

8

PROGNOZOWANIE POPYTU NIEZALEŻNEGO JAKO ELEMENT WSPOMAGAJĄCY PLANOWANIE POTRZEB MATERIAŁOWYCH W ZAKŁADACH PRODUKCYJNYCH

8.1 WPROWADZENIE

Planowanie jest istotnym elementem każdego systemu zarządzania produkcją, którego podstawowym zadaniem jest wygenerowanie właściwego planu i odpowiednie rozłożenie w czasie. Planowanie potrzeb materiałowych w przedsiębiorstwie, opiera się na analizie struktury wyrobu gotowego, planu produkcji, cyklu produkcyjnego oraz głównego harmonogramu produkcji. Utworzony plan potrzeb materiałowych ma więc znaczny wpływ na wielkość gromadzonego w danym przedsiębiorstwie zapasu surowców i materiałów do produkcji. Obecnie przedsiębiorstwa produkcyjne dążą do zredukowania ilości zapasów, ponieważ obniża to koszty magazynowania i obsługi. Istnieje jednak ryzyko pojawienia się opóźnień w dostawach surowców, a co za tym idzie, pojawienia się braków w czasie produkcji. Plan potrzeb materiałowych powinien więc być opracowany tak, aby nie dopuścić zarówno do braku jak i nadmiaru zapasów. Aby jednak było to możliwe, przedsiębiorstwa muszą posiadać odpowiednią informację na temat wielkości przyszłej produkcji w danych jednostkach czasu. Niezbędnych informacji do podejmowania decyzji i planowania zasobów może dostarczyć odpowiednio opracowana prognoza.

8.2 ROLA PROGNOZOWANIA POPYTU W PLANOWANIU POTRZEB MATERIAŁOWYCH

Prognozowanie popytu najogólniej można określić jako przewidywanie przyszłego zapotrzebowania na produkty w określonym czasie. W praktyce wyróżniamy dwa rodzaje zapotrzebowania (popytu) [7]:

- Popyt zależny (wtórny) – wynikający z zapotrzebowania na surowce, materiały, podzespoły itp. potrzebne do wytworzenia wyrobu gotowego,
- Popyt niezależny (pierwotny) – niezwiązany z żadnym wewnętrznym zapotrzebowaniem materiałowym, lecz wynikający z popytu zewnętrznego (rynkowego).

Popyt niezależny jest więc popytem na wyroby gotowe lub elementy zamienne do tych wyrobów, a jego wielkość jest sumą decyzji podejmowanych przez poszczególnych klientów na danym rynku. W popycie tym można wyodrębnić działanie czynników systematycznych i

losowych [6], co oznacza, że nie można go dokładnie określić, jednakże można oszacować jego przyszłą wielkość na podstawie prognoz. W odróżnieniu do popytu niezależnego, zapotrzebowanie zależne można dokładnie wyliczyć, gdyż odnosi się do elementów składowych wchodzących w skład wyrobu gotowego. Jednak, aby odpowiednio zaplanować ilość potrzebnych materiałów do produkcji musi być znana wielkość popytu niezależnego.

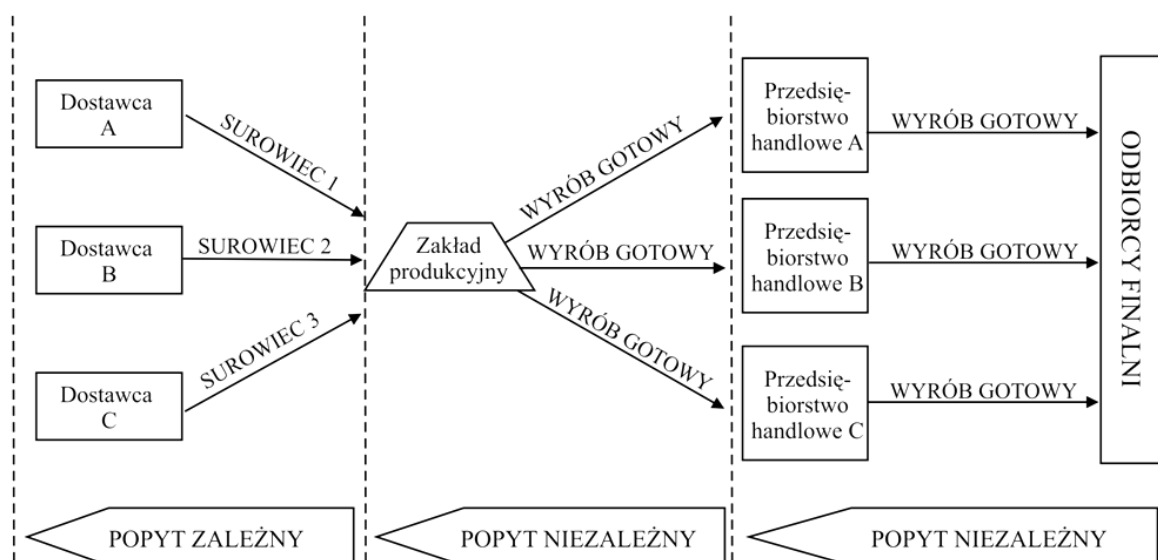
Trafnie określona prognoza popytu niezależnego może znacząco wpływać m. in. na [5]:

- Planowanie produkcji,
- Wielkość zapasów bezpieczeństwa,
- Planowanie zapotrzebowania materiałowego,
- Planowanie mocy maszyn,
- Oszacowania zaangażowania ludzi,
- Organizacji pracy magazynu,
- Kontroli kosztów logistycznych
- Jakość obsługi klienta.

Od poprawnej prognozy popytu zależy trafność wszystkich decyzji związanych z planowaniem zasobów i działań, a także jakość obsługi klienta i wysokość kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa [5].

Na przykładowym, uproszczonym łańcuchu dostaw (rys. 8.1) wskazano miejsce popytu zależnego i niezależnego.

Popyt niezależny występuje w dwóch miejscach w łańcuchu dostaw. Po pierwsze jest to popyt odbiorców finalnych na wyroby gotowe, które udostępniane są przez detalistów, po drugie jest to popyt przedsiębiorstw handlowych na wyroby gotowe pochodzące od producenta. Zakłady produkcyjne muszą wiedzieć jak będzie wyglądała przyszła sprzedaż, aby mogły zaplanować produkcję wyrobów gotowych, obciążenie linii produkcyjnych, zaangażowanie pracowników itd.



Rys. 8.1 Uproszczony łańcuch dostaw sterowany popytem

Źródło: opracowanie własne

Podstawowym źródłem informacji są dla nich zamówienia bezpośrednich odbiorców ich wyrobów gotowych (czyli przedsiębiorstw handlowych, hurtowni, detalistów itp.), na podstawie których mogą tworzyć prognozy produkcji. Natomiast przedsiębiorstwa handlowe ze względu na bliższy kontakt z odbiorcami finalnymi i lepszą znajomość danego rynku powinny tworzyć prognozy popytu, które mogą traktować jako ocenę możliwości sprzedaży. Przedsiębiorstwo produkcyjne znając zamówienia odbiorców z wyprzedzeniem może odpowiednio zaplanować zapotrzebowanie zależne.

Producenci powinni dbać o integrowanie i zacieśnianie relacji z odbiorcami w łańcuchu dostaw, dzielenie się informacją i koordynowanie działań, gdyż ich brak może potęgować efekt „byczego bicza”, polegający na wzmocnionym przenoszeniu zmian popytu w łańcuchu dystrybucji [5]. Oznacza to, że początkowo nieznaczne wahania popytu finalnych odbiorców rosną w miarę przekazywania informacji o popycie przez kolejne ogniwa łańcucha dostaw. Każde kolejne ogniwo łańcucha dostaw korzysta z informacji o zmianach popytu niższego poziomu łańcucha, które najczęściej nie odzwierciedlają faktycznego popytu zgłaszanego przez odbiorców finalnych. Ostatecznie producent otrzymuje zniekształconą informację o popycie, co zmusza go do utrzymywania większej ilości zapasów surowcowych, a tym samym zmniejsza jego dochody.

Utrzymywanie pewnego poziomu zapasów surowców i materiałów w firmie jest nieuniknione, ponieważ każda prognoza popytu jest obarczona mniejszym lub większym błędem. Można jednak podjąć działania wspomagające, polegające np. na wykorzystywaniu przez producenta prognoz dotyczących przyszłego popytu pochodzących z najniższych szczebli łańcucha dostaw. W zamian zakłady produkcyjne mogą oferować różnego rodzaju rabaty za dzielenie się informacją.

Opracowywane prognozy popytu niezależnego powinny mieć charakter krótkoterminowy lub średnioterminowy – gdyż im dłuższy horyzont prognozy tym prawdopodobieństwo prognozy maleje. Znane są różne metody prognozowania popytu (tabela 8.1), jednak do prognoz dla krótkich odcinków czasu właściwymi metodami prognozowania są metody oparte na analizie szeregów czasowych danej zmiennej [7]. Dodatkowo przy wyborze metody należy uwzględnić czy charakter popytu jest stały (regularny), czy zmienny (o charakterze trendu lub o charakterze sezonowym).

