

ANDRZEJ WOJCIECHOWSKI¹
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
NATALIA WOJCIECHOWSKA²
Uniwersytet Warszawski

ZASTOSOWANIE KLASYCZNYCH METOD PROGNOZOWANIA POPYTU W LOGISTYCE DUŻYCH SIECI HANDLOWYCH

Streszczenie

Artykuł jest próbą wskazania właściwego podejścia do planowania zapasów. Wymaga to właściwego doboru metody prognostycznej przez zharmonizowanie relacji między popytem a podażą. Proces powinien polegać na minimalizacji zapasów oraz ograniczeniu kosztów powiązanych z tym procesem. Pojęcia podaży i popytu są komplementarne i obustronnie się uzupełniają. Autorzy artykułu starali się poszukać odpowiedniej metody prognozowania. Dobór metody jest zależny od różnych aspektów i czynników zewnętrznych m.in. rodzaju popytu, dla którego tworzy się prognozę. W rzeczywistości logistycznej należy uwzględnić dwa rodzaje popytu – popyt zależny i niezależny. Popyt zależny definiowany jako popyt na dobra bądź usługi wywołany zapotrzebowaniem na inne produkty. Popyt niezależny, który jest rezultatem decyzji podjętych przez nabywców końcowych, wykształca się pod wpływem czynników systematycznych i losowych.

Słowa kluczowe: planowanie zasobów, metody prognozowania popytu, logistyka, sieci handlowe

Wprowadzenie

Prognozowanie popytu we współczesnym biznesie ma kluczowe znaczenie dla dostawcy, producenta i sprzedawcy. Prognozy decydują o ilości towarów, które powinny być zakupione, produkowane i dostarczone. Prognozy kreują procesy i operacje z nimi związane. Dostarczenie produktu od producenta do klienta

¹ andrzej_wojciechowski1@sggw.pl.

² nat-89@wp.pl

wymaga czasu, zdecydowanie bardziej wydłużonego w wypadku artykułów importowanych. Niezbędne jest przewidywanie i planowanie przyszłego zapotrzebowania na przepływy w logistycznym łańcuchu dostaw. Znajomość przyszłych dostaw znacząco poprawia planowanie we wszystkich obszarach logistyki. Tym samym zagadnienie prognozowania w działalności logistycznej staje się kluczowym problemem, który wymaga szczegółowych analiz w realiach współczesnych przedsiębiorstw. Właściwie przyjęte prognozy i dobrze określone horyzonty czasowe zarządzania zapasami pozwalają na optymalne dopasowanie dostaw, eliminują ewentualne braki w dostawach oraz redukują liczbę miejsc paletowych w magazynach. Zjawisko to szczególnie ważne jest w logistyce sieci hipermarketów. Prognozy popytu są konieczne ze względu na podstawowe procesy operacyjne – dostarczenie produktu od producenta do klienta wymaga czasu, zdecydowanie bardziej wydłużonego w przypadku artykułów importowanych. Tym samym we współczesnej logistyce niezbędne staje się przewidywanie i planowanie przyszłego zapotrzebowania. Daje to możliwość skutecznego reagowania na zmiany, a przede wszystkim zamówienia klientów.

Założenia badawcze i przyjęte metody badań

Autorzy artykułu jako cel poznawczy przyjęli możliwie wszechstronne rozpoznanie procesu sprzedaży win importowanych w badanej sieci supermarketów. Na podstawie danych historycznych zdefiniowali zjawiska, które istotnie przyczyniają się do zmian sprzedaży oraz określili i dobrali właściwe metody prognozowania.

Jako główny cel badawczy przyjęli opracowanie modelu określania poziomu zapasów win importowanych w badanej sieci handlowej. Cele pomocnicze skoncentrowano na pozyskaniu wiedzy dotyczącej zarządzania zapasami win i określeniu wielkości (ilości) ich zamówień w określonym czasie. Rozwiązanie takie miałyby usprawnić proces zarządzania zapasami i przepływami w logistycznym łańcuchu dostaw win importowanych w badanej sieci sklepów. Badany asortyment został podzielony na marki oraz kolory win.

Zauważono, że dotychczasowy system zarządzania zapasami win importowanych w sieci jest źle zorganizowany i wymaga opracowania nowego modelu prognostycznego, który uwzględni trend, wahania sezonowe i losowe oraz pozwoli ustabilizować zapas na określonym poziomie bezpieczeństwa.

