

**PROGNOZA SPRZEDAŻY PRODUKCJI ODLEWNICZEJ
OPARTA NA DEKOMPOZYCJI SZEREGU CZASOWEGO**

J. SZYMSZAL¹, F. BINCZYK², J. PIĄTKOWSKI³, G. PUCKA⁴
Politechnika Śląska, 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono metodykę prognozowania sprzedaży produkcji odlewniczej opartej na klasycznej dekompozycji szeregu czasowego wykazującego wahania sezonowe. Produkcja odlewnicza została oparta na danych zaczerpniętych z wybranego zakładu odlewniczego. Metoda prognozowania z wyodrębnieniem trendu metodą średnich scentrowanych odznacza się dużą dokładnością i można ją wykorzystywać w planowaniu produkcji odlewniczej jako nieodzownego czynnika nowoczesnych rozwiązań logistycznych w przedsiębiorstwie metalurgicznym.

Key words: methodology of predicting, time series, disintegration, logistic

1. WPROWADZENIE

Główną cechą metod prognozowania z wykorzystaniem dekompozycji szeregów czasowych jest budowanie prognoz na podstawie prawidłowości zaobserwowanych w dotychczasowym kształtowaniu się zmiennej prognozowanej. Przetworzenie informacji o przeszłości w procesie prognozowania na podstawie szeregu czasowego następuje przez budowę odpowiedniego modelu formalnego, natomiast przejście od informacji przetworzonej do prognozy – przez wybór reguły prognozowania [1,2].

2. METODYKA BADAWCZA

Bardzo często do analizowania szeregu czasowego, charakteryzującego się wahaniami sezonowymi wykorzystuje się metodę zakładającą, że można dokonać dekompozycji wartości takiego szeregu na takie składniki jak: trend, wahania

¹ dr inż., e-mail: jan.szysmal@polsl.pl

² prof. dr hab. inż., e-mail: franciszek.binczyk@polsl.pl

³ dr inż., e-mail: jaroslaw.piatkowski@polsl.pl

⁴ dr inż., e-mail: grzegorz.pucka @polsl.pl

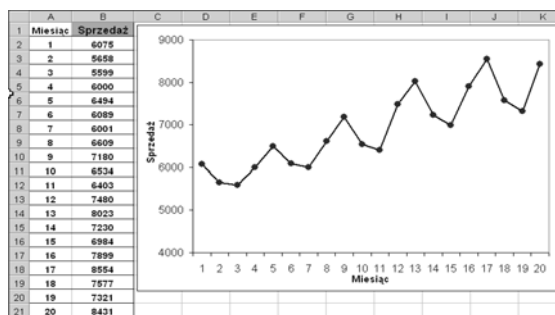
sezonowe, wahania cykliczne oraz najczęściej bardzo trudne do wytłumaczenia i wyodrębnienia, wahania przypadkowe. W przedstawionej metodzie prognozowania wahania cykliczne zaliczono do trendu, na który składać się będzie również trend średni, tzw. długookresowy. Wykorzystano model multiplikatywny, który najczęściej przedstawia się następującą zależnością:

$$y_{it} = \hat{y}_{it} \cdot S_i \cdot \varepsilon_{it} \quad (1)$$

gdzie:

- y_{it} – wartość sprzedaży w okresie t w fazie i ,
- S_i – efekt sezonowy fazy i ,
- ε_{it} – efekt przypadkowy.

W pierwszej kolejności, po wprowadzeniu danych wartości sprzedaży asortymentu odlewniczego dla okresu obejmującego kolejnych 20 miesięcy, wykonano obraz graficzny uzyskanego szeregu, co przedstawiono na rys.1.



