

PROGNOZOWANIE PRZYCHODÓW ZE SPRZEDAŻY NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTWA HANDLOWEGO TYPU CASH & CARRY

Wprowadzenie

Wśród wielu prognoz szczególną rolę w zarządzaniu przedsiębiorstwem odgrywa prognoza sprzedaży. Jest ona punktem wyjścia do przewidywania większości pozycji kształtujących poziom wyniku w każdej firmie. Prognoza sprzedaży służy w szczególności do tworzenia planu biznesowego, oddziałuje na plany produkcji i wielkość zapasów. Wykorzystywana jest do określenia przyszłych potrzeb finansowych przedsiębiorstwa, co jest niezbędne do utrzymania oraz zwiększania dotychczasowych obszarów jego działania.

Konstrukcja prognozy sprzedaży, tak jak i innych rodzajów prognoz, jest procesem wieloetapowym. Przebiega według pewnego, ogólnego schematu postępowania prognostycznego. Do prognozowania sprzedaży stosuje się zarówno metody ilościowe jak i heurystyczne. Zastosowanie konkretnych wynika ze specyfiki rynku i przyjętych przesłanek prognostycznych.

Budując prognozę sprzedaży, przedsiębiorstwa rzadko używają tylko jednej metody. Ostateczna prognoza sprzedaży stanowi najczęściej kombinację prognoz uzyskanych różnymi metodami. W opinii wielu autorów, prognozy kombinowane są obarczone mniejszymi

błędami *ex post* niż każda z prognoz składowych z osobna. Podstawowym kryterium, które brane jest pod uwagę przy wyborze metody jest trafność prognozy, koszt korzystania oraz łatwość zastosowania.

Wykorzystanie programów komputerowych znacznie zwiększa możliwość zastosowania wielu metod prognostycznych. Posiadanie odpowiedniego programu komputerowego może być jednym z czynników decydujących o wyborze konkretnej metody. Obecnie dostępnych jest wiele pakietów komputerowych zawierających moduły prognostyczne. Należą do nich m.in. STATISTICA, Statgraphics, SPSS, SAS, QS, i inne.

Zadanie prognostyczne

W artykule przedstawiono system planowania przychodów ze sprzedaży dla jednej z filii przedsiębiorstwa handlowego będącego siecią hurtowni spożywczych. Oddział ten prowadzi działalność w formie cash & carry, tj. sprzedaży gotówkowej w samoobsługowych halach sprzedaży obsługujących podmioty gospodarcze. Charakteryzuje go znaczne zróżnicowanie asortymentowe (ok. 7000 artykułów) i duża liczba odbiorców (ok. 5000). Terytorialne i organizacyjne wyodrębnienie poszczególnych oddziałów spółki umożliwia naturalny podział przedsiębiorstwa na jednostki budżetowe, w których istnieje możliwość przygotowania planu sprzedaży na kolejne okresy.

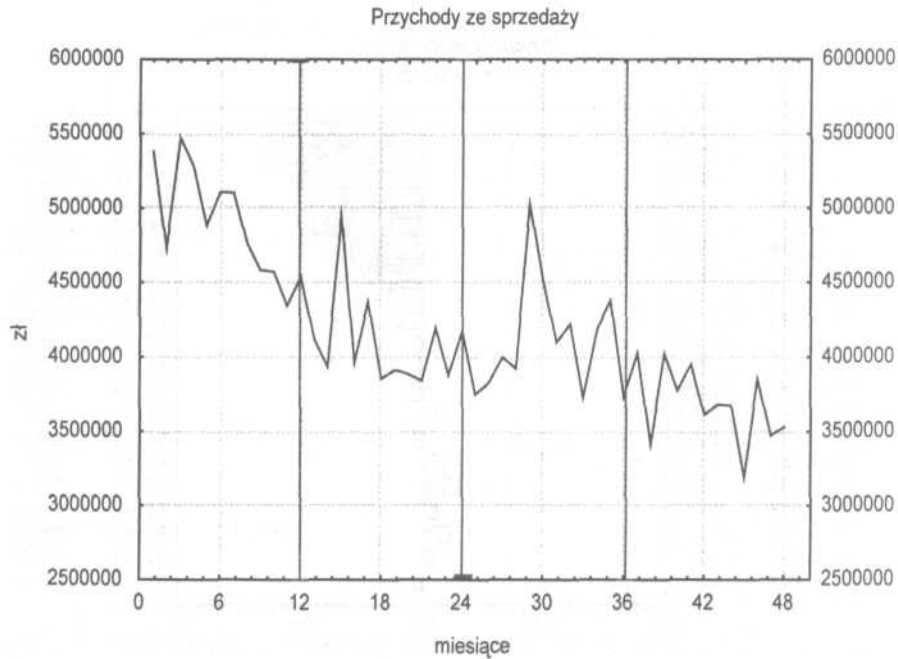
Spółka utrzymuje pewien stały krąg odbiorców związanych z firmą różnymi programami lojalnościowymi, jednak fakt ten nie pozwala na utrzymanie sprzedaży na stałym, przeciętnym poziomie. Należy przy tym nadmienić, iż ogólny popyt rynkowy na artykuły spożywcze nie podlega znacznym wahaniom.