Dobór obiektu badawczego był celowy. Badanie zrealizowano na zamówienie sieci handlowej funkcjonującej na rynku polskim. W swoim asortymencie

oferuje ona klientom produkty z całego świata, w tym szeroką gamę win importowanych. Obiekt badawczy ma bogate dane historyczne, sięgające 1997 roku, świadczące o sprzedaży win importowanych w Polsce. Dodatkowo przeprowadzono wywiady oraz ankiety wśród klientów, a także pracowników firmy. Szerokim źródłem wiedzy były udostępnione dokumenty, tj. raporty zamówień i sprzedaży win oraz inne zgromadzone dane. Analiza dokumentacyjna oparta była na badaniu i ocenie raportów sprzedaży wina importowanego, analizie wyjść magazynowych wina oraz wolumenu sprzedaży. Dane te wstępnie pozwoliły oszacować wielkości zapasów bezpieczeństwa. Metody przetwarzania danych polegały na gruntownej analizie każdej marki wina (w artykule ze względu na jego objętość zestawiono wyłącznie dwa przykłady, model prognostyczny budowany w praktyce tworzony był na 87 dobranych celowo obiektach, każdy obiekt odpowiadał jednej marce wina importowanego). Przeprowadzone badania pozwoliły określić związki przyczynowo-skutkowe oraz deskrypcję (opis sytuacji, stanów) za pomocą danych i prostych modeli graficznych. Wyniki zaprezentowano w tabelach, wykresach, diagramach oraz w formie tekstowej.

Teoretyczne aspekty prognozowania w logistyce

Dziś z logistyką silnie łączy się kwestia prognozowania, która w praktyce jest związana z wielkością popytu towarów w określonych okresach. Zdefiniowanie rzeczywistej potrzeby dóbr na rynku jest koniecznym warunkiem budowania planu sprzedaży, który następnie staje się bodźcem do opracowania planu produkcji. W konsekwencji ustala się wielkości zamówień oraz określa wielkość zakupów do niezbędnego zaopatrzenia. Taki zamknięty cykl nazywany jest w literaturze przedmiotu zegarem logistyki. Znajomość zasad i reguł działania zegara oraz dane umożliwiają skutecznie opracowywać prognozy popytu towarów, które przekładają się na działania logistyczne.

A. Pluta-Zaremba wskazuje, że prognozowanie to proces przewidywania przyszłości. Według autorki przewidywanie nadchodzących zdarzeń, tj. poziom sprzedaży ma olbrzymi wpływ na efektywne funkcjonowanie przedsiębiorstw, będąc istotnym ogniwem procesu zarządzania firmą³.

Podobne stanowisko reprezentuje K. Ficoń. Autor wskazuje prognozowanie jako przewidywanie przyszłości na podstawie przesłanek bardzo różnej natury, najczęściej historycznych, z nieodległej przeszłości. Za podstawę prognozowania gospodarczego uznaje ściśle metody naukowe konstruowane przede wszystkim na bazie statystyki, ekonometrii oraz badań operacyjnych. Do opracowania takiej

³ *Logistyka dystrybucji*, red. K. Rutkowski, Oficyna Wyd. SGH, Warszawa 2005, s. 151.

prognozy niezbędne są odpowiednio przygotowane dane statystyczne z nieodległej przeszłości⁴.

Z kolei M. Cieślak chcąc określić prognozowanie, zaczyna od definicji przewidywania, które przedstawia je jako wnioskowanie o zdarzeniach nieznanych na podstawie zdarzeń znanych. Prognozowanie natomiast, porównywalnie do innych autorów, opisuje jako racjonalne, naukowe przewidywanie przyszłych zdarzeń⁵. Nieco bardziej rozbudowaną definicję prezentuje A. Zeliaś, który charakteryzuje prognozowanie jako wybór najbardziej prawdopodobnej drogi rozwoju wyróżnionego zjawiska ekonomicznego w nadchodzącym okresie, przy czym podstawą tego wyboru jest dotychczasowy przebieg zjawiska i aktualny stan układu⁶.

Autorzy badań przyjęli, że istotą prognozowania (w badanym przypadku) jest wnioskowanie statystyczne zintegrowane z analizą zdarzeń, zjawisk i faktów, które wydarzyły się w przeszłości. W badaniu podkreślili fakt niepewności prognozy oraz zdefiniowali stopień prawdopodobieństwa popełnienia błędu prognozy, jaki zawiera w sobie prognozowanie, mimo używanych metod matematycznych⁷.