Rys. 1. Szereg czasowy wielkości sprzedaży w ciągu 20 miesięcy wraz z wykresem

Fig. 1. Time series including sale volume during 20 months with the relevant graph

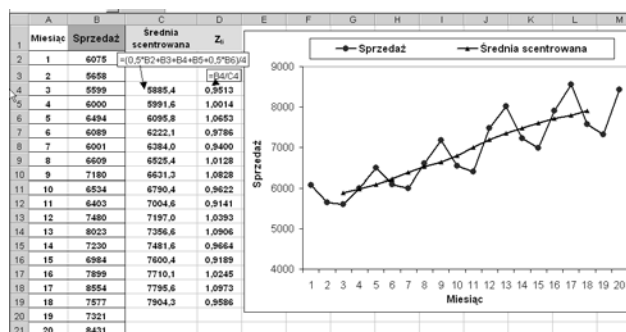
Biorąc pod uwagę charakter uzyskanego szeregu czasowego, przyjęto „stałą wygładzania” k równą 4, w związku z tym do obliczenia wartości średniej scentrowanej wykorzystano następującą zależność:

$$\bar{y}_{n-2} = \frac{\frac{1}{2}y_{n-4} + y_{n-3} + y_{n-2} + y_{n-1} + \frac{1}{2}y_n}{4} \quad \text{dla } n \in \langle 5, n-2 \rangle \quad (2)$$

Zależności tej odpowiada formuła wprowadzona do komórki C4 i skopiowana do pozostałych komórek bloku C4:C19. Następnie, zgodnie z zależnością (3):

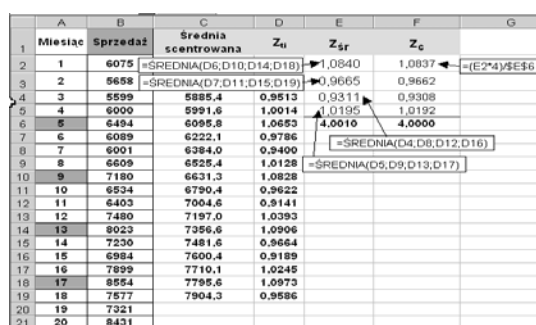
$$z_t = \frac{\bar{y}_t}{y_t} \quad \text{dla } t \in \langle 3, 18 \rangle \quad (3)$$

dokonano obliczeń współczynników z_t , umożliwiających eliminację trendu z szeregu czasowego (blok komórek D4:D19 – rys. 2). Wykres przedstawiający rzeczywistą wartość sprzedaży oraz wartości średnich scentrowanych przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Wyznaczenie wartości średniej scentrowanej oraz współczynników z_t
 Fig. 2. Determination of centralized mean value and coefficients z_t

Następnie, dokonano obliczeń tzw. surowych wskaźników sezonowości z_{sr} poprzez wyznaczenie średniej z czterech dostępnych obserwacji w każdej fazie (rys.3). W komórce E6 obliczono sumę wszystkich czterech surowych wskaźników z_{sr} .



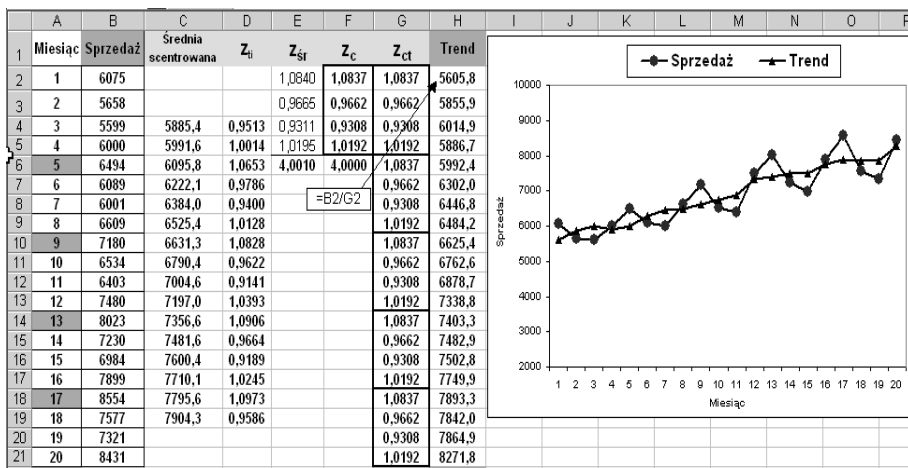
Rys. 3. Wyznaczenie surowych (z_{sr}) oraz czystych (z_c) wskaźników sezonowości
 Fig. 3. Determination of initial (z_{sr}) and standarised (z_c) seasonality coefficients

