

Wojciech Kuźmiński*

Jarosław Siergiej**

Uniwersytet Szczeciński

WYKORZYSTANIE KLASYCZNYCH MODELI SZEREGU CZASOWEGO Z WAHANIAMI SEZONOWYMI W PROGNOZOWANIU WYBRANYCH ZMIENNYCH CHARAKTERYZUJĄCYCH DZIAŁALNOŚĆ PORTU MORSKIEGO

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki prognozowania dla zmiennych charakteryzujących działalność portową (przeładunki) w ujęciu sezonowym. Ustawa o portach i przystaniach morskich nakłada na podmioty zarządzające morskimi portami o podstawowym znaczeniu dla gospodarki morskiej obowiązek prognozowania, programowania i planowania rozwoju portu. W przypadku wielkości przeładunków w portach najczęściej stosowane są tak zwane metody naiwne. W artykule podjęto próbę wykorzystania ekonometrycznych modeli szeregów czasowych z wahaniami sezonowymi do prognozowania zjawisk portowych. Otrzymane wyniki prognoz (oceniane miernikiem dokładności prognoz *ex post*) należy uznać za satysfakcjonujące.

Słowa kluczowe: prognozowanie, analiza dokładności prognoz *ex post*, porty o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej.

* Adres e-mail: pyrzyce@gmail.com.

** Adres e-mail: js@xps.pl.

Wprowadzenie

*Prognozowanie jest trudne,
zwłaszcza wtedy gdy dotyczy przyszłości*

Niels Bohr

Pomimo panującego powszechnie przekonania, że zapotrzebowanie na naukowe przewidywanie przyszłych zdarzeń i tendencji w ich kształtowaniu się jest bardzo duże, szczególnie w biznesie, to stosunkowo mało instytucji i firm w praktyce korzysta z prognoz. Jest to spowodowane częściowo dość skomplikowanym warsztatem metodologicznym oraz koniecznością spełnienia rygorystycznych założeń i postulatów teorii predykcji. Jednak liczni badacze świadomie rezygnują z modelowania ekonometrycznego i korzystają z tak zwanych metod naiwnych, biorąc pod uwagę sugerowany nierzadko również w literaturze wniosek, że brakuje naukowych dowodów na wzrost dokładności uzyskiwanych wyników wraz ze wzrostem stopnia skomplikowania wykorzystywanych narzędzi prognostycznych. W niektórych przypadkach konieczność prognozowania jest z góry narzucana. Ustawa o portach i przystaniach morskich nakłada obowiązek planowania i prognozowania najważniejszych zjawisk portowych, co wynika z zakresu kompetencji podmiotów zarządzających portami, który obejmuje (jako jedno z 6 zadań) prognozowanie, programowanie i planowanie rozwoju portu. Porty morskie różnie się z tego obowiązku wywiązują, przykładowo planowanie przeładunków w zespole portów Szczecin i Świnoujście odbywa się zazwyczaj za pomocą prostej metody analizy przyrostów, a rzadziej – metod eksperckich.

1. Dynamika przeładunków w polskich portach morskich

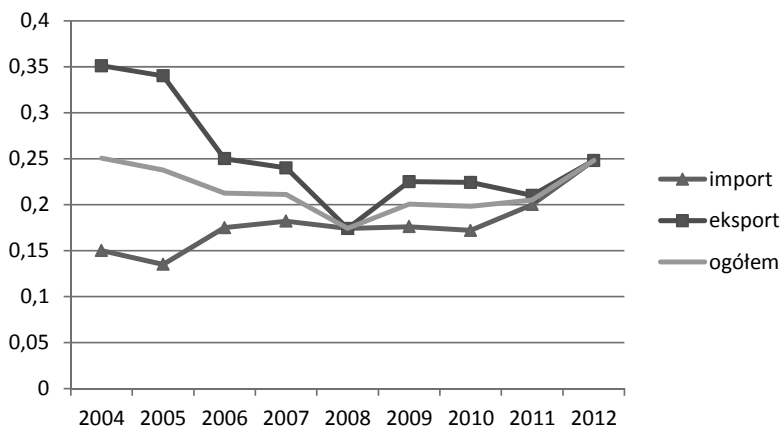
Pomiędzy państwami regionu basenu Morza Bałtyckiego występują silne więzi gospodarcze, czego przejawem jest dobrze rozwinięta wymiana handlowa, w znacznym stopniu wykonywana drogą morską. Szacuje się, że obroty handlu morskiego na Bałtyku wynoszą rocznie blisko 500 mln t, z czego ponad 250 mln t przypada na obroty między krajami Europy „bałtyckiej”.