Każda sytuacja prognostyczna może być inna, więc związany z nią wybór metody prognozowania stanowi trudne zadanie, wymagające zarówno znajomości metod prognozowania jak i posiadania merytorycznej wiedzy na temat badanego zjawiska [2].

Tabela 8.1 Podział ilościowych metod prognozowania ze względu na charakter popytu

Metody prognozowania popytu stałego	Metody prognozowania popytu o charakterze trendu	Metody prognozowania popytu sezonowego
<ul style="list-style-type: none"> • Metoda naiwna • Metoda średniej ruchomej • Metoda średniej ruchomej ważonej • Model Browna (metoda wygładzania wykładniczego I rzędu) 	<ul style="list-style-type: none"> • Metoda Holta • Metoda prostej regresji liniowej • Modele analityczne 	<ul style="list-style-type: none"> • Metoda Wintera • Metoda współczynników sezonowości • Metoda Kleina • Analiza harmoniczna

Źródło: opracowanie własne

W niniejszym opracowaniu, zostaną opisane i zastosowane jedynie niektóre, wybrane metody.

8.3 ZASTOSOWANIE WYBRANYCH METOD PROGNOZOWANIA NA PRZYKŁADZIE PRODUKCJI SPRZĘTU AGD

Prognoza wielkości produkcji jest uwarunkowana przyszłym popytem na dane dobro. Przyszłe zapotrzebowanie można oszacować na podstawie danych retrospektywnych (historycznych). Pierwszym etapem prognozy jest określenie charakteru badanej wielkości korzystając ze współczynnika zmienności względnej V_i [3]:

$$V_i = \frac{\sigma}{\bar{y}} \cdot 100 [\%]$$

gdzie:

V_i – współczynnik zmienności,

\bar{y} – średnia wartość badanej wielkości,

σ – odchylenie standardowe.

Jeżeli wartość tego współczynnika nie przekracza przyjętej z góry wartości progowej V_i^* świadczy to o regularności badanej wielkości – z niewielkimi odchyleniami od wartości średniej. Natomiast jeśli wartość współczynnika jest wyższa niż przyjęta wartość progowa, to badana wielkość ma charakter nieregularny. Wybór wartości progowej V_i^* jest subiektywny [3]. W literaturze przedmiotu zakłada się na ogół, że wartość ta ustalana jest w granicach 5-10%.

Dla przykładu zostaną wykorzystane dane statystyczne dotyczące rynku AGD opublikowane przez CECED Polska*.

Kształtowanie się miesięcznej produkcji kuchenek wolnostojących w latach 2011-2012 przedstawiono w tabeli 8.2.

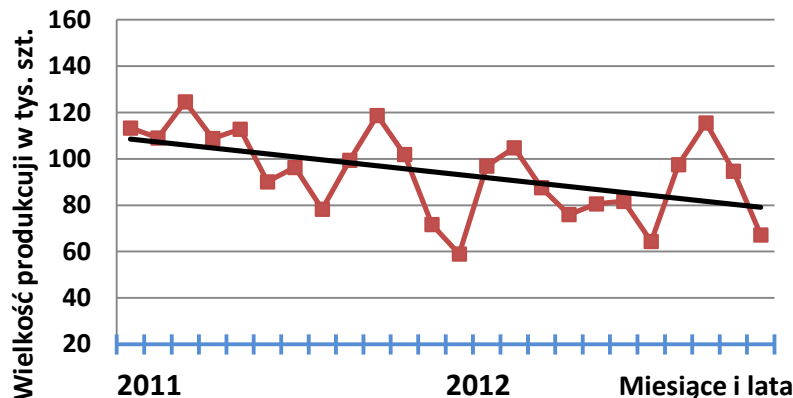
Tabela 8.2 Zestawienie miesięcznej produkcji kuchenek wolnostojących w latach 2011-2012 (w tys. szt.)