Celem budowanej prognozy było stworzenie podstaw do określenia planu finansowego oddziału. Formułując zadanie prognostyczne określono, iż prognoza ogólnej wielkości sprzedaży będzie konstruowana poprzez agregacje prognoz dotyczących poszczególnych hurtowni z jednego segmentu rynku (oddziału). Ze względu na dostępne dane do wyznaczenia prognozy sprzedaży zaproponowano użycie modeli *szeregów czasowych*.

Miesięczną sprzedaż produktów w badanej filii przedstawiono w formie wykresu na rys. 1. Szereg czasowy liczy 48 obserwacji, dane obejmują kolejne miesiące na przestrzeni czterech lat.

Rysunek 1

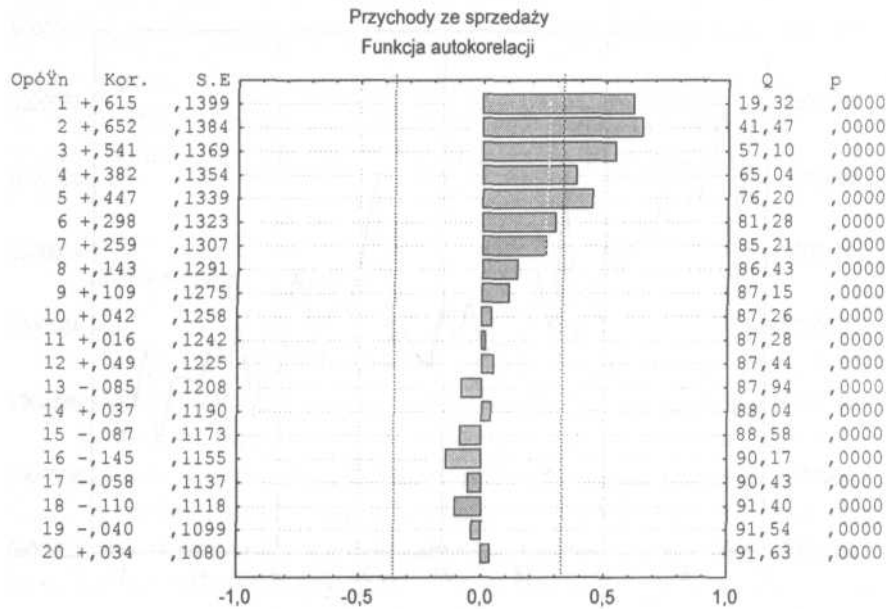
Miesięczne przychody ze sprzedaży w latach 1998-2001



Źródło: Dane wewnętrzne przedsiębiorstwa.

Ze wstępnej oceny wykresu oraz z charakteru zjawiska można wnioskować, iż w szeregu występuje trend oraz wahania przypadkowe. Zauważalne są gwałtowne spadki i wzrosty sprzedaży na przestrzeni kolejnych miesięcy. Sporządzony wykres szeregu (rys. 1) sugeruje, iż jest to szereg niestacjonarny. Powyższe założenie zostało zweryfikowane za pomocą analizy autokorelacji. Wyznaczone dla badanego szeregu wartości współczynników autokorelacji przedstawiono na rysunku 2.