W celu standaryzacji surowych wskaźników sezonowości z_{sr} (w bloku komórek F2:F5 – rys. 3), czyli wyznaczenia tzw. czystych wskaźników sezonowości z_c wykorzystano zależność:

$$z_{ci} = \frac{4 \cdot z_{sri}}{\sum_{i=1}^4 z_{sri}} \quad (4)$$

Po wyznaczeniu czystych wskaźników sezonowości z_c do kolumny wartości z_{ci} (rys.4) skopiowano pięciokrotnie (dla kolejnych faz) wartości tych wskaźników (rys. 4)

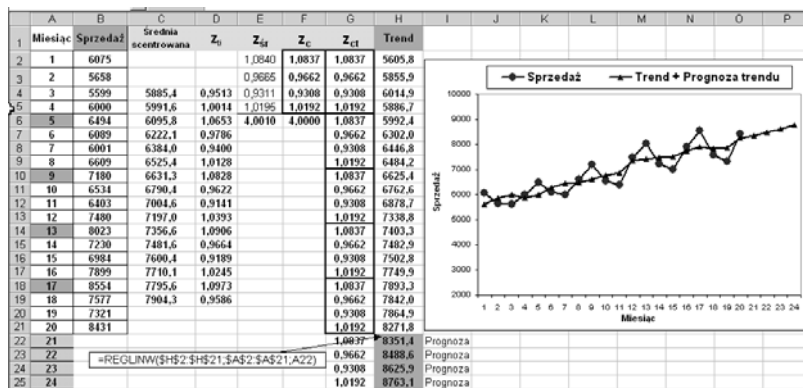
a następnie dzieląc wartość rzeczywistej sprzedaży w danym miesiącu przez odpowiednią wartość *czystych wskaźników sezonowości* z_c w bloku komórek H2:H21 otrzymano wielkość trendu, która ujmuje prognozę pozbawioną wahań sezonowych. Wykres prognozy *ex-post* po eliminacji trendu przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Wyznaczenie prognozy *ex-post* po eliminacji wahań sezonowych wraz z wykresem
 Fig. 4. Determination of *ex-post* prognosis after elimination seasonal fluctuations with the relevant graph

W kolejnym etapie wyznaczono wartość prognozy trendu (prognozy pozbawionej wahań sezonowych) dla kolejnych czterech miesięcy (*ex-ante*). W tym celu dla kolejnych czterech miesięcy - czyli od 21 do 24 miesiąca - do bloku komórek H21:H25 w kolumnie z_{ct} skopiowano ponownie wartości czterech *czystych wskaźników sezonowości* z_c a następnie dokonano oszacowania wielkości prognozy wykorzystując funkcję arkuszową $=REGLINW()$, która zwraca obliczone wartości liniowej funkcji regresji oszacowane metodą najmniejszej sumy kwadratów. Jako tablicę zmiennych zależnych dla tej funkcji przyjęto uzyskane wcześniej wartości trendu (blok komórek H2:H21), natomiast zmiennych niezależnych – odpowiadające im miesiące sprzedaży (blok komórek A2:A21) (rys. 5). Jako trzeci argument tej funkcji przyjęto kolejne wartości miesięcy (od 21 do 24 – blok komórek A22:A25), dla których ma zostać oszacowana wartość liniowej funkcji regresji (trendu). Do wyznaczenia prognozy *ex-ante* dla trendu można wykorzystać również zestawu *ANALIZY DANYCH* - narzędzie *REGRESJA* [3].

Wyniki oszacowania funkcji regresji ujmującej wartość trendu za pomocą narzędzia analizy *REGRESJA* przedstawiono w tabeli 1.