2011												
Miesiąc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	113,3	109	124,6	108,8	112,8	90,1	96,3	78,3	99,4	118,7	101,9	71,7
2012												
Miesiąc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	59	96,9	104,8	87,6	76	80,6	81,7	64,4	97,5	115,5	94,7	67,2

Zródło: Opracowanie własne na podstawie [10]

Po obliczeniu wartości średniej oraz odchylenia standardowego od wartości średniej, wyznaczono współczynnik zmienności którego wartość wyniosła $V_i = 19,5\%$, co oznacza, że charakter badanej próby jest zmienny, więc do wykonania prognozy zastosowana zostanie jedna z metod prognozowania popytu o charakterze zmiennym. Po przedstawieniu powyższych danych na wykresie (rys. 8.2), oraz naniesieniu linii trendu, można zaobserwować lekką tendencję malejącą.

* członek Europejskiego Stowarzyszenia Producentów AGD (European Committee of Manufacturers of Domestic Equipment), <http://www.cecedpolska.pl/>



Rys. 8.2 Zmiany wielkości miesięcznej produkcji w latach 2011-2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

W badanym okresie miesięczna produkcja ulegała pewnym wahaniom. Naniesiony trend ma typ liniowy, w związku z czym do prognozowania wielkości przyszłej produkcji (np. na kolejne miesiące I kwartału 2013 roku) można użyć metody prostej regresji liniowej.

Prognoza według tej metody wyrażona jest wzorem [4]:

$$P_{t+1} = a \cdot n + b$$

gdzie:

P_{t+1} – prognoza na kolejny okres,

n – numer porządkowy prognozowanego okresu,

a – wartość zmiennej w analizowanym okresie,

b – wartość przyrostu lub spadku zmiennej zależnej.

Aby określić parametry a i b można skorzystać np. z możliwości programu Excel lub rozwiązać poniższy układ równań [4]:

$$\begin{cases} a \sum t_i^2 + b \sum t_i = \sum t_i \cdot y_i \\ a \sum t_i + b \cdot n = \sum y_i \end{cases}$$

w którym:

t_i – numer porządkowy okresu, który jest wartością zmiennej niezależnej,

y_i – zmienna zależna,

a – wartość zmiennej w analizowanym okresie,

b – wartość przyrostu lub spadku zmiennej zależnej,

n – liczba wszystkich analizowanych okresów.

Korzystając z programu Excel określono funkcję trendu jako: $y = -1,275x + 109,7$, więc wartości parametrów a i b wynoszą $a = -1,275$ i $b = 109,7$. Na podstawie tych informacji można już wyznaczyć prognozę na kolejne miesiące w 2013 roku. Analizowanych było 12 miesięcy 2011 roku oraz 12 miesięcy 2012 roku, co oznacza, że kolejny numer porządkowy okresu to 25.

Prognoza wielkości produkcji kuchenek wolnostojących w styczniu 2013 wynosi:

$$P_{25} = -1,275 \cdot 25 + 109,7 = 77,83 \text{ tys. szt.}$$

Analogicznie prognozy na luty, marzec i kwiecień wynoszą kolejno: $P_{26} = 76,55$, $P_{27} = 75,28$, $P_{28} = 74$ tys. szt. kuchenek wolnostojących.

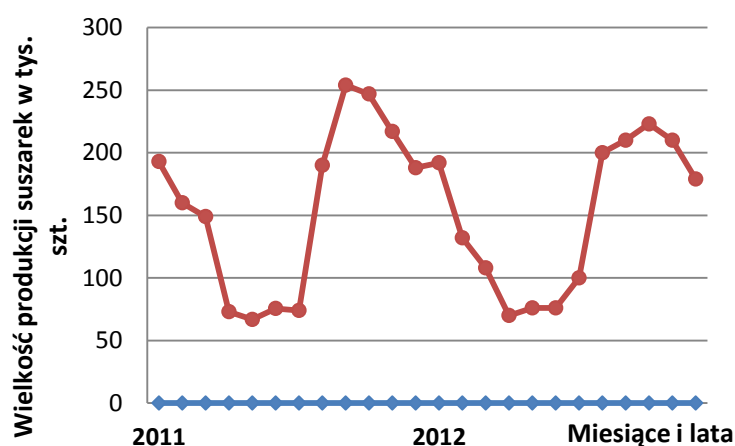
Nie zawsze jednak wielkość produkcji charakteryzuje się względnie małymi odchyleniami od wartości średniej, na podstawie których można wyznaczyć linię trendu. Czasem zdarza się, że wahania są znaczne i należy dobrać inną metodę prognozowania. Dla przykładu zaprezentowana zostanie produkcja suszarek, której wielkość kształtowała się nieco inaczej w tym samym okresie badawczym. Dane zostały przedstawione w tabeli 8.3.