Współczynniki autokorelacji szeregu czasowego miesięcznych przychodów ze sprzedaży

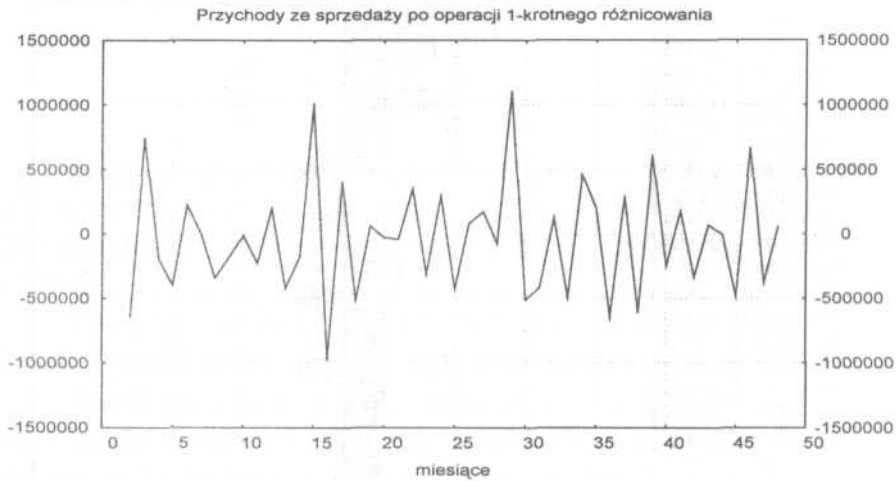


Źródło: Obliczenia własne.

Wartości współczynników autokorelacji maleją powoli. Dla przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0,05$ statystycznie istotnie różne od zera okazały się współczynniki autokorelacji dla opóŹnień od 1 do 6 miesięcy. Potwierdza to wcześniejsze przypuszczenie o niestacjonarności szeregu czasowego miesięcznych przychodów ze sprzedaży. W celu eliminacji niestacjonarności *szereg poddano operacji różnicowania*. Różnice wykreślono na rys. 3, wyznaczone zaś dla nich wartości współczynników autokorelacji (ACF) i autokorelacji cząstkowej (PACF) przedstawiono na rys. 4 i rys. 5.

Rysunek 3

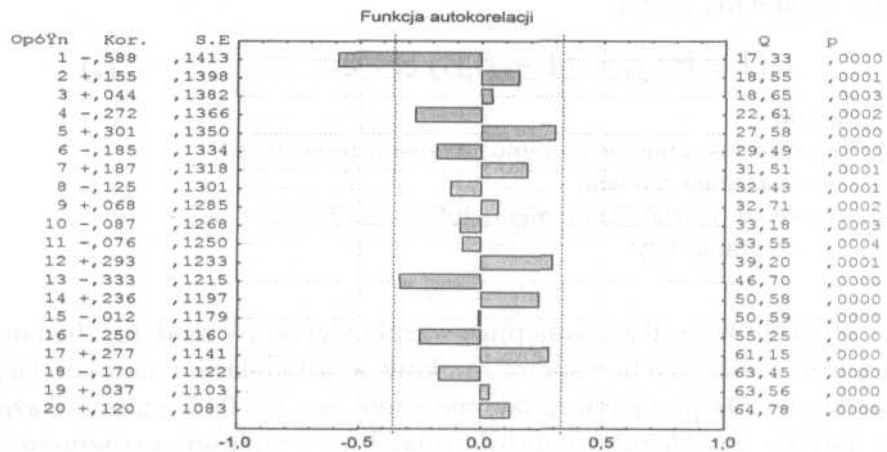
Szereg czasowy zmiennych przychodów ze sprzedaży
po operacji 1-krotnego różnicowania



Źródło: Obliczenia własne.

