

Koniunktura w gospodarce światowej a rynki żeglugowe i portowe

**Praca zbiorowa pod redakcją
Henryka Salmonowicza**

Klasyczne i nieklasyczne metody ekonometryczne w prognozowaniu obrotów ładunkowych w portach morskich

1 Wstęp

We współczesnym świecie coraz większe znaczenie w procesie podejmowania decyzji gospodarczych nabiera wiedza o przyszłości. Wśród szeregu metod przewidywania kształtowania się zjawisk społeczno-ekonomicznych, zasadnicze miejsce zajmują metody statystyczno-matematyczne. W związku z coraz częściej obserwowanym dążeniem do wykorzystywania na tym polu zaawansowanych, najczęściej niezrozumiałych dla przeciętnych naukowców metod, autorzy niniejszego rozdziału postanowili przybliżyć i przypomnieć proste metody wykorzystywane przy prognozowaniu. Metody, które mimo swojej prostoty, nierzadko dają porównywalne wyniki z rozbudowanymi modelami ekonometrycznymi. Przedstawione w artykule obliczenia zostały sporządzone w oparciu o opublikowane przez Główny Urząd Statystyczny dane, dotyczące wielkości załadunków i wyładunków towarów (łącznie z tranzytem) w polskich morskich portach w latach 1999-2007. Wartości te prezentuje tabela 1.

Tabela 1.

Wielkość przeładunków w morskich portach w Polsce w latach 1999-2007 (w tys. ton)

Rok	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
załadunek łącznie z tranzytem	33 360,8	31 524,7	31 526,2	33 168,3	35 772,8	38 862,1	41 150,2	37 708,2	30 681,40
wyładunek łącznie z tranzytem	15 865,7	15 809,7	14 683,6	14 942,9	15 171,4	17 148,5	17 338,4	21 429,2	27 954,80

2 Klasyczne metody w prognozowaniu

Do najczęściej stosowanych klasycznych, typowych metod prognozowania rozwoju zjawiska w czasie, należy wykorzystanie średniego przyrostu absolutnego, średniego tempa zmian oraz funkcje tendencji rozwojowej. Metody wykorzystujące średni przyrost absolutny oraz średnie tempo zmian należą do metod intuicyjnych i nie wymagają większego warsztatu narzędziowego.

W przypadku średniego przyrostu absolutnego, przyjmuje się założenie, że badane zjawisko w przyszłości będzie podlegało takim samym zmianom absolutnym, jak w przeszłości. Przy takim założeniu, do sporządzenia prognozy wystarczy tylko wyznaczyć średni poziom absolutnych zmian zmiennej prognozowanej w przeszłości, i ostatni znany poziom zmiennej powiększyć tyle razy, ile okresów naprzód prognozujemy. Średni przyrost absolutny wyznaczany jest przy tym, jako różnica między wartością zjawiska w ostatnim znanym okresie (Y_n) i pierwszym okresie (Y_1), która jest podzielona przez liczbę okresów pomniejszych o jeden.

$$\overline{\Delta Y}_{\%1} = \frac{Y_n - Y_1}{n - 1} \quad (1)$$

Wykorzystując dane o załadunkach i wyładunkach towarów łącznie z tranzytem w polskich portach morskich w latach 1999–2007, można na tej podstawie stwierdzić, że wielkość załadunków spadała średnio o 334,93 tys. t. z roku na rok, a wielkość załadunków wzrastała przeciętnie 1511,14 tys. ton rocznie. Przyjmując, że w kolejnych dwóch latach przyrosty te będą utrzymane, można dokonać prognozy na rok 2009 w oparciu o wzór:

$$Y_T = Y_n + \overline{\Delta Y}_{\%1} \cdot (T - n) \quad (2)$$

Na tej podstawie można twierdzić, że w roku 2009 łączna wielkość towarów załadowanych w morskich portach w Polsce ukształtuje się na poziomie 30011,6 tys. ton, natomiast wyładunek wyniesie 30 977,1 tys. ton.

Alternatywnym podejściem do średniego przyrostu absolutnego jest prognozowanie przy założeniu stałości średniego tempa zmian. W tym przypadku prognozując dane zjawisko przyjmuje się, że zmiany w przyszłości będą opierały się nie na poziomie absolutnych średnich przyrostów, ale na poziomie średnich procentowych zmian w przeszłości. Średnią tą wyznaczamy, albo jako średnią geometryczną z indeksów łańcuchowych opisujących względne zmiany zjawiska w analizowanym okresie, albo jako pierwiastek „n-1” stopnia z ilorazu wielkości zjawiska z ostatniej i pierwszej wartości zmiennej w tym okresie:

$$\overline{L}_{\%1} = \sqrt[n-1]{\frac{Y_n}{Y_1}} \quad (3)$$

Na podstawie powyższego wyrażenia można stwierdzić, że w latach 1999–2007 załadunki w morskich portach w Polsce, liczone łącznie z tranzytem malały średnio o 1,04% z roku na rok, zaś wyładunki wzrastały w tempie średnio o 7,34% rocznie. Przy takim podejściu, prognoza zjawiska dla roku 2009 dokonywana w oparciu o wzór:

$$Y_T = Y_n \cdot (\overline{L}_{\%1})^{(T-n)} \quad (4)$$

wyniesie, w przypadku załadunków - 30 045,9 tys. ton, natomiast w odniesieniu do wyładunków - 32207,4 tys. ton.