Tabela 8.3 Zestawienie miesięcznej produkcji suszarek w latach 2011-2012 (w tys. szt.)

2011												
Miesiąc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	193	160	149	73	66,8	75,6	74	190	254	247	217	188
2012												
Miesiąc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	192	132	108	70	76	76	100	200	210	223	210	179

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [10]

Produkcja suszarek charakteryzuje się wahaniami sezonowymi (rys. 8.3). Wahania sezonowe, to powtarzające się z roku na rok regularne zmiany ilościowe w rozmiarach przebiegu zjawisk masowych [8]. Wahania te powodują odchylenia od rytmicznego przebiegu produkcji.



Rys. 8.3 Zmiany wielkości miesięcznej produkcji suszarek w latach 2011-2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

Do wyznaczenia prognozy na kolejny okres wykorzystana zostanie metoda współczynników sezonowości, polegająca na wyznaczeniu dla poszczególnych faz cyklu wskaźników sezonowości lub bezwzględnych wahań sezonowych [9]. W zależności od rodzaju wahań sezonowych do prognozowania można użyć modelu addytywnego (wahania bezwzględnie stałe) lub multiplikatywnego (wahania względnie stałe).

Ustalone zostały wskaźniki sezonowości na podstawie modelu multiplikatywnego [3]:

$$S_i = \frac{y_{ti}}{\hat{y}_{ti}}$$

gdzie:

S_i – wskaźniki sezonowości w i – tym podokresie cyklu sezonowości,

y_{ti} – rzeczywista wartość zaistniała w danym okresie,

\hat{y}_{ti} – średnia wartość zmiennej w i – tym podokresie cyklu sezonowości.

Wyznaczono współczynniki sezonowości dla każdego miesiąca kolejnych lat i na ich podstawie obliczono wartości średnie (tabeli 8.4). Średnia wartość współczynników jest potrzebna do utworzenia prognozy na kolejny rok.

Tabela 8.4 Zestawienie współczynników sezonowości dla każdego miesiąca w kolejnych latach oraz ich średnie wartości

miesiące		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Współczynnik sezonowości dla każdego okresu	2011	1,23	1,02	0,95	0,46	0,42	0,48	0,47	1,21	1,61	1,57	1,38	1,2
	2012	1,3	0,89	0,73	0,47	0,51	0,51	0,68	1,35	1,42	1,51	1,42	1,21
Średni współczynnik sezonowy		1,26	0,95	0,84	0,47	0,47	0,5	0,57	1,28	1,52	1,54	1,4	1,2

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie analizowanych danych, poza wahaniami sezonowymi, można zaobserwować również niewielką tendencję malejącą (średnia wielkość produkcji w roku 2012 spadła). Do określenia prognozy na rok 2013 wykorzystana zostanie ponownie metoda prostej regresji liniowej. Linia trendu wyrażona jest funkcją: $y = 1,539x + 133,4$

więc:

$$P_3^{(w)} = 1,539 \cdot 3 + 133,4 = 138,02 \text{ tys. szt}$$

Wstępna prognoza średniej wielkości produkcji suszarek w roku 2013 wynosi 138,02 tys. szt. Szczegółowe miesięczne prognozy zostaną wyznaczone na podstawie wcześniej obliczonych średnich współczynników sezonowości oraz wstępnej prognozy średniej wielkości produkcji w roku 2013. Posłuży do tego celu poniższy wzór [3]:

$$P_{ti} = P_{ti}^{(w)} \cdot S_i$$

w którym:

P_{ti} – prognoza wyznaczona na okres t ,

$P_{ti}^{(w)}$ – wstępna prognoza wyznaczona na okres t ,

S_i – wskaźnik sezonowości dla i – tej fazy cyklu.

Obliczone miesięczne prognozy wielkości produkcji w roku 2013 prezentuje tabela 8.5.

Tabela 8.5 Zestawienie prognozowanych wielkości miesięcznej produkcji suszarek w 2013 (w tys. szt.)

miesiąc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Prognozowana wielkość produkcji	174	132	116	65	65	69	79	177	209	212	193	166

Źródło: opracowanie własne

Obliczone prognozy na kolejne miesiące roku 2013 wskazują zachowanie sezonowości poszczególnych okresów i jednocześnie uwzględniają tendencję malejącą.

Te same metody prognozowania mogą być wykorzystywane przez niższe ogniwa w łańcuchu dostaw do prognozowania popytu niezależnego (możliwości przyszłej sprzedaży).