Wybrane metody prognozowania w logistyce

Najważniejszym elementem procesów logistycznych jest sterowanie strumieniami materiałowymi, które odbywa się w skali operacyjnej, czyli dotyczy krótkich okresów. Odpowiednimi metodami prognozowania dla takich działań są metody oparte na analizie szeregów czasowych danej zmiennej, nazywane też modelami tendencji rozwojowej. Powszechnie stosowanymi w gospodarkach krajów zachodnich są modele adaptacyjne prognozowania krótkoterminowego, mieszające się w grupie modeli tendencji rozwojowej. Wyjątkowo wartościowe są modele adaptacyjne bazujące na wygładzaniu wykładniczym. Cechują się one niedużym zapotrzebowaniem informacyjnym oraz przypisywaniem większej wagi nowszym informacjom o zmiennej prognozowanej⁸.

⁴ K. Ficoń, *Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie*, Wyd. Impuls Plus Consulting, Gdynia 2001, s. 175.

⁵ *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, red. M. Cieślak, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2005, s. 18.

⁶ C. Skowronek, Z. Sarjusz-Wolski, *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2012, s. 23.

⁷ *Ibidem*, s. 175.

⁸ W.J. Lattiyak, H.H. Stokes, *Exponential smoothing forecasting using SCAB34S and SCA Work-Bench*, <http://hhstokes.people.uic.edu/ftp/e537/Exponential%20Smoothing%20Forecasting.pdf>, s. 215 (20.06.2015).

Jednym z najpopularniejszych i zarazem najprostszych modeli wykorzystujących wykładnicze wygładzanie jest podstawowy model Browna. Model Browna stosuje się do szeregów czasowych, które nie wykazują wyraźnej tendencji rozwojowej oraz sezonowości. Stała wygładzania α jest używana do kontroli tempa, z jakim aktualizowane prognozy będą dostosowywać się do poziomu średniej szeregu czasowego⁹. Rekurencyjną postać równania modelu Browna jest zapis:

$$a_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)a_{t-1} \quad (1)$$

gdzie:

- a_t, a_{t-1} – wyrównane wykładniczo średnie odpowiednio po okresach t oraz $t - 1$,
- y_t – ostatnio zaobserwowana wielkość zmiennej prognozowanej,
- α – parametr wyrównania wykładniczego, który może przyjmować wartości z przedziału $<0;1>$ ¹⁰.

Model Browna jest rozwinięciem metody średnich ważonych. Wagi maleją wykładniczo wraz z coraz starszymi danymi. Wartość α dobiera się np. na podstawie kryterium najmniejszego błędu średniokwadratowego prognoz wygasłych¹¹.

Z. Sarjusz-Wolski zwraca uwagę na to, że im bliżej jedności jest parametr α , tym bardziej nowo obliczona średnia uwzględnia najnowszą wartość zmiennej prognozowanej. W przypadku przyjęcia $\alpha = 1$, oceną wartości zmiennej stałaby się tylko ostatnia faktyczna wartość zmiennej prognozowanej. W związku z tym prognoza na kolejny okres będzie równa ostatnio zaobserwowanej wartości tej zmiennej. Taki model natomiast, gdzie $y_{t+1} = y_t$, nazywany jest modelem naiwnym¹².

W celu wygładzenia szeregu czasowego, np. sprzedaży, zawierającego trend oraz wahania, stosuje się liniowy model wygładzania wykładniczego Holta. W przytoczonym modelu używa się wielomianu stopnia pierwszego do opisanie

⁹ *Ibidem*, s. 5.

¹⁰ P. Dittmann, E. Szabela-Pasierbińska, I. Dittmann, A. Szpulak, *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wolters Kluwer Polska, Kraków 2009, s. 223.

¹¹ L. Kowalski, *Modelowanie i prognozowanie. Materiały dydaktyczne*, Warszawa 2010, s. 59, <http://pis.rezolwenta.eu.org/Materialy/modelowanie.pdf> (czerwiec 2015).

