706,0	15393,0	1813,7	16797,0	20098,0
maj	547,4	12410,0	13613,0	2233,4	17400,0	21443,0
czerwiec	837,6	11841,0	14183,0	1879,5	17799,0	21136,0
lipiec	652,3	11918,0	13649,0	1367,6	18850,0	21322,0
sierpień	785,3	12356,0	14339,0	1091,8	19096,0	20640,0
wrzesień	1074,5	11969,0	14801,0	2407,0	19949,0	23353,0
październik	1049,3	12262,0	15172,0	2041,4	20938,0	23825,0
listopad	1687,4	10134,0	15116,0	2063,3	20191,0	23109,0
grudzień	1408,2	9856,0	13890,0	2016,0	16989,0	19840,0

Źródło: Opracowanie własne

Ważną miarą zróżnicowania danych jest między innymi odchylenie standardowe, inaczej bezwzględna miara przeciętnego zróżnicowania, która informuje o ile poszczególne wartości odchylają się od średniej, i tak: w okresie od października 2002 do grudnia 2008 najmniejszym odchyleniem standardowym charakteryzowały się przewozy z maja (547,4 tys. ton) a największe zróżnicowanie występowało w listopadzie (1 678,4 tys. ton). Najniższa wielkość jaka pojawiła się w przewozach towarów w tym okresie to 9 856 tys. ton i wystąpiła w grudniu 2008 roku. Najwięcej zaś koleje przewiozły w kwietniu 2004 roku a było to 15 393 tys. ton. W okresie od stycznia 2009 do lipca 2011 najmniejszym odchyleniem standardowym charakteryzowały się przewozy w sierpniu (1 091,8 tys. ton) a największe zróżnicowanie występowało w styczniu (2 676,2 tys. ton) Najniższa wielkość jaka pojawiła się w przewozach towarów w tym okresie to 13 880 tys. ton i wystąpiła w styczniu 2010 roku. Najwięcej zaś koleje przewiozły w październiku 2009 roku a było to 23 852 tys. ton.

3.PRÓBA OPRACOWANIA PROGNOZY WIELKOŚCI PRZEWOZU TOWARÓW TRANSPORTEM KOLEJOWYM

Analiza struktury badanego szeregu czasowego oraz sporządzony wykres pozwalają na wyodrębnienie trzech głównych elementów składowych tj. trendu, wahań okresowych oraz wahań przypadkowych.

Ocena wzrokowa wykresu (rys.2) umożliwia sformułować tezę, że do sporządzenia prognozy wielkości przewozu towarów transportem kolejowym można wykorzystać model ARIMA z interwencją. (minimalna liczba obserwacji umożliwiających zastosowanie

modelu ARIMA to około 60 obserwacji w przypadku danych miesięcznych). Obliczenia niezbędne do sporządzenia prognoz zostały wykonane za pomocą pakietu komputerowego Statistica Pl 8.0.

3.1 Prognozowanie w oparciu o model ARIMA z interwencją

W identyfikacji zjawisk gospodarczych można wyróżnić czynniki, które wskazują na występowanie opóźnień w przebiegu niektórych zjawisk w czasie. Biorąc pod uwagę dane dotyczące przewozu towarów transportem kolejowym zauważyć można wyraźne wahania okresowe, które pojawiają się w odstępach dwunastomiesięcznych, gdzie najwyższe wartości przewozu towarów odnotowuje się najczęściej w październiku a najniższe zazwyczaj na przełomie grudnia i stycznia. W tego rodzaju sytuacjach znajdują zastosowanie modele autoregresyjne, w których wartości zmiennej prognozowanej są funkcją wartości tej zmiennej w momentach lub okresach poprzedzających okres badany oraz składnika losowego. Model ARIMA (Box, Jenkins, 1983) został wprowadzony przez Boxa i Jenkinsa w 1976 roku. Może być stosowany do modelowania szeregów stacjonarnych tj. szeregów, w których występują jedynie wahania losowe wokół średniej lub niestacjonarnych, sprowadzanych do stacjonarnych. Budowa modelu oparta jest na zjawisku autokorelacji. Model ARIMA zawiera w sobie dwa podstawowe procesy: autoregresji i średniej ruchomej. W pewnych okolicznościach występują one razem. Postać modelu autoregresji jest następująca:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

Powyższe równanie nazywa się procesem autoregresji rzędu p, AR(p).

Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-p} – wartości zmiennej objaśnianej w okresie t, t-1, t-2, t-p.