8.4 OCENA DOPUSZCZALNOŚCI ORAZ JAKOŚCI PROGNOZY I JEJ KONSEKWENCJE DLA PRODUKCJI

Prognoza jest dopuszczalna wtedy, gdy jest obdarzona przez jej odbiorcę stopniem zaufania, który wystarcza do tego, aby mogła być wykorzystana do celu, w jakim została utworzona. Decyzja o tym, czy dana prognoza jest dopuszczalna jest podyktowana kilkoma kryteriami [9]:

1. Horyzont czasowy – realne wyprzedzenie czasowe prognozy nie powinno być zbyt duże, lecz ograniczone ze względu na zastosowany model prognostyczny,
2. Kryteria ilościowe – wykorzystanie różnych mierników błędu prognozy.

W praktyce stosowane są różne błędy prognozy. Ocena dokładności prognozy może być dokonywana poprzez oszacowanie spodziewanej wartości odchylenia rzeczywistych realizacji zmiennej prognozowanej od prognoz (*ex ante*), natomiast trafność prognozy można określić poprzez obliczenie wartości odchylenia rzeczywistych realizacji zmiennej prognozowanej od prognoz (*ex post*) [1].

Do oceny dokładności i trafności prognozy produkcji kuchenek wolnostojących w 2013 roku zostaną wykorzystane następujące błędy prognozy:

- średni błąd prognozy,
- średni absolutny (bezwzględny) błąd prognozy,
- odchylenie standardowe.

Pomiar błędu będzie dotyczył jedynie dwóch pierwszych miesięcy w roku 2013 ze względu na dostępność danych (tabela 8.6).

Tabela 8.6 Zestawienie prognozowanej i rzeczywistej wielkości produkcji kuchenek wolnostojących w I kwartale 2013 roku (w tys. szt.)

Prognozowana wielkość produkcji na I kwartał 2013				
Miesiąc	I	II	III	IV
	77,83	76,55	75,28	74
Rzeczywista wielkość produkcji w I kwartale 2013				
Miesiąc	I	II	III	IV
	92,6	87,3	brak danych	brak danych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

Najpraktyczniejszym z mierników, dla celów sterowania zapasami, jest błąd standardowy prognozy (odchylenie standardowe), ponieważ umożliwia szacowanie spodziewanych przyszłych błędów (*ex ante*). Oblicza się go ze wzoru [6]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_t - p_t)^2}{n - 1}}$$

gdzie:

σ – odchylenie standardowe,

y_t – rzeczywista wielkość produkcji w jednostce czasu t ,
 p_t – prognozowana wielkość produkcji w jednostce czasu t ,
 n – liczba analizowanych okresów.

Odchylenie standardowe prognozy wyniosło 18,26 tys. szt.
Średni błąd prognozy, liczony ze wzoru [5]:

$$\bar{e}_t = \frac{\sum(y_t - p_t)}{n}$$

wyniósł 12,76 tys. szt.

Natomiast średni absolutny błąd prognozy, wyrażony wzorem [5]:

$$\bar{d}_t = \frac{\sum |y_t - p_t|}{n}$$

wyniósł również 12,76 tys. szt.

Z danych przedstawionych w tabeli 8.6 wynika, że w obu pierwszych miesiącach 2013 roku faktyczna produkcja była wyższa niż wielkość prognozowana, jednak wartości te nie przekroczyły wartości odchylenia standardowego dla funkcji trendu. Ponadto zarówno średni błąd prognozy jak i średni absolutny błąd prognozy również były niższe od wartości błędu standardowego, można więc uznać prognozę za trafną.

Kolejnym istotnym aspektem w prognozowaniu krótkoterminowym jest ciągła kontrola trafności prognozy, pozwalająca weryfikować dopasowanie wybranej metody prognozowania do danych empirycznych.

Narzędziem monitorowania może być sygnał śledzący[6]:

$$SL_t = \frac{\sum e_t}{\bar{d}_t}$$

gdzie:

e_t – błąd prognozy dla okresu t ,

\bar{d}_t – średni absolutny błąd prognozy.

Wartość sygnału śledzącego powinna oscylować w granicach przedziału (-4,4). Przedział ten pozwala zidentyfikować źródła błędów prognozy – jeśli wartości sygnału nie wykraczają poza wspomniane granice oznacza to, iż źródłem błędów są czynniki czysto losowe, co nie rodzi konieczności weryfikacji stosowanego modelu [5].

W analizowanym przykładzie wartość sygnału śledzącego wyniosła 2, zatem nie zachodzi obawa, że zdezaktualizował się wybrany model prognostyczny.