¹² Z. Sarjusz-Wolski, *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2000, s. 59.

trendu¹³. Model Holta jest odpowiedni do budowania prognoz krótkoterminowych w przypadku, kiedy szereg czasowy odznacza się istotnymi zmianami trendu, czyli niestacjonarnością. Opisany jest następującym układem równań:

$$a_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) - \text{ocena wartości średniej} \quad (2)$$

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} - \text{ocena przyrostu średniej (trendu)} \quad (3)$$

$$y_{t+T} = a_t + b_t * T - \text{prognoza na okres } t + T \quad (4)$$

gdzie:

a_t, a_{t-1} – średnie obliczone wykładniczo po okresach t (ostatnio zakończonym) i $t - 1$ (poprzednim),

b_t, b_{t-1} – średnie zmiany trendu obliczone wykładniczo po okresach t i $t - 1$,

α, β – parametry wyrównania wykładniczego, które mogą przyjmować wartości z przedziału $\langle 0; 1 \rangle$,

y_t – ostatnia wartość zmiennej prognozowanej,

y_{t+T} – prognoza zmiennej y w okresie $t + T$ (dla $T = 1, 2, \dots$)¹⁴.

Formułując liniowy model wygładzania wykładniczego Holta potrzebuje początkowych wartości a i b . Wiele rozwiązań tego problemu można znaleźć w literaturze naukowej. Jedną z propozycji polega na przyjęciu za a_1 pierwszej wartości zmiennej prognozowanej: y_1 , a za b_1 – różnicy $y_2 - y_1$. Początkowymi wartościami a_1 i b_1 mogą być także odpowiednio: wyraz wolny i współczynnik kierunkowy liniowej funkcji trendu oszacowanej na podstawie próbki wstępnej. Kolejnym problemem pojawiającym się przy modelu Holta jest wyznaczenie wartości parametrów α i β . Parametry te określa się najczęściej za pomocą serii eksperymentów komputerowych, stosując różne kombinacje wartości parametrów α i β , po czym wybiera się tę, która minimalizuje średni błąd prognoz wygasłych¹⁵.

W przypadku szeregów czasowych z tendencją rozwojową, wahaniami sezonowymi oraz wahaniami przypadkowymi można użyć modelu Wintersa. W sterowaniu zapasami, które odbywa się w skali operacyjnej, mamy do czynienia głównie z wahaniami sezonowymi, czyli zamykającymi się w cyklu rocznym. W takim wypadku wyżej omawiane modele skutkowałyby prognozami obciążonymi błędem systematycznym. Z tego względu to właśnie model Wintersa jest

¹³ P. Dittmann, E. Szabela-Pasierbińska, I. Dittmann, A. Szpulak, *Prognozowanie w zarządzaniu...*, s. 18.

¹⁴ Z. Sarjusz-Wolski, *Sterowanie zapasami...*, s. 59–61.

¹⁵ *Ibidem*, s. 67.

adekwatny do prognozowania szeregów czasowych z sezonowością. Przedstawiony poniżej model Wintersa uwzględnia tzw. sezonowość multiplikatywną, czyli taką, w której zmienność wielkości amplitudy wahań jest stała.

Sezonowość multiplikatywna w praktyce występuje częściej niż addytywna. Omawiany model Wintersa z sezonowością multiplikatywną można opisać za pomocą następującego układu równań:

$$a_t = \frac{\alpha y_t}{c_{t-K}} + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \quad \text{– ocena wartości średniej (trendu)} \quad (5)$$

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad \text{– ocena przyrostu trendu} \quad (6)$$

$$c_t = \frac{\gamma y_t}{a_t} + (1 - \gamma)c_{t-K} \quad \text{– ocena wskaźnika sezonowości} \quad (7)$$

$$y_{t+T} = (a_t + b_t * T)c_{t-K+T} \quad \text{– prognoza na okres } t + T \quad (8)$$

gdzie:

a_t, a_{t-1} – wartość średnia dla okresów t i $t - 1$,

b_t, b_{t-1} – średnie zmiany trendu obliczone po okresach t i $t - 1$,

c_t – wskaźnik sezonowości dla okresu t ,

K – cykl sezonowości (w przypadku danych miesięcznych $K = 12$, zaś dla danych kwartalnych $K = 4$),

α, β, γ – parametry wyrównywania wykładniczego, przyjmujące wartości z przedziału $\langle 0; 1 \rangle$,