Polska ma cztery porty zaliczane do grupy o podstawowym znaczeniu dla gospodarki i zarządzane są przez trzy zarządy portów:

- Zarząd Morskiego Portu Gdańsk SA,
- Zarząd Morskiego Portu Gdynia SA,
- Zarząd Morskich Portów Szczecina i Świnoujścia SA.

Położenie geograficzne jest zasadniczym czynnikiem określającym kierunki oraz możliwości rozwoju każdego portu. Jednak cztery główne polskie porty morskie, w krajowej nomenklaturze „o znaczeniu podstawowym dla gospodarki”, zarówno w skali światowej jak i europejskiej mają regionalny charakter, co wynika z peryferyjności Morza Bałtyckiego w ogóle. Niewątpliwą zaletą położenia polskich portów morskich jest usytuowanie na jednych z najkrótszych szlaków transportowych łączących Skandynawię ze środkową i południową Europą. Ponadto znajdują się także na najkrótszej drodze morskiej łączącej przez Bałtyk Finlandię, Rosję oraz Litwę, Łotwę i Estonię z Niemcami i Europą Zachodnią.

Rysunek 1. Udział portów w obsłudze polskiego handlu zagranicznego w latach 2004–2012



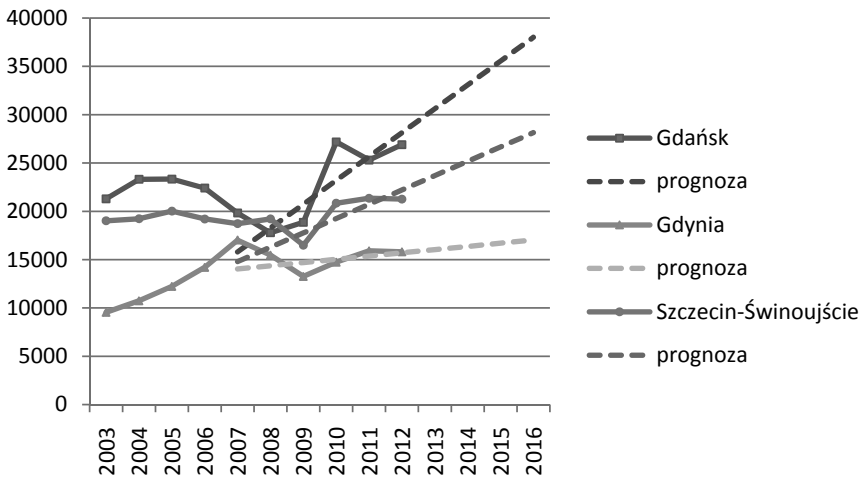
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

Jeżeli chodzi o udział portów morskich w obsłudze polskiego handlu zagranicznego w ostatnim okresie, to zauważalny jest znaczny spadek udziału eksportu drogą morską do 2008 roku oraz systematyczny wzrost udziału importu. W roku 2008 oba wskaźniki kształtowały się na poziomie ok. 18%. W roku 2012 znalazły się

na znacznie wyższym poziomie – blisko 25%. Szacuje się że udział portów w handlu zagranicznym nadal będzie wzrastał, głównie z powodów ekonomicznych (najtańszy znany sposób przemieszczania ładunków na masową skalę).

Na rysunku 2 zaprezentowano dodatkowo wielkości przeładunków w poszczególnych portach w latach 2003–2012. Z analizy graficznej wynika, że pod względem działalności operacyjnej przoduje port w Gdańsku, następnie zespół dwóch portów Szczecin i Świnoujście, najmniej przeładunków odbywa się w porcie w Gdyni. Jednak z przebiegu dotychczasowych tendencji (w szczególności w monotonicznych podokresach) oraz z analizy obecnych możliwości przeładunkowych (infrastruktura portowa) wynika, że należy się spodziewać dalszego, systematycznego wzrostu przeładunków. Powinny temu sprzyjać również duże inwestycje obecnie realizowane w portach (m.in. rozbudowa portu w Gdańsku i budowa terminala LNG w Świnoujściu).