W praktyce do monitorowania trafności prognozy stosowany jest również sygnał Trigga, przy czym jego wartości powinny mieścić się w przedziale (-1,1) i wyrażony jest wzorem [4]:

$$Tr_t = \frac{\bar{e}_t}{\bar{d}_t}$$

gdzie:

\bar{e}_t – średni błąd prognozy,

\bar{d}_t – średni absolutny błąd prognozy.

Sygnał Trigga dla badanego przypadku wyniósł 1, co również wskazuje na poprawnie dobraną metodę prognozowania.

Do oceny dopuszczalności prognozy produkcji suszarek w pierwszych dwóch miesiącach 2013 roku zostaną również wykorzystane wcześniej opisane mierniki. Rzeczywista wielkość produkcji suszarek w 2013 roku została zaprezentowana w tabeli 8.7.

Tabela 8.7 Zestawienie prognozowanej i rzeczywistej wielkości produkcji suszarek w I kwartale 2013 roku (w tys. szt.)

Prognozowana wielkość produkcji na I kwartał 2013				
Miesiąc	I	II	III	IV
	174	132	116	65
Rzeczywista wielkość produkcji w I kwartale 2013				
Miesiąc	I	II	III	IV
	192	129	brak danych	brak danych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [10]

Na podstawie danych z 2013 roku obliczono wartości mierników błędu prognozy oraz wartość sygnałów śledzących. Wyniki przedstawiono w tabeli 8.8.

Tabela 8.8 Wartości poszczególnych mierników błędu prognozy

Odchylenie standardowe prognozy σ	Średni błąd prognozy \bar{e}_t	Średni absolutny błąd prognozy \bar{d}_t	Sygnał śledzący SL_t	Sygnał Trigga Tr_t
18,24	7,5	10,5	1,43	0,71

Źródło: opracowanie własne

Różnice pomiędzy wartościami rzeczywistej wielkości produkcji suszarek w 2013 roku a wartościami prognozowanymi (tabela 8.7) nie przekroczyły wartości odchylenia standardowego dla funkcji trendu. Ponadto zarówno średni błąd prognozy jak i średni absolutny błąd prognozy również były niższe od wartości błędu standardowego, można więc uznać prognozę za dopuszczalną. Wartości sygnałów śledzących mieszczą się w wyznaczonych granicach co potwierdza słuszność doboru metody prognozowania.

Istnieje wiele możliwości zwiększania dokładności i pewności prognozy, a tym samym zachowania jej dopuszczalności, jak np. zastosowanie kilku różnych metod prognozowania i zestawienie ich wyników [9]. W budowie końcowej prognozy powinno się uwzględnić koszty jej ewentualnego błędu dla przedsiębiorstwa produkcyjnego. Nietrafiona prognoza może wiązać się z poważnymi konsekwencjami, jak np.:

- koszty utraconych możliwości (jeśli rynek rozwija się szybciej niż prognozowała firma, przedsiębiorstwo nie byłoby w stanie zaspokoić popytu),
- utrzymywanie większej ilości zapasów surowcowych,
- niższy poziom obsługi klienta.

Dobrym rozwiązaniem dla firm produkcyjnych wydaje się być planowanie przyszłych potrzeb materiałowych w oparciu zarówno o ich własne prognozy przyszłej produkcji na podstawie danych historycznych, jak i o prognozy przyszłej sprzedaży (przyszłego popytu niezależnego) sporządzane przez przedsiębiorstwa handlowe współpracujące w ramach łańcucha dostaw.

PODSUMOWANIE

Zastosowanie prognozowania w planowaniu potrzeb materiałowych przynosi istotne korzyści przedsiębiorstwom produkcyjnym – przede wszystkim pozwala na znaczne zredukowanie poziomu zapasów surowcowych, a co za tym idzie, obniżenie poziomu kosztów. Metod prognozowania jest wiele, dlatego ważne jest dobranie odpowiedniej metody do charakterystyki badanego zjawiska, ponieważ źle oszacowana wartość przyszłego zjawiska wiąże się z licznymi konsekwencjami. Nie istnieją prognozy idealne, każda z nich jest obciążona mniejszym lub większym błędem, głównie ze względu na czynniki losowe, jednak można za pomocą wielu narzędzi analizować ich jakość i dopuszczalność. W analizowanych w pracy przypadkach produkcji sprzętu AGD, prognozy odbiegały nieco od wartości rzeczywistych, jednak ich błędy mieściły się w granicach dopuszczalności, dzięki czemu można było uznać prognozy za trafne, a metody prognozowania za dobrze dobrane.