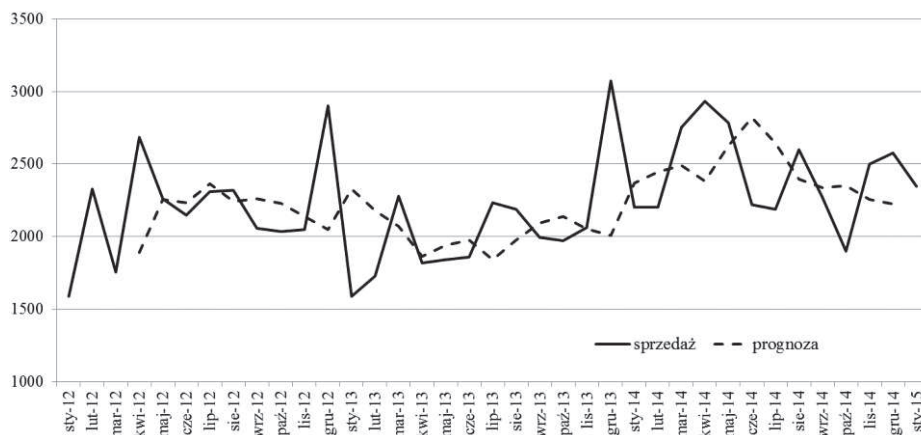
y_t – ostatnia wartość zmiennej prognozowanej,

y_{t+T} – prognoza zmiennej y w okresie $t + T$.

Badania własne – analiza wyników

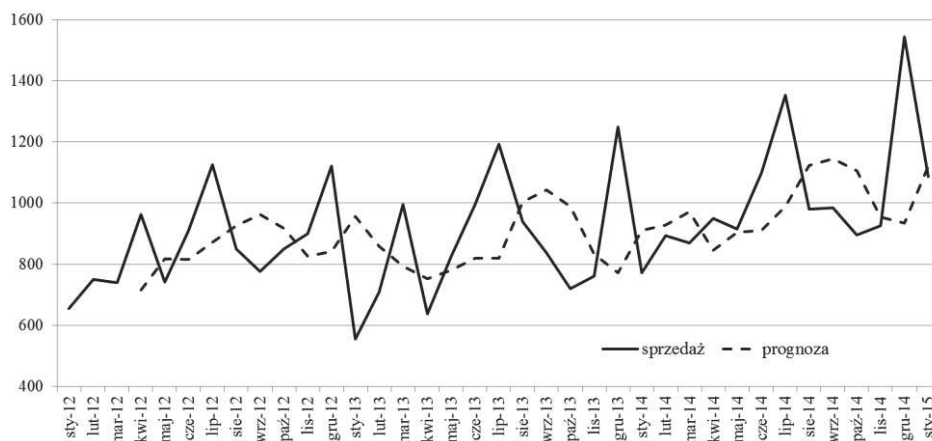
Na rysunku 1 zestawiono prognozę oraz sprzedaż wina białego Bordeaux Moelleux. Sezonowość sprzedaży wyraźnie wskazuje na wzrost kupna w miesiącach świątecznych (Boże Narodzenie, Wielkanoc). Przyjęta prognoza stosowana w obiekcie badawczym (sieć hipermarketów – obiekt badawczy wykorzystuje prostą prognozę według średniej arytmetycznej). Prognoza stosowana znacząco odbiega od faktycznej sprzedaży. Jakakolwiek reakcja prognozy na wahania popytu następuje już po okresie jej wzrostu bądź spadku, czyli jest zwyczajnie spóźniona. Stosowane rozwiązanie sprawia, że prognozy są błędne. Na podstawie zebranych dokumentów zdarzały się przypadki braku wybranych marek win w asortymencie sklepu.

Na rysunku 2 przedstawiono analogiczne zestawienie danych dotyczących wina białego wytrawnego. W tym wypadku sprzedaż wyróżnia się pewną cyklicznością. Prognoza wyraźnie oddaje charakter średniej arytmetycznej, słabo reagując na wahania sprzedaży.



Rys. 1. Zestawienie prognozy stosowanej w obiekcie badawczym i sprzedaży wina białego, pół-słodkiego Bordeaux Moelleux

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych obiektu badawczego.