Przedstawione powyżej dwa podejścia do prognoz są podejściami stosunkowo prostymi, nie wymagającymi skomplikowanej wiedzy oraz oprzyrządowania narzędziowego. Jednak są to podejścia charakteryzujące się w praktyce małą efektywnością. Wynika to przede wszystkim z faktu uwzględnienia przy opisie mechanizmu rozwoju zjawiska w czasie, tylko dwóch wartości tego zjawiska; w pierwszym i ostatnim okresie. Brak uwzględnienia pozostałych okresów może spowodować dużą niedokładność w opisie faktycznego mechanizmu rozwoju badanych zjawisk w przeszłości, co z kolei może powodować duże niedokładności w sporządzonych prognozach. Można taką sytuację zauważyć zarówno w wyładunkach, jak i załadunkach w polskich portach morskich w analizowanym okresie. W przypadku wyładunków lata 1999-2007 można podzielić na dwa okresy: lata 1999-2003, w których można przyjąć, że wyładunki utrzymywały się zasadniczo na stałym poziomie, oraz lata 2005-2007, w których nastąpił gwałtowny przyrost zjawiska. W przypadku załadunków można mówić nawet o trzech okresach: 1999-2001, w którym następował spadek zjawiska, 2002-2005 o wzrostowej tendencji załadunków oraz 2005-2007 o kolejnej fazie spadkowej. W przypadku średniego przyrostu absolutnego oraz średniego tempa zmian mówiliśmy o stałej tendencji omawianych zjawisk: spadkowej w przypadku załadunków i wzrostowej, w przypadku wyładunków.

Metodą pozwalającą lepiej opisać rzeczywisty mechanizm kształtowania się zjawiska w przeszłości, a następnie wykorzystać ten mechanizm do zaprognozowania wielkości zjawiska w przyszłości są różnego rodzaju funkcje tendencji rozwojowej, zwane funkcjami trendu. Do najczęściej stosowanych funkcji w tym zakresie należą: funkcja liniowa, funkcje wielomianowe (w praktyce drugiego i trzeciego stopnia), wykładnicze, potęgowe i logarytmiczne. Ponieważ funkcje trendu opisują rozwój badanego zjawiska w czasie, czyli są funkcjami czasu ($Y=f(t)$), wykorzystanie takich funkcji w prognozach sprowadza się praktycznie do wyznaczenia wartości takiej funkcji dla określonego czasu (t).

Oszacowane postacie powyższych funkcji, stopień dopasowania tych funkcji do danych z lat 1999-2007 oraz uzyskane na ich podstawie prognozy na rok 2009 dla polskich portów morskich prezentuje tabela 2 (dla wielkości załadunków towarów łącznie z tranzytem) oraz tabela 3 (dla wielkości wyładunków towarów łącznie z tranzytem).

Tabela 2.

Wybrane modele opisujące wielkość załadunku towarów łącznie z tranzytem w polskich portach morskich w latach 1999-2007 wraz ze sporządzoną prognozą na 2009 rok

model	postać funkcji	R^2	prognoza
liniowy	$y = 546,25t + 32130$	0,1637	34948,75
potęgowy	$y = 311784t^{0,0615}$	0,1804	36834,45
wykładniczy	$y = 32202e^{0,00149t}$	0,1532	37937,06
wielomian 2 stopnia	$y = -263,61t^2 + 3182,3t + 27298$	0,3595	30407,70
wielomian 3 stopnia	$y = -216,46t^3 + 2983,3t^2 - 10498t + 41584$	0,9704	-1022,96
logarytmiczny	$y = 2242,5\ln(t) + 31672$	0,1903	37049,28

Tabela 3.

Wybrane modele opisujące wielkość wyładunku towarów łącznie z tranzytem w polskich portach morskich w latach 1999-2007 wraz ze sporządzoną prognozą na 2009 rok

model	postać funkcji	R^2	prognoza
liniowy	$y = 1212,2t + 11755$	0,5900	25089,20
potęgowy	$y = 13551t^{0,1771}$	0,3638	20720,59
wykładniczy	$y = 12863e^{0,0608t}$	0,6216	25107,21
wielomian 2 stopnia	$y = 4413,95t^2 - 2927,3t + 19344$	0,9433	37231,65
wielomian 3 stopnia	$y = 63,593t^3 - 539,94t^2 + 1091,7t + 15147$	0,9819	46465,24
logarytmiczny	$y - 3526,2\ln(t) + 12800$	0,3444	21255,46

Źródło: obliczenia i opracowanie własne.