$\varphi_0, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_p$ – parametry modelu

e_t – reszta modelu dla okresu t

p – wielkość opóźnienia

Szeregi czasowe składają się zazwyczaj z obserwacji wzajemnie zależnych tak, że można oszacować współczynniki modelu, które opisują kolejne elementy szeregu na podstawie opóźnionych w czasie poprzednich elementów. Każda obserwacja jest sumą składnika losowego oraz kombinacji liniowej poprzednich obserwacji. Proces AR będzie stabilny, jeśli parametry będą należeć do pewnego przedziału (-1,1). Jest to tzw. wymóg stacjonarności szeregu.

Postać modelu średniej ruchomej (MA):

$$Y_t = \theta_0 + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2)$$

Powyższe równanie nazywa się procesem średniej ruchomej⁸ rzędu q, MA(q).

Y_t – wartość zmiennej objaśnianej w okresie t

⁸ Termin „średnia ruchoma” jest nieco mylący ponieważ suma wag nie jest równa jedności, jednakże jest on ogólnie przyjęty i używany w tym modelu.

$\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_q$ – parametry modelu

$e_t, e_{t-1}, e_{t-2}, e_{t-q}$ – reszty modelu w okresach $t, \dots, t-q$,

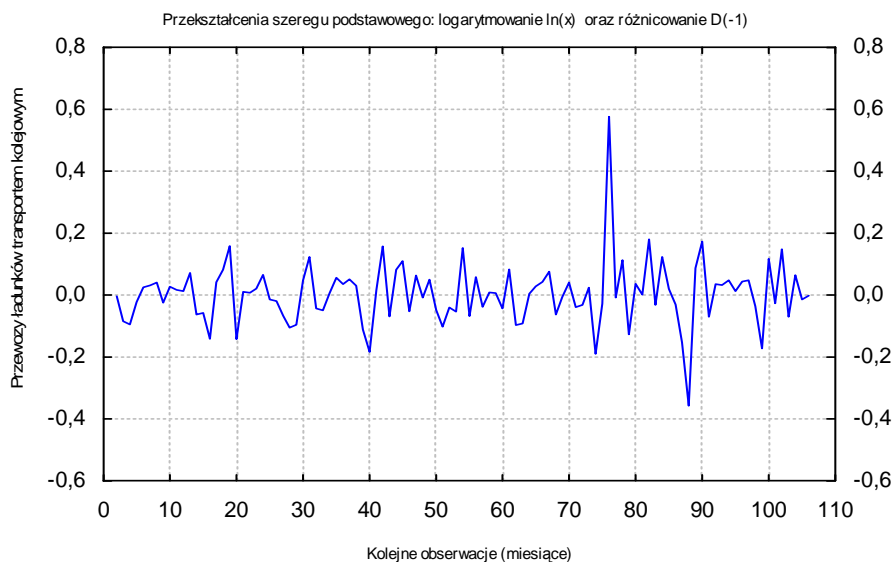
q – wielkość opóźnienia

W średniej ruchomej każda obserwacja składa się ze składnika losowego oraz kombinacji liniowej składników losowych z przeszłości. Równanie średniej ruchomej da się zapisać w formie autoregresyjnej a można to wykonać tylko wtedy, gdy parametry średniej ruchomej spełniają pewne warunki, tzn. jeśli model jest odwracalny. Dla osiągnięcia większej elastyczności w dopasowaniu modelu do szeregu czasowego celowe jest połączenie obu modeli:

$$Y_t = \varphi_0 + \varphi_1 Y_{t-1} + \varphi_2 Y_{t-2} + \dots + \varphi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_0 - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

Proces taki nazywa się procesem autoregresji i średniej ruchomej rzędu (p i q), co w skrócie zapisuje się ARMA (p, q), (Box, Jenkins, 1983). W modelu zakłada się, że wartość zmiennej prognozowanej w momencie lub okresie t zależy od przeszłych jej wielkości oraz od różnicy pomiędzy przeszłymi wartościami rzeczywistymi zmiennej prognozowanej a jej wartościami uzyskanymi z modelu. Model ARIMA zawiera parametry autoregresyjne, średniej ruchomej oraz wprowadza operator różnicowania. W modelu wyróżniamy więc trzy parametry: ARIMA (p, d, q): parametry autoregresyjne p , rząd różnicowania d , parametry średniej ruchomej q . Wymagane jest aby wejściowy szereg dla metody ARIMA był stacjonarny, tzn. powinien mieć stałą w czasie średnią, wariancję i brak autokorelacji. Dlatego szereg zazwyczaj potrzebuje różnicowania aż do otrzymania stacjonarności - ile razy szereg powinien być różnicowany wyraża parametr d . Bardzo rzadko liczby parametrów p i q muszą być większe od 2. Są także modele sezonowe gdzie dodatkowo określa się trzy parametry sezonowości ARIMA (ps, ds, qs) parametry sezonowe autoregresyjne ps , sezonowe różnicowania ds oraz sezonowe średniej ruchomej qs . Podstawowy szereg przewozu towarów charakteryzuje się tendencją wzrostową, wahaniami sezonowymi i przypadkowymi, tak więc nie ma ani stałej średniej ani wariancji. Dlatego też aby doprowadzić szereg do stacjonarności, czego wymagają założenia metodologiczne, należało zlogarytmować dane oraz dokonać jednokrotnego różnicowania. Po tych zabiegach szereg można było poddać modelowaniu za pomocą procesu ARIMA. Ponadto w szeregu podstawowym wystąpiła interwencja (zmiana sprawozdawczości) która podniosła poziom badanego zjawiska w sposób nagły ale trwałe. Dlatego do prognozowania został użyty mechanizm, który umożliwia modelowanie takich przypadków czyli ARIMA z interwencją. Technika tę nazywa się także analizą wpływu lub analizą interwencji. Szacuje się dodatkowe parametry (oprócz parametrów autoregresyjnych i średniej ruchomej) w celu uwzględnienia jednego lub więcej zdarzeń dyskretnych, które albo tymczasowo, albo długotrwale zmieniły ogólny poziom lub średnią szeregu.⁹