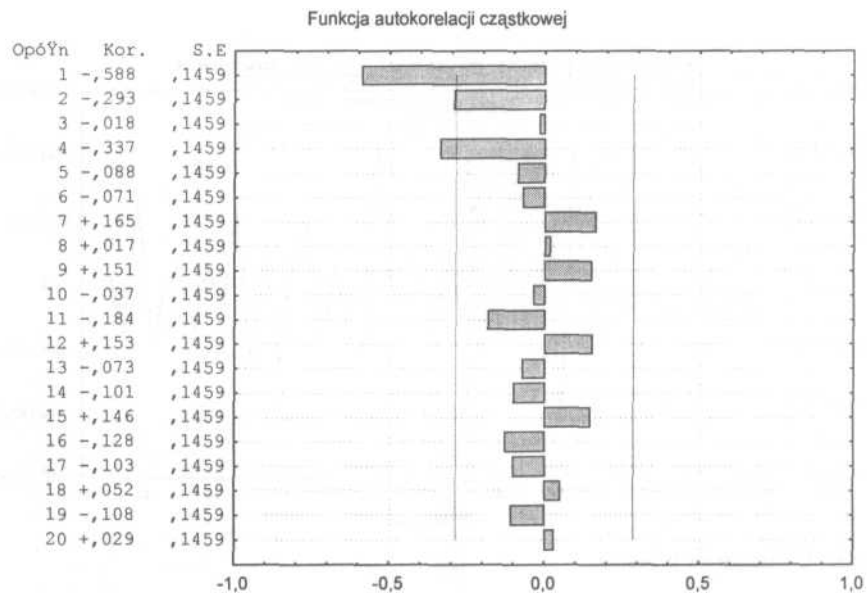
Wykresy różnic (rys. 3) oraz współczynników autokorelacji (rys. 4) wskazują, iż szereg uzyskany w wyniku różnicowania jest szeregiem stacjonarnym.

Rysunek 4



Źródło: Obliczenia własne.

PACF szeregu po operacji różnicowania



Źródło: Obliczenia własne.

Kształt wykresu funkcji autokorelacji oraz wykładnicze zanikanie współczynników autokorelacji cząstkowej sugerują, iż modelem adekwatnym do budowy prognozy będzie model ARIMA (0, 1, 1). Ze względu na obecność trendu, uwzględniono w modelu czynnik stały. Model ma postać:

$$(1 - B)y_t = (1 - \theta_1 B)e_t + c \quad (i)$$

gdzie:

y_t - wartość zmiennej prognozowanej w momencie t ,

θ_1 - parametr modelu,

e_t - błąd (reszta) dla momentu lub okresu t ,

c - czynnik stały.

W celu weryfikacji wstępnej, wzrokowej oceny modelu, zbadano istotność obliczonych współczynników autokorelacji i autokorelacji cząstkowej. Na przyjętym poziomie istotności $\alpha = 0,05$ istotny okazał się jedynie współczynnik autokorelacji dla opóźnienia równego 1, co potwierdza wstępne założenie postaci modelu.

Estymacji parametrów modelu dokonano za pomocą przybliżonej metody największej wiarygodności według McLeoda i Salesa [2] uzyskując:

$$(1 - B)\hat{y}_t = (1-0,714)\hat{\epsilon}_t + \hat{c} \quad (2.1)$$

lub

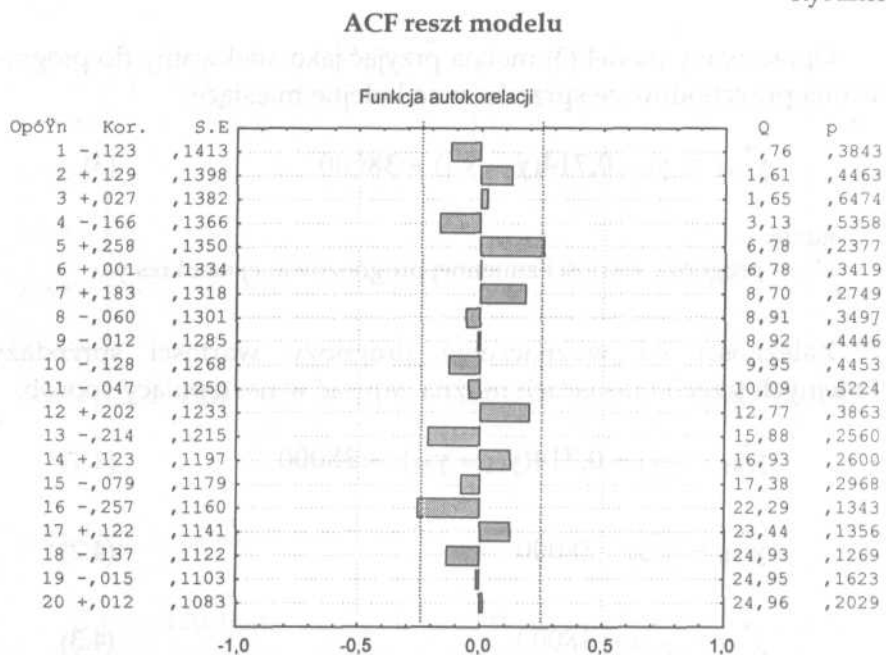
$$\hat{y}_t = y_{t-1} + \hat{\epsilon}_t - 0,714 \hat{\epsilon}_{t-1} - 38000 \quad (2.2)$$

Stałą c , oszacowaną na poziomie (-38000) , należy interpretować jako współczynnik kierunkowy trendu szeregu nie zróżnicowanego. Oba parametry modelu: q_1 i c są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$.

Powyższy model jest równoważny modelowi prostego wygładzania wykładniczego, ze stałą wygładzania α równą $(1 - 0,714)$.

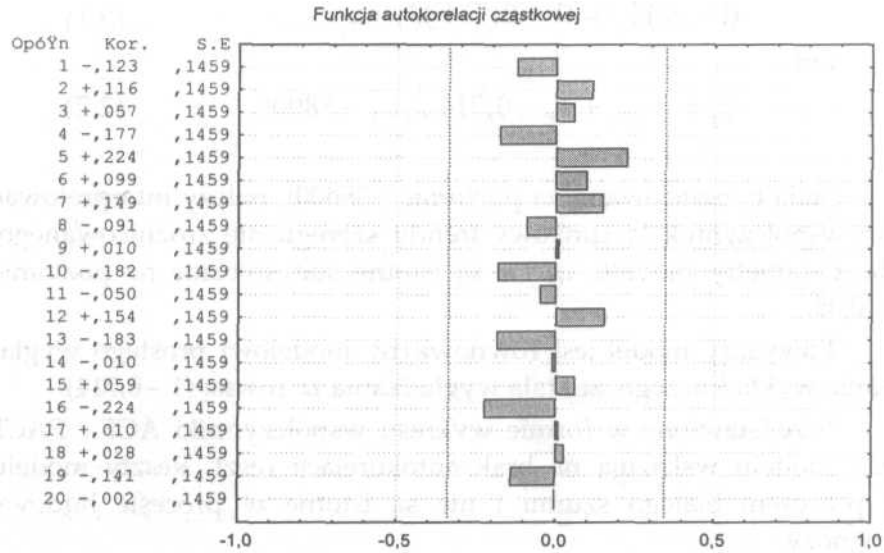
Przedstawione w formie wykresu współczynniki ACF i PACF reszt modelu wskazują na brak autokorelacji reszt. Reszty modelu są procesem białego szumu i nie są istotne w procesie budowy prognozy.

Rysunek 6



Źródło: Obliczenia własne.

PACF reszt modelu



Źródło: Obliczenia własne.

Opracowany model (3) można przyjąć jako adekwatny do prognozowania przychodów ze sprzedaży na kolejne miesiące:

$$y_{t+1}^* = y_t - 0,714(y_t - y_t^*) - 38000 \quad (3)$$

gdzie:

y_{t+1}^* - prognoza wartości zmiennej prognozowanej na okres y_{t+1} .