Pomimo, że modele tendencji rozwojowej spośród trzech opisanych klasycznych podejść, zdecydowanie najlepiej opisują mechanizm rozwoju zjawiska w przeszłości, to na podstawie analizy wyników znajdujących się w tabeli 2 można wskazać ich niedoskonałość przy prognozowaniu. Najlepszym modelem opisującym wielkość załadunków w polskich portach morskich w latach 1999-2007 jest model wielomianu stopnia trzeciego. Pomimo jednak tego, że model ten jest w stanie opisać ponad 97% zmian wielkości przeładunków w tym okresie¹, to sporządzona prognoza na 2009 rok jest niedopuszczalna. Z taką sytuacją mamy do czynienia przede wszystkim wówczas, kiedy otrzymany model zbyt mocno opisuje mechanizmy mające miejsce w przeszłości, tracąc przy tym własności aproksymacyjne (otrzymujemy tzw. model przeuczony).

3 Nielasyczne metody w prognozowaniu

Pewnym rozwiązaniem problemów związanych ze stosowaniem powyżej omówionych narzędzi prognostycznych może być zastosowanie metod, które są w stanie dostosowywać się do zmian w mechanizmach rozwoju zjawiska w czasie, czyli tzw. metod adaptacyjnych.

Wśród takich nielasykicznych metod prognostycznych, największą prostotą charakteryzują się prognozy otrzymane z modeli naiwnych. W podejściu tym zakłada się, że zjawisko będzie w przyszłości podlegało takim samym mechanizmom, jak w ostatnim znanym okresie. Można przy tym stosować jedno z trzech podejść:

- naiwna prognoza: poziom bez zmian,
- naiwna prognoza: przyrost bez zmian,
- naiwna prognoza: procentowy przyrost bez zmian.

1 Podejście do klasycznych modeli trendów, sposoby weryfikacji takich modeli oraz informacje otrzymane na ich podstawie przedstawiono w artykule R. KLÓSKA, R. CZYŻYCKI: *Klasyczne modele trendu w prognozowaniu liczby odprawionych pasażerów w porcie lotniczym Szczecin-Goleniów*.

W pierwszym przypadku zakłada się, że przyszłe wartości prognozowanego zjawiska nie będą znacznie różniły się od ostatniej wartości. Przy tym podejściu można zatem przyjąć, że prognozowana wielkość załadunku oraz wyładunku towarów w portach w 2009 roku będzie na poziomie z roku 2007, czyli 30681,4 tys. ton w przypadku załadunku, i 27954,8 tys. ton w przypadku wyładunku.

Prognozy naiwne: przyrost bez zmian, otrzymuje się zakładając, że wartość prognozy będzie równa ostatniej znanej wartości zmiennej prognozowanej, powiększonej o ostatni przyrost tyle razy, ile okresów „do przodu” prognozujemy. Ponieważ ostatni przyrost załadunku towarów w morskich portach wyniósł „-7026,8” tys. ton a wyładunku towaru - „+6525,6” tys. ton, prognozy otrzymane przy powyższym założeniu na rok 2009 ukształtują się na poziomie: 16 627,8 tys. ton w przypadku załadunku, i 41006 tys. ton w odniesieniu do wyładunku.

W przypadku sporządzania prognoz naiwnych: procentowy przyrost bez zmian zakłada się, że w każdym kolejnym okresie wartość prognozowanego zjawiska będzie zmieniała się o stały procent. Wielkość tych zmian wyznacza ostatnia procentowa zmiana badanego zjawiska. W przypadku wielkości wyładunków w polskich portach morskich w ostatnim analizowanym okresie, tj. w roku 2007 nastąpił spadek wielkości zjawiska o 18,63%. Zakładając, że w dwóch kolejnych latach, ten spadek zostanie utrzymany, to przewidywana wielkość wyładunku towarów w roku 2009 wyniesie 20312,1 tys. ton. Analogiczne obliczenia dla wielkości załadunków wskazują, że oczekiwany ich poziom w roku 2009 wyniesie 47572,6 tys. ton