Rysunek 2. Przeładunki w portach morskich Polski w latach 2003–2012 (tys. t) wraz z prognozą



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS.

2. Wyniki badań

W artykule przeprowadzono analizę dokładności prognoz *ex post* z wykorzystaniem ekonometrycznych modeli szeregów czasowych z wahaniami sezonowymi jako alternatywę dla metod „tradycyjnych” i stosowanych przez zarządy morskich portów o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej (prognozy naiwne i eksperckie).

Do najczęściej spotykanych modeli szeregu czasowego z wahaniami sezonowymi należą następujące:

a) model z funkcją trendu i z periodyczną (stałą) sezonowością:

$$Y_t = f(t) + \sum_{k=1}^m d_{0k} Q_{kt} + u_t \quad (1)$$

pod warunkiem: $\sum_{k=1}^m d_{0k} = 0$,

gdzie:

m – liczba sezonów,

Q_{kt} – zmienna zero-jedynkowa przyjmująca wartość 1 w k -tym okresie i 0 w pozostałych okresach;

b) model z funkcją trendu i zmienną sezonowością:

$$Y_t = f(t) + \sum_{k=1}^m d_{0k} Q_{kt} + \sum_{k=1}^m d_{1k} t Q_{kt} + u_t \quad (2)$$

pod warunkiem: $\sum_{k=1}^m d_{0k} = \sum_{k=1}^m d_{1k} = 0$.

Na działalność portów wpływa sezonowość przeładunków portowych. Udział niektórych rodzajów przeładunków jest ściśle powiązany z porami roku (np. zboża, ruch pasażerski). Skorelowanie przeładunków z przychodami podmiotów zarządzających portami wymusza konieczność trafnego prognozowania tych zjawisk również w ujęciu sezonowym. Poniżej, wykorzystując szeregi czasowe, podjęto próbę prognozowania za pomocą narzędzi analiz ekonometrycznych.

Badanie przeprowadzono na podstawie danych charakteryzujących przeładunki oraz przewozy w terminalu promowym Świnoujście, czyli w portowej spółce zajmującej się obsługą ruchu pasażerskiego i towarowego promami.

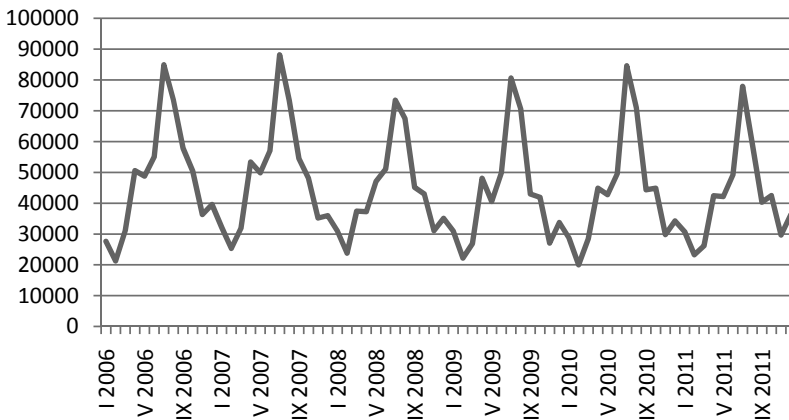
Badanie polegało na budowie ekonometrycznych prognoz przewozów bądź przeładunków na 2012 rok, na podstawie modeli trendu z wahaniami sezonowymi.

Do szacowania parametrów wykorzystano miesięczne szeregi czasowe za okres styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku. Wyniki prognozowania porównano z faktyczną realizacją przeładunków w tym roku (analiza dokładności prognoz *ex post*).

Do analiz wykorzystano wybrane szeregi czasowe, dotyczące liczby przewozów pasażerów, samochodów osobowych, autokarów, samochodów ciężarowych. Na rysunkach 3–6 przedstawiono kształtowanie się badanych zmiennych.