Rys. 2. Zestawienie prognozy stosowanej w obiekcie badawczym i sprzedaży wina białego, wytrawnego Bordeaux

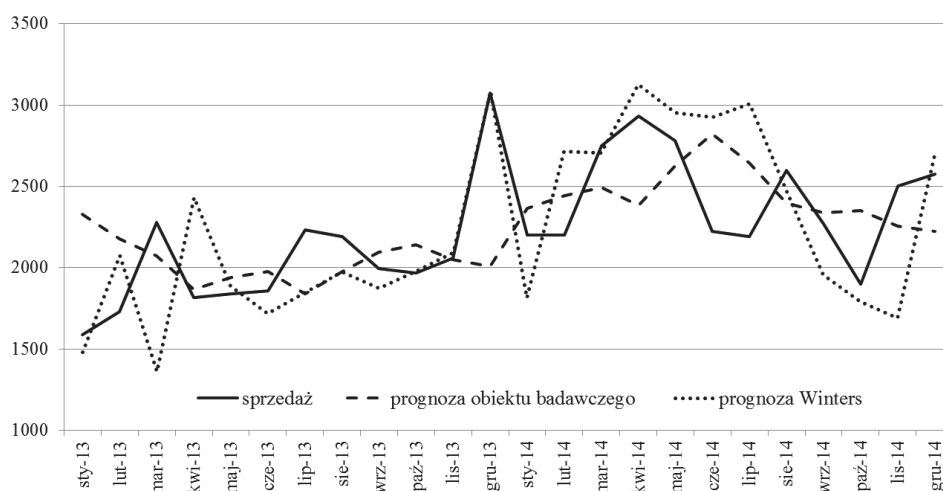
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych obiektu badawczego.

W tym wypadku sprzedaż wyróżnia się pewną cyklicznością. Prognoza wyraźnie oddaje charakter średniej arytmetycznej, słabo reagując na wahania sprzedaży.

Badania własne – proponowany model prognozy

Prognoza sprzedaży wina białego Bordeaux Moelleux stworzona za pomocą modelu Wintersa, zaznaczona linią „wykropkowaną” na rysunku 3, wręcz ideal-

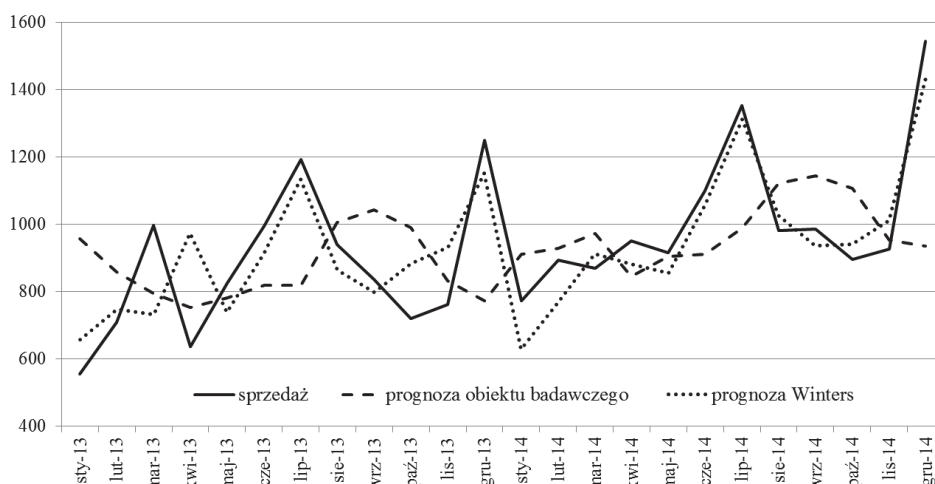
nie trafia w sprzedaż rzeczywistą w grudniu 2013 i 2014, czyli w okresie najwyższej sprzedaży. Model Wintersa nieco gorzej radzi sobie z prognozą w marcu i kwietniu 2013 roku oraz czerwcu i lipcu 2014 roku, co może być spowodowane zbyt dużymi wahaniami losowymi, których nie jest się w stanie dokładnie przewidzieć. Wstępne badania i dokonane pomiary na podstawie raportów zamówień i sprzedaży wskazują, że model Wintersa może być z powodzeniem stosowany przynajmniej w okresach spodziewanego wzrostu sprzedaży. W przypadku wina białego w grudniu każdego roku.



Rys. 3. Zestawienie sprzedaży, prognozy stosowanej w obiekcie badawczym i prognozy według modelu Wintersa dla wina białego, półsłodkiego Bordeaux Moelleux

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych obiektu badawczego.