Zależności na wyznaczenie prognozy wartości sprzedaży w kolejnych trzech miesiącach można zapisać w następujący sposób:

$$y_{49}^* = y_{48} - 0,714(y_{48} - y_{48}^*) - 38000 \quad (4.1)$$

$$y_{50}^* = y_{49}^* - 38000 \quad (4.2)$$

$$y_{51}^* = y_{50}^* - 38000 \quad (4.3)$$

Wyznaczone z modelu (4.1 - 4.3) prognozy sprzedaży na kolejne trzy miesiące przedstawiono w tabeli 1 oraz na rys. 8.

Tabela 1

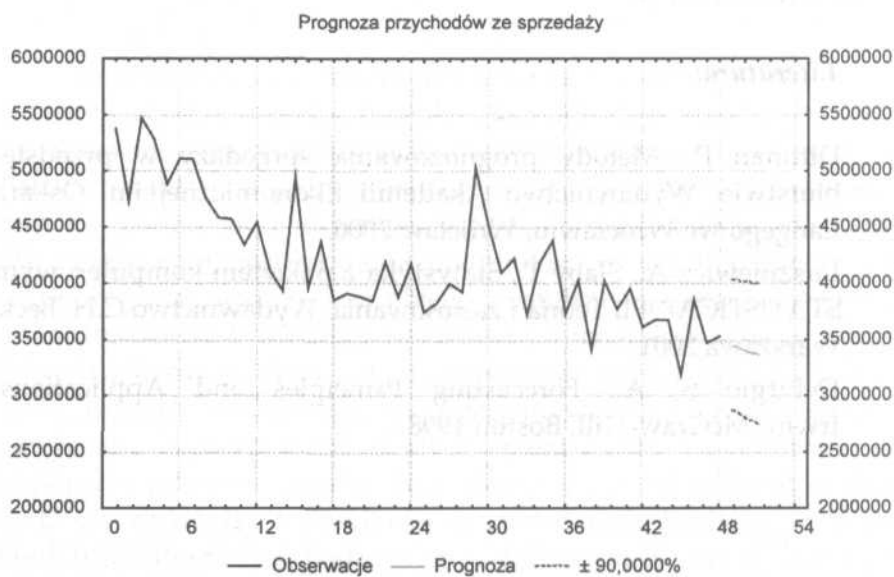
Prognoza przychodów ze sprzedaży

Nr kolejnego miesiąca	Prognoza sprzedaży	Dolne 90%	Górne 90%	Błąd standardowy
49	3452890	2872568	4033211	345547,3
50	3414924	2811310	4018537	359416,3
51	3376958	2750918	4002997	372769,7

Źródło: Obliczenia własne.

Rysunek 8

Prognoza przychodów ze sprzedaży



Źródło: Obliczenia własne.

Z powodu małej liczby danych dostępnych do budowy modelu, wyznaczona prognoza powinna być monitorowana, w razie niskiej trafności powinny być wprowadzane korekty użytego modelu.

Wnioski

W artykule do wyznaczenia prognozy sprzedaży zaproponowano metodę opartą na modelu ARIMA. Narzędziem informatycznym wykorzystanym w procesie budowy prognoz był moduł *Szeregi czasowe i prognozowanie* programu STATISTICA PL.

W związku z szerokim asortymentem oraz dużą liczbą odbiorców o zmiennych obrotach celowe mogłoby być poszerzenie procesu prognostycznego również o metody jakościowe. Dotychczas firma szacowała przyszłą wartość sprzedaży opierając się na opinii bezpośrednich sprzedawców. Formułowane opinie były niejednokrotnie oparte na fałszywych przesłankach prognostycznych, co wpływało negatywnie na trafność tak wyznaczonej prognozy - prognozy były zwykle niedoszacowane.

Proponowane podejście ilościowe poszerza metodologię prognozowania stosowaną dotychczas w przedsiębiorstwie oraz wzbogaca informację decyzyjną.

Literatura:

1. Dittman P., Metody prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2000.
2. Luszniwicz A., Słaby T., Statystyka z pakietem komputerowym STATISTICATMPL Teoria i zastosowania, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2001.
3. Delurgio S. A., Forecasting Principles and Applications, Irwin/McGraw-Hill, Boston 1998.