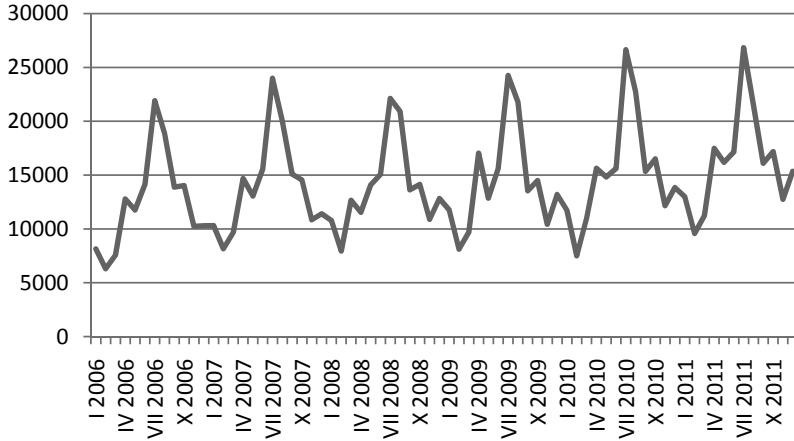
W zależności od charakteru sezonowości i kształtowania się tendencji rozwojowych oraz po analizie *ex post* dopasowania modeli do prognozowania wykorzystano modele szeregów czasowych z trendem liniowym bądź wielomianowym stopnia drugiego oraz trzeciego i stałą bądź zmienną sezonowością. Dla zmiennej przewozy autokarów nie udało się dopasować postaci analitycznej gwarantującej dostateczny opis i otrzymanie satysfakcjonujących prognoz.

Rysunek 3. Liczba osób korzystających z bazy promowej w Świnoujściu w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (osoby)



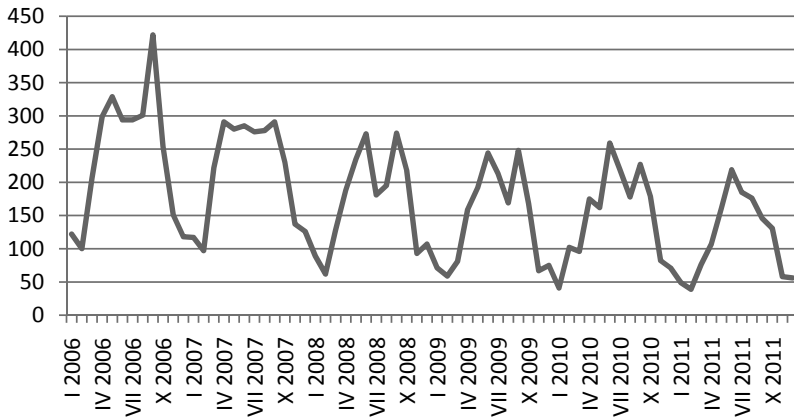
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMP SiŚ.

Rysunek 4. Liczba przewiezionych samochodów osobowych w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (szt.)



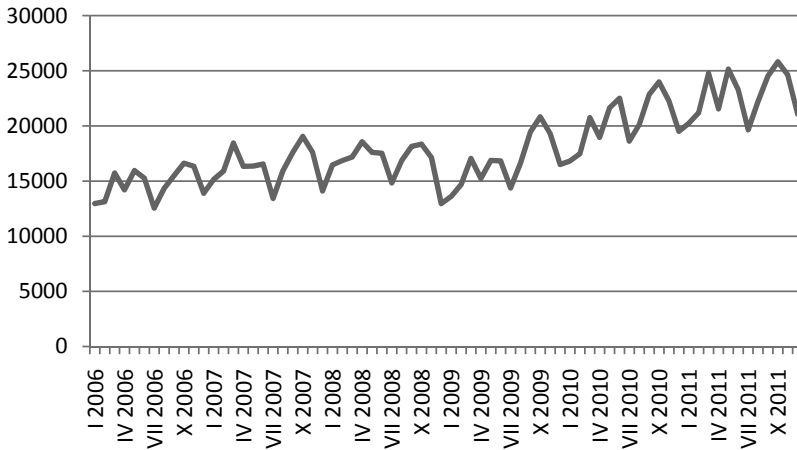
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

Rysunek 5. Liczba przewiezionych autobusów w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (szt.)



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

Rysunek 6. Liczba przewiezionych samochodów ciężarowych w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (szt.)