⁹ Box G. E. P., Jenkins G. M., *Analiza szeregów czasowych*, PWN 1983;



Rys. 4. Postać szeregu przewozu towarów po dokonaniu transformacji logarytmowania oraz różnicowania z okresu od października 2002 roku do lipca 2011 roku
Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem programu Statistica 8.0 PL

Po wstępnych przekształceniach szereg uzyskał stacjonarność: posiada stałą średnią i wariancję dla okresu od października 2002 do grudnia 2008 ($p=0,258598$) oraz dla okresu od stycznia 2009 do lipca 2011 - $p < \alpha$ ($p=0,054691$). Najlepszym zestawem parametrów dla modelu ARIMA po sprawdzeniu kilku kombinacji okazał się: jeden parametr autoregresyjny p , jeden parametr różnicowania (szereg był raz różnicowany) d , jeden parametr średniej ruchomej q oraz jeden parametr autoregresyjny sezonowy ps tzn. model ARIMA (1,1,1)(1,0,0). Została wprowadzona także jedna interwencja (przypadek 76) (zmiany w sprawozdawczości GUS – od tego okresu dane miesięczne i narastające dotyczą Grupy PKP oraz podmiotów posiadających licencje na transport kolejowy, prowadzących podstawową działalność w zakresie transportu kolejowego towarów)

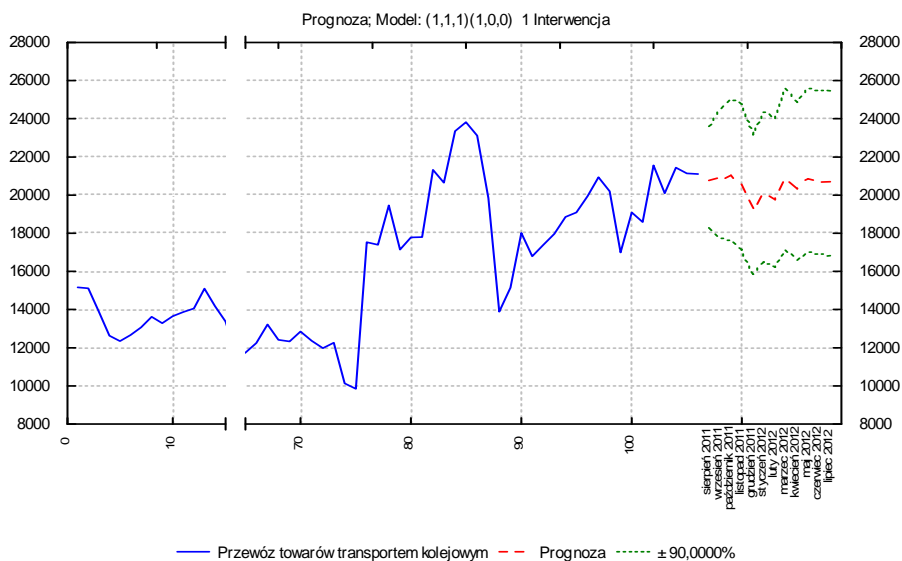
Tab.2 Oceny parametrów modelu

Parametr	Wielkość parametru	Błąd standardowy	Statystyka t(101)	p
$p(1)$	0,67	0,10	6,58	0,000000
$q(1)$	0,93	0,04	19,36	0,000000
$ps(1)$	0,39	0,10	3,78	0,000264
Om	0,61	0,07	7,91	0,000000

Źródło: Opracowanie własne.