Bardzo ważną kwestią, poza doбором metody prognozowania, jest także współpraca w tym zakresie pomiędzy poszczególnymi szczeblami w łańcuchu dostaw, polegająca na dzieleniu się informacją o przyszłym popycie. Szczególnie istotnym źródłem informacji są najniższe ogniwa w łańcuchu dostaw (przedsiębiorstwa handlowe) ponieważ mają one bezpośredni kontakt z ostatecznym odbiorcą wyrobów gotowych.

LITERATURA:

1. Cieślak M.: (red.), *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, PWN Warszawa 2001, s. 47.
2. Dittmann P.: *Metody prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie*, Wyd. AE, Wrocław 1998, s. 29.
3. Dittmann P., Szabela-Pasierbińska E., Dittmann I., Szpulak A.: *Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa*, Oficyna Wolters Kluwer, Warszawa 2011, s. 106-107, 149-150.
4. Grzybowska K.: *Gospodarka zapasami i magazynem, Część 1 Zapasy*, Difin, Warszawa 2009, s. 212, 228.
5. Rutkowski K.: (red.), *Logistyka dystrybucji*, Difin, Warszawa 2002, s. 115, 126-127, 131.
6. Sarjusz-Wolski Z.: *Strategia zarządzania zaopatrzeniem*, PLACET, Warszawa 1998, s. 28, 40, 44.
7. Skowronek Cz., Sarjusz-Wolski Z.: *Logistyka w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2012, s. 170, 215.
8. Sobczyk M., *Prognozowanie*, Placet, Warszawa 2008, s. 27-28, 69.
9. Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S.: *Prognozowanie ekonomiczne*, PWN, Warszawa 2004, s. 23-24, 90.
10. Raporty *Miesięczna produkcja AGD w Polsce – rok 2011*, *Miesięczna produkcja AGD w Polsce – rok 2012* oraz *Miesięczna produkcja AGD w Polsce – luty 2013*, CECED Polska Związek Pracodawców AGD, www.cecedpolska.pl, [dostęp: 18.04.2013]

PROGNOZOWANIE POPYTU NIEZALEŻNEGO JAKO ELEMENT WSPOMAGAJĄCY PLANOWANIE POTRZEB MATERIAŁOWYCH W ZAKŁADACH PRODUKCYJNYCH

Streszczenie: *Artykuł przedstawia wykorzystanie wybranych metod prognozowania w planowaniu wielkości przyszłej produkcji, a co za tym idzie w planowaniu przyszłego zapotrzebowania materiałowego w zakładach produkcyjnych. W pracy wskazano miejsce zakładów produkcyjnych w łańcuchu dostaw i zwrócono uwagę na istotę integracji i wymiany informacji pomiędzy poszczególnymi ogniwami łańcucha dostaw w zakresie prognozowania przyszłego popytu niezależnego. Scharakteryzowane zostały również wybrane metody oceny dopuszczalności i jakości wyznaczonych prognoz oraz narzędzia monitorujące, pozwalające na weryfikację dopasowania wybranej metody prognozowania do danych empirycznych. Ponadto omówiono krótko potencjalne korzyści dla zakładów produkcyjnych wynikające z trafnie dobranych metod prognozowania oraz konsekwencje z niewłaściwie postawionych prognoz lub ich braku.*

Słowa kluczowe: *prognozowanie popytu, planowanie potrzeb materiałowych, logistyka, zapasy produkcyjne*

INDEPENDENT DEMAND FORECASTING AS PART OF A MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING IN MANUFACTURING COMPANIES

Abstract: *The article presents the application of the selected methods of forecasting in a material requirements planning in manufacturing companies. This paper shows the place of manufacturing companies in supply chain and pointing out to essence the integration and exchange of informations in independent demand forecasting. Author also characterized the chosen methods of evaluating the admissibility and quality of forecast and the monitoring tools allowing to the verification of the fit of chosen forecasting method to empirical data. Moreover, the article presents the potential benefits resulting from the aptly choice of forecasting method and the consequences of the incorrect forecast.*

Key words: *demand forecasting, material requirements planning, logistics, production stocks*

mgr Karina HERMANN
Zespół Szkół Ekonomiczno-Technicznych w Gliwicach
ul. Sikorskiego 132, 44-103 Gliwice
e-mail: hermann.karina@gmail.com
dr hab. inż. Witold BIAŁY, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: wbialy@polsl.pl