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ

Tabela 1. Wyniki modelowania liczby osób korzystających z bazy promowej w Świnoujściu w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (osoby) – $R^2 = 0,953$

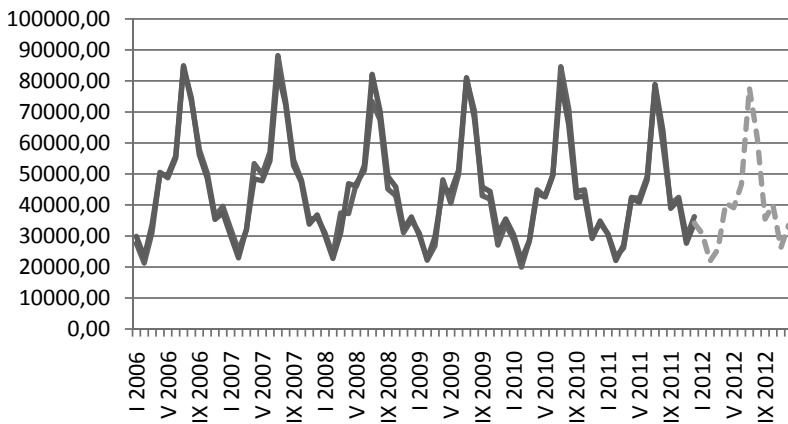
Parametry funkcji	Ocena parametrów		
	b	błąd standardowy	$t(48)$
1	2	3	4
wyraz wolny	49063,6	802,687	61,1242
t	-114,6	19,111	-5,9984
q_1	-19233,8	2384,949	-8,0646
q_2	-25847,9	2432,708	-10,6251
q_3	-15151,2	2481,020	-6,1069
q_4	1500,2	2529,853	0,5930
q_5	1211,8	2579,178	0,4698
q_6	7452,7	2628,966	2,8348
q_7	35925,7	2679,193	13,4092
q_8	26903,2	2729,833	9,8553
q_9	9632,3	2780,864	3,4638
q_{10}	855,2	2832,266	0,3019
q_{11}	-12320,7	2884,017	-4,2721
tq_1	127,0	63,383	2,0032

1	2	3	4
<i>tq2</i>	96,4	63,383	1,5214
<i>tq3</i>	5,8	63,383	0,0913
<i>tq4</i>	-16,6	63,383	-0,2624
<i>tq5</i>	-30,4	63,383	-0,4801
<i>tq6</i>	-11,7	63,383	-0,1844
<i>tq7</i>	23,2	63,383	0,3658
<i>tq8</i>	-63,1	63,383	-0,9959
<i>tq9</i>	-171,8	63,383	-2,7098
<i>tq10</i>	-5,4	63,383	-0,0851
<i>tq11</i>	-12,7	63,383	-0,2004

Boldem oznaczono parametry istotne.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPsiŚ.

Rysunek 7. Wartości rzeczywiste i teoretyczne: liczba osób korzystająca z bazy promowej w Świnoujściu w styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (osoby) wraz z prognozą na 2012 rok



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPsiŚ.

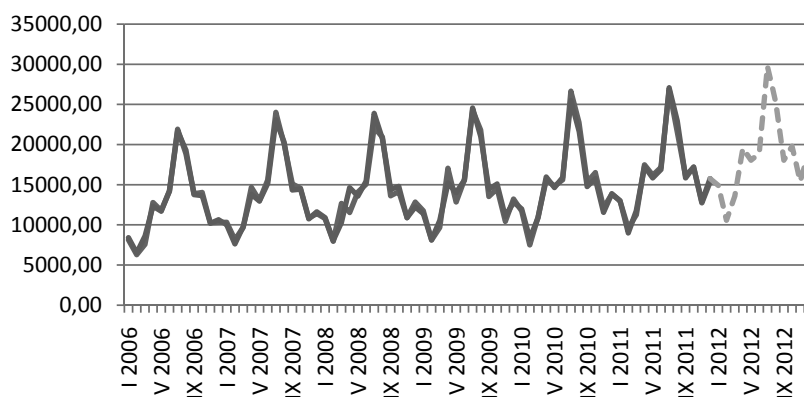
Tabela 2. Wyniki modelowania liczby przewiezionych samochodów osobowych w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (szt.) – $R^2 = 0,970$