Wszystkie parametry są istotne statystycznie, parametr Omega jest parametrem interwencji i on także jest wysoce istotny. W przypadku interwencji nagłych-trwałych, Omegę można interpretować jako wielkość trwałej zmiany, która nastąpiła w momencie interwencji. W przypadku przewozów towarowych transportem kolejowym interwencja

jaka miała miejsce w styczniu 2009 roku zwiększyła przewóz towarów towarowych transportem kolejowym o około 6100 tys. ton. Ponadto dla oszacowanego modelu sprawdzono autokorelogram, który nie wykazuje żadnych związków pomiędzy obserwacjami (brak autokorelacji), co jest wyznacznikiem poprawności dopasowania modelu. Reszty modelu mają rozkład normalny ($p=0,32862$). Dla tak opracowanego modelu wyznaczono prognozę towarów na kolejne okresy, którą przedstawiono graficznie na rysunku 5 i liczbowo w tabeli 3.



Rys.5. Prognoza przewozu towarów od sierpnia 2011 do lipca 2012 otrzymana za pomocą modelu ARIMA (1,1,1)(1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne z wykorzystaniem programu Statistica 8.0 PL

Wyniki otrzymanych prognoz zachowują tendencję oraz wahania szeregu obserwowanego. Wartości liczbowe prognozy modelem ARIMA przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Wartości prognozy przewozu towarów transportem kolejowym od sierpnia 2011 do lipca 2012 otrzymana za pomocą metody ARIMA (1,1,1)(1,0,0)

Miesiąc	Prognoza	
	punktowa	przedziałowa dolne 95%- górne 95%
Sierpień 2011	20772,50	18280,81 23603,81
Wrzesień 2011	20839,59	17775,11 24432,38
Październik 2011	21041,01	17667,90 25058,11
Listopad 2011	20607,03	17146,61 24765,81
Grudzień 2011	19161,49	15850,34 23164,33

Styczeń 2012	20009,32	16483,11	24289,89
Luty 2012	19759,67	16225,99	24062,92
Marzec 2012	20921,97	17136,17	25544,15
Kwiecień 2012	20331,52	16615,71	24878,31
Maj 2012	20846,61	17002,92	25559,19
Czerwiec 2012	20719,17	16868,12	25449,44
Lipiec 2012	20699,26	16822,87	25468,86

Źródło: Opracowanie własne.

4. WNIOSKI

Proces prognozowania zaprezentowano na przykładzie szeregu czasowego, który obejmuje wielkość przewozu towarów transportem kolejowym w Polsce. Zebrane dane miały charakter miesięczny. Obejmowały okres od października 2002 do lipca 2011. Prognozy dotyczyły kolejnego roku a więc zostały sporządzone od sierpnia 2011 do lipca 2012 roku.

W badanym szeregu wyodrębniono składowe tj. trend, wahania okresowe i wahania przypadkowe. Analiza kształtowania się przyjętych do badań danych na wykresie umożliwiła wykorzystanie odpowiednich procedur badawczych. Do prognozowania wykorzystano metodę ARIMA z interwencją, która umożliwiła dokonanie prognozy w przypadku nagłej i trwałej zmiany poziomu badanego zjawiska. Powszechnie wiadomo, że proces prognozowania jest obciążony błędami natury obiektywnej jak i subiektywnej jednakże otrzymane prognozy mogą stanowić ważne źródło informacji dla podejmujących decyzje w zakresie rynku transportu kolejowego. Należy jednak pamiętać, że prognoza jest sądem o przyszłych stanach a więc w ostatecznym rozrachunku najważniejszym kryterium podejmowania decyzji jest znajomość tendencji gospodarczych oraz otoczenia ekonomicznego prognozowanego zjawiska. Przeprowadzone badania mogą dostarczyć również informacji dotyczących słabych i mocnych stron badanego rynku ze względu na sezonowość wykrytą w strukturze wielkości przewozów towarowych transportem kolejowym w Polsce.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Box G. E. P., Jenkins G. M., *Analiza szeregów czasowych*, PWN 1983;
- [2] Cieślak M. (2001), *Prognozowanie gospodarcze metody i zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001;
- [3] Dittmann P., Szabela- Pasierbińska E., Dittmann I., Szpulak A., (2009) *Prognozowanie w Zarządzaniu przedsiębiorstwem*. Oficyna a Wolters Kluwer business, Kraków.
- [4] Goryl A., Jędrzejczyk Z., Kukuła K., Posiewalski J., Walkosz A., „Wprowadzenie do ekonometrii w przykładach i zadaniach”, PWN, Warszawa 2000
- [5] Nowak E. (1998), *Prognozowanie gospodarcze, metody, modele, zastosowania, przykłady*, Wydawnictwo Placet, Warszawa