W odniesieniu do kolejnego badanego wina – białego Bordeaux, prognoza według modelu Wintersa przebiega niemalże na równi ze sprzedażą, z niewielkimi odchyleniami (rys. 4). Prognoza Wintersa dobrze reaguje na wahania sezonowe, podobnie jak w poprzednim przykładzie. Tak trafna prognoza świadczy o niewielkich wahaniami losowych badanej pozycji oraz na regularnych wahaniami sezonowych na podobnym poziomie. W tym przypadku trafność prognozy Wintersa jest dużo bliższa rzeczywistej sprzedaży nie tylko w sezonie, przypadającym dla tego wina w czerwcu i grudniu, ale także w pozostałych okresach.



Rys. 4. Zestawienie sprzedaży, prognozy stosowanej w obiekcie badawczym i prognozy modelu Wintersa dla wina białego, wytrawnego Bordeaux

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych obiektu badawczego.

W odniesieniu do przedstawionych win czerwonych, prognoza wyznaczona za pomocą modelu Wintersa znacznie celniej trafia w zwyżkującą sprzedaż grudniową niż prognoza za pomocą średniej arytmetycznej ruchomej. W przypadku wina Porto w pozostałych miesiącach, z wyjątkiem spadku sprzedaży w styczniu, prognoza Wintersa nieznacznie tylko odchyła się od faktycznej sprzedaży.

Podsumowanie

Zebrane wyniki średnich błędów kwadratowych prognozy Wintersa oraz prognozy obiektu badawczego można użyć do oszacowania możliwego obniżenia braków magazynowych. Jako że najbardziej problematycznym okresem do prognozowania sprzedaży jest moment jej najwyższego wzrostu (okresy świąteczne), braki przypadły na lata 2013 i 2014. Z chwilą wprowadzenia do sieci prognozowania opartego na proponowanym modelu w 2015 roku (święta wielkanocne), braki w niektórych markach zostały zmniejszone do minimum. W praktyce, dzięki zastosowaniu modelu Wintersa poziom niedoboru win zmniejszył się czterokrotnie. W łącznym rozrachunku poziom braków zanotowanych w badanym okresie wynosił 10,54% (wg modelu średniej arytmetycznej, stosowanego przez sieć), a po zastosowaniu rozwiązania proponowanego przez autorów obniżył się do 3,05%. Potwierdziła się przyjęta hipoteza. Aktualnie dalej trwają prace nad udoskonaleniem modelu prognozowania.

Autorzy artykułu nie przedstawili w swoich rozważaniach danych dotyczących wszystkich obiektów, które były objęte procesem badawczym.

Bibliografia

- Dittmann P., Szabela-Pasierbińska E., Dittmann I., Szpulak A., *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wolters Kluwer Polska, Kraków 2009.
- Ficoń K., *Procesy logistyczne w przedsiębiorstwie*, Wyd. Impuls Plus Consulting, Gdynia 2001.
- Kowalski L., *Modelowanie i prognozowanie. Materiały dydaktyczne*, Warszawa 2010, <http://pis.rezolwenta.eu.org/Materialy/modelowanie.pdf>.
- Lattayak W.J., Stokes H.H., *Exponential smoothing forecasting using SCAB34S and SCA WorkBench*, <http://hhstokes.people.uic.edu/ftp/e537/Exponential%20Smoothing%20Forecasting.pdf>.
- Logistyka dystrybucji*, red. K. Rutkowski, Oficyna Wyd. SGH, Warszawa 2005.
- Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, red. M. Cieślak, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Sarjusz-Wolski Z., *Sterowanie zapasami w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2000.
- Skowronek C., Sarjusz-Wolski Z., *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2012.

THE USE OF CLASSICAL METHODS OF FORECASTING DEMAND IN THE LOGISTICS OF LARGE RETAIL CHAINS

Summary

The paper is an attempt of indicating the appropriate attitude for stock planning. It requires a proper selection of forecasting method by harmonizing the relationship between supply and demand. The process should rely on minimizing inventories and reducing costs connected with this process. The concept of supply and demand are complementary and complements each other. The authors tried to find an appropriate method of forecasting. The choice of this method depends on various aspects and external factors e.g. a kind of demand while creating a forecast. In a logistic reality we have to consider two different types of demand: dependent and independent demand. The dependent demand is defined as a demand for products or services induced by the need of other products. The independent demand – the result of decisions taken by a final customer – is developed under the influence of systematic and random factors.

Keywords: reserve planning, classical methods of forecasting demand, logistics, retail chains

Translated by Andrzej Wojciechowski, Natalia Wojciechowska