Parametry funkcji	Ocena parametrów		
	<i>b</i>	błąd standardowy	<i>t</i> (57)
wyraz wolny	11638,04	482,5596	24,1173
<i>t</i>	174,52	56,9312	3,0655
<i>t</i> ²	-4,20	1,8056	-2,3265
<i>t</i> ³	0,04	0,0163	2,4141
<i>q</i> ₁	-3006,11	372,4367	-8,0715
<i>q</i> ₂	-6100,00	370,9458	-16,4444
<i>q</i> ₃	-3807,02	369,8193	-10,2943
<i>q</i> ₄	678,57	369,0128	1,8389
<i>q</i> ₅	-464,45	368,4932	-1,2604
<i>q</i> ₆	1192,01	368,2388	3,2371
<i>q</i> ₇	9892,71	368,2388	26,8649
<i>q</i> ₈	6503,77	368,4932	17,6496
<i>q</i> ₉	41,76	369,0128	0,1132
<i>q</i> ₁₀	523,46	369,8193	1,4154
<i>q</i> ₁₁	-3490,21	370,9458	-9,4089

Boldem oznaczono parametry istotne.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

Rysunek 8. Wartości rzeczywiste i teoretyczne: liczba przewiezionych samochodów osobowych w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (osoby) wraz z prognozą na 2012 rok



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

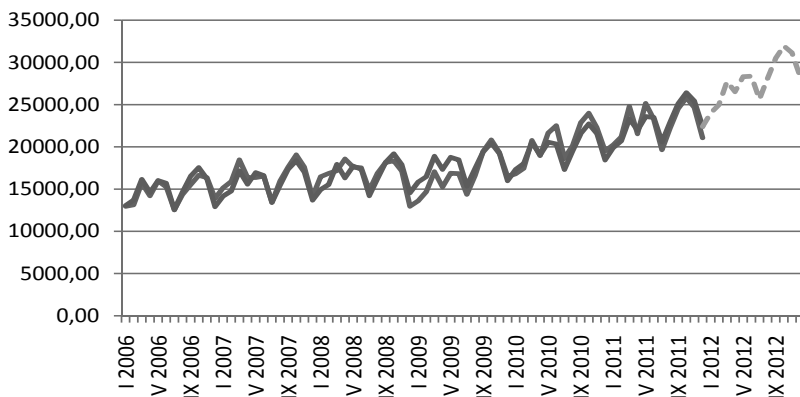
Tabela 3. Wyniki modelowania liczby przewiezionych samochodów ciężarowych w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (szt.) – $R^2 = 0,890$

Parametry funkcji	Ocena parametrów		
	b	błąd standardowy	$t(57)$
wyraz wolny	14285,88	572,0553	24,97291
t	125,50	67,4896	1,85957
t_2	-2,96	2,1404	-1,38096
t_3	0,05	0,0193	2,35161
q_1	-1350,29	441,5090	-3,05834
q_2	-811,51	439,7415	-1,84544
q_3	1507,45	438,4061	3,43849
q_4	-145,98	437,4500	-0,33372
q_5	1166,40	436,8341	2,67012
q_6	748,83	436,5325	1,71540
q_7	-2481,46	436,5325	-5,68449
q_8	-524,09	436,8341	-1,19973
q_9	1317,02	437,4500	3,01068
q_{10}	2246,59	438,4061	5,12445
q_{11}	855,35	439,7415	1,94512

Boldem oznaczono parametry istotne.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

Rysunek 9. Wartości rzeczywiste i teoretyczne: liczba przewiezionych samochodów ciężarowych w okresie styczeń 2006 roku–grudzień 2011 roku (sztuki) wraz z prognozą na 2012 rok



Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

W tabeli 4 przedstawiono wyniki weryfikacji dokładności prognoz *ex post* (względne miesięczne błędy prognozy i uśrednione względne błędy prognoz).