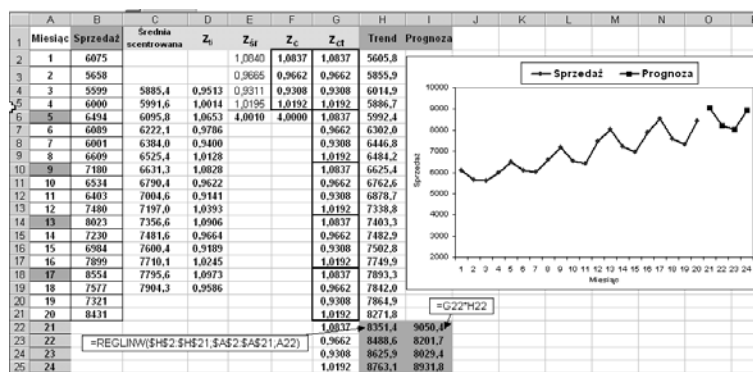


Rys. 5. Wyznaczenie prognozy *ex-ante* po eliminacji wahań sezonowych wraz z wykresem
 Fig. 5. Determination of *ex-ante* prognosic after elimination seasonal fluctuations with the relevant graph

Tabela 1. Oszacowanie funkcji regresji ujmującej wartość trendu
 Table 1. Estimation of regression function comprising value of tendency

Parametr funkcji regresji: $y = ax + b$	Wartość	Test istotności	Parametry modelu
Współczynnik a	137,25	$p < 0,001$	$R^2 = 0,9797$ Błąd std. = 119,8
Wyraz wolny b	5469,13	$p < 0,001$	

Mnożąc uzyskane wyniki prognozy dla trendu (blok komórek H22:H25) przez odpowiednie wartości *czystych wskaźników sezonowości* z_{ct} (blok komórek G22:G25) uzyskano końcową wartość prognozy dla rozpatrywanego multiplikatywnego szeregu czasowego wartości sprzedaży (rys. 6).



Rys. 6. Wartość prognozy sprzedaży uzyskana w metodzie dekompozycji szeregu czasowego
 Fig. 6. Value of sale prognosic obtained through time series decomposition metod

3. PODSUMOWANIE

Analizując szereg czasowy można w nim często zauważyć wahania sezonowe, czyli określony cykl zmian wartości prognozowanej zmiennej, powtarzających się co pewien, stały odstęp czasu. Wyodrębnienie wpływu wahań sezonowych na kształtowanie się prognozowanego zjawiska oraz jego uwzględnienie podnosi precyzję przewidywań procesu prognostycznego. Wykorzystana metoda dekompozycji szeregu czasowego, inaczej zwana metodą wskaźnikową, jest jedną z mniej złożonych i częściej używanych metod w prognozowaniu wahań sezonowych w porównaniu np. z metodami iteracyjnymi, czy analizą harmoniczną.

LITERATURA

- [1] Dittman P.: Prognozowanie w przedsiębiorstwie. O. Ekonomiczna, Kraków (2004).
- [2] Middleton M.R.: Microsoft Excel w analizie danych. Wyd. RM, Warszawa (2004).
- [3] Szymshal J., Blacha L.: Wspomaganie decyzji optymalnych w metalurgii i inżynierii materiałowej. Wyd. Pol. Śl., Gliwice (2005).

PROGNOSTICATION OF SALES OF FOUNDRY PRODUCTS BASED ON THE CLASSIC DECOMPOSITION OF THE TIME SERIES SHOWING SEASONAL FLUCTUATIONS

SUMMARY

Presented in the article is a methodology of prognostication of foundry product sales based on the classic decomposition of the time series showing seasonal fluctuations. The foundry product scale has been based on data sourced from a selected foundry plant. The method discussed is distinguished for a high accuracy and it can be applied in plan-ning the foundry product line as an indispensable factor in modern logistics solutions for a metallurgical industrial unit.

Recenzował: Prof. Adam Gierek