Powyższe trzy warianty prognoz naiwnych są bardzo łatwe i szybkie, a do ich otrzymania wymagana jest znajomość zaledwie dwóch ostatnich realizacji zmiennej prognozowanej. Z tego też względu prognozy otrzymane na ich podstawie są bardzo podatne na wszelkiego typu zaburzenia. Sposobem oczyszczenia szeregu czasowego z zakłóceń mogących wpłynąć na jakość otrzymanych prognoz jest stosowanie modeli filtracji w prognozowaniu. Takim modelem jest m.in. model średnich ruchomych skończonych. W przypadku modeli średnich ruchomych skończonych możemy wykorzystać modele uśredniające poziom prognozowanego zjawiska lub też modele uśredniające przyrost takiego zjawiska. W pierwszym przypadku, prognozowaną wartość zjawiska otrzymujemy jako średnią arytmetyczną z „k” poprzedzających tę wartość okresów, co możemy wyrazić wzorem:

$$\hat{Y}_t = \frac{\sum_{i=1}^k Y_{t-i}}{k} \quad (5)$$

Odpowiedni efekt filtracji przypadkowych zakłóceń można uzyskać właściwie dobierając stałą wyładzania „k”; im większa jej wartość, tym słabszy wpływ efektów przypadkowych².

2 Por. J. GAJDA: *Prognozowanie i Symulacja a decyzje gospodarcze*. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2001, s. 181.

W przypadku prognozowania na więcej niż jeden okres naprzód, należy wyznaczać tzw. prognozę dynamiczną, czyli wykorzystywać do prognoz, prognozy sporządzone dla odpowiednich okresów wcześniejszych³:

$$\hat{Y}_t = \frac{\sum_{i=1}^{\tau} \hat{y}_{t-i} + \sum_{i=\tau+1}^k y_{t-i}}{k} \quad (6)$$

Na podstawie powyższych wzorów, wykorzystując 3-okresową średnią ruchomą, dla roku 2009 otrzymano następujące prognozy przeładunków w polskich portach morskich: 34967,6 tys. ton dla załadunku oraz 23 874,9 tys. ton dla wyładunku.

Prognozowanie na podstawie średniej ruchomej uśredniającej poziomu zakłada, że w prognozowanym szeregu nie występuje trend czasowy. Jeżeli natomiast prognozowane zjawisko podlega wyraźnej tendencji rozwojowej, to lepszą metodą, uwzględniającą występujący trend, jest prognozowanie na podstawie średniej ruchomej uśredniającej przyrost zjawiska, mający miejsce w „k” ostatnich okresach. Prognozując na τ okresów naprzód, do ostatniej znanej wartości dodaje się otrzymany uśredniony przyrost τ -krotnie:

$$\hat{y}_{t+\tau} = y_t + \frac{y_t - y_{t-k}}{k} \quad (7)$$

Na podstawie 3-okresowej średniej ruchomej uśredniającej przyrost, Przewidywana wielkość wyładunku w portach w 2009 roku kształtuje się na poziomie 35159 tys. ton, natomiast załadunku wynosi 25 227,6 tys. ton.

4 Podsumowanie

Przedstawione w niniejszym artykule metody prognozowania należą do jednych z najprostszych sposobów predykcji zjawisk ekonomicznych. Metody te nie są czaso- ani pracochłonne, nie wymagają zaawansowanej, specjalistycznej wiedzy, a przy tym często dają efekty porównywalne ze stosowanymi powszechnie zaawansowanymi metodami prognostycznymi. Powinny być stosowane jako „punkt wyjścia”. Należy jednak zawsze pamiętać, że ostateczną decyzję o wyborze metody prognostycznej należy dokonywać w oparciu o jednoznacznie zdefiniowany miernik jakości otrzymanych prognoz.

Literatura

- CZYŻYCKI R., HUNDERT M., KLÓSKA R.: *Wybrane zagadnienia z ekonometrii*. Economicus, Szczecin 2005.
- DOMAŃSKI cz., PRUSKA K.: *Nieklasyczne metody statystyczne*. PWE, Warszawa 2000.
- GAJDA J.: *Prognozowanie i Symulacja a decyzje gospodarcze*. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2001.

- HOZER j., ZAWADZKI j.: *Zmienna czasowa i jej rola w badaniach ekonometrycznych*. PWN, Warszawa 1990.
- KLÓSKA R., HUNDERT M., CZYŻYCKI R.: *Wybrane zagadnienia z prognozowania*. Economicus, Szczecin 2007.
- KLÓSKA R., CZYŻYCKI R.: *Wybrane zagadnienia ze statystyki*. Economicus, Szczecin 2008.
- PAWŁOWSKI z.: *Prognozy ekonometryczne*. PWN, Warszawa 1973.
- PURCZYŃSKI J.: *Wykorzystanie symulacji komputerowych w estymacji wybranych modeli ekonometrycznych i statystycznych*. Uniwersytet Szczeciński. Rozprawy i Studia, t. (DXXV) 451, Szczecin 2003.

dr Rafał Czyżycki

dr Rafał Klóska

Katedra Metod Ilościowych

Wydział Zarządzania i Ekonomiki Usług

Uniwersytet Szczeciński