Tabela 4. Analiza dokładności *ex post* prognoz dla wybranych zmiennych *ex ante*

Miesiąc	Liczba pasażerów – realizacja	Liczba pasażerów – prognoza	Względny błąd prognozy <i>ex-ante</i> (%)	Liczba samochodów osobowych – realizacja	Liczba samochodów osobowych – prognoza	Względny błąd prognozy <i>ex-ante</i> (%)	Liczba samochodów ciężarowych – realizacja	Liczba samochodów ciężarowych – prognoza	Względny błąd prognozy <i>ex-ante</i> (%)
Styczeń	31 654	30 731	3,01	13 898	14904,6	6,75	21 554	23999,5	10,19
Luty	24 069	21 869	10,06	10 211	10565,5	3,35	22 906	24964,7	8,25
Marzec	31 304	25 749	21,57	13 438	13556,8	0,88	25 549	27724,4	7,85
Kwiecień	45 617	40 588	12,39	18 696	19527,5	4,26	22 946	26526,2	13,50
Maj	41 296	39 105	5,60	15 529	18056,8	14,00	25 262	28308,6	10,76
Czerwiec	48 759	46 663	4,49	18 350	18900,1	2,91	24 523	28376,1	13,58
Lipiec	72 991	77 765	6,14	26 444	29729,4	11,05	19 973	25646,2	22,12
Sierpień	58 465	61 746	5,31	21 895	25311,5	13,50	23 403	28119,6	16,77
Wrzesień	44 089	35 498	24,20	17 151	18046,7	4,96	25 618	30492,5	15,99
Październik	38 938	40 076	2,84	16 944	19784,2	14,36	26 761	31970,1	16,29
Listopad	30 356	26 174	15,98	13 397	15407,1	13,05	25 331	31143,3	18,66
Grudzień	34 821	33 492	3,97	14 894	18860,9	21,03	19 606	28340,7	30,82
Razem	502 359	479 457	9,63	200 847	222 651,1	9,17	283 432	335 611,9	15,40

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych ZMPSiŚ.

Podsumowanie

Na podstawie analizy otrzymanych wyników można stwierdzić dużą zależność dokładności prognoz od dopasowania poszczególnych modeli. Najdokładniejsze okazały się wyniki prognozy zmiennych przewozy pasażerów i przewozy samochodów osobowych z przeciętnymi względnymi błędami odpowiednio 9,63% i 9,17% (przy $R^2 = 0,953$ i $0,970$), a stosunkowo gorsze dla samochodów ciężarowych – 15,4% ($R^2 = 0,890$). Otrzymane wyniki prognozowania należy uznać za satysfakcjonujące i możliwe do wykorzystania w praktyce działalności portowej.

Literatura

- Cieślak M. (red.) (1997), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, PWN, Warszawa.
- Czerwiński Z. (2002), *Cyganki, prorocy, uczeni, czyli o prognozowaniu zjawisk ekonomicznych*, w: *Moje zmagania z ekonomią*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań.
- Gajda J.B. (2001), *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- Hozer J. (1993), *Mikroekonometria. Analizy. Diagnozy. Prognozy*, PWE, Warszawa.
- Kulawczuk T. (1987), *Metody prognozowania ekonometrycznego*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Kuźmiński W. (1999), *Analiza dokładności wybranych metod interpolacji danych w szeregach czasowych*, w: *Metody ilościowe w ekonomii*, Zeszyt Naukowy Uniwersytetu Szczecińskiego nr 269, Prace Katedry Ekonometrii i Statystyki nr 7, Rynek kapitałowy. Rynek nieruchomości, WN US, Szczecin.
- Zawadzki J. (red.) (1999), *Ekonometryczne metody predykcji dla danych sezonowych w warunkach braku pełnej informacji*, Uniwersytet Szczeciński, Rozprawy i Studia t. 342, Szczecin.
- Zeliaś A. (1997), *Teoria prognozy*, PWE, Warszawa.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S. (2003), *Prognozowanie ekonomiczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

THE USE OF CLASSIC SEASONALLY ADJUSTED TIME SERIES IN FORECASTING OF SELECTED VARIABLES CHARACTERISING SEA PORT ACTIVITY

Abstract

The article presents the results of forecasting for the variables characterizing the port activity (transshipments) from a seasonal perspective. The Act on Sea Ports and Marinas imposes an obligation on the entities managing sea ports of the basic significance for the marine economy to forecast, programme and plan port development. As regards the volume of transshipments in ports, the so called naive methods are used most frequently. The article attempts at using the econometric models of time series with seasonal fluctuations to forecast

port phenomena. The obtained forecast results (assessed with the *ex post* forecast accuracy measure) must be considered satisfactory.

Translated by Jarosław Siergiej

Key words: forecasting, *ex post* forecast accuracy analysis, ports of basic significance for the national economy.

Kod JEL: C53, C12, C13.