



TECHNIKA TRANSPORTU SZYNOWEGO

Piotr KISIEL, Bożena ZWOLIŃSKA, Rafał ZAKRZEWSKI

ZARZĄDZANIE ZAPASAMI W MAGAZYNIE CZĘŚCI AUTOMATYKI PRZEMYSŁOWEJ

Streszczenie

Celem niniejszej pracy jest wybór najlepszej metody prognozowania dla wybranych elementów automatyki przemysłowej. Zakres pracy obejmuje wykonanie w języku Visual Basic programu ułatwiającego analizę asortymentów wg metod ABC, XYZ, oraz ich kombinacji i prognozowanie wybranych asortymentów metodami Browna, Holta i Winters'a.

WSTĘP

Termin logistyka wywodzi się z języka greckiego. Pochodzi od słowa *logicos*, *logos* czyli liczenie, sztuka liczenia. Słowa tego po raz pierwszy użył Cesarz bizantyjski na początku X wieku w odniesieniu do działań wojennych. W latach 30-tych XX wieku logistykę stosowano w przedsiębiorstwach amerykańskich w celu usprawnienia zarządzania transportem, magazynowaniem oraz zasobami. Po II wojnie światowej logistykę stosowano głównie w Japonii oraz Europie. Nowoczesny system sterowania zapasami opracowano i wdrożono w Japonii w latach 60-tych. Jego głównym zadaniem było usprawnienie przemieszczania części pomiędzy różnymi gałęziami montażu. W następnym czasie nastąpił rozwój koncepcji Just In Time - brak zapasów, dostawy na bieżąco.

Do szybkiego rozwoju koncepcji logistycznych przyczyniły się między innymi wzrost cen paliwa, energii, transportu oraz nasilenie konkurencji. Producenci byli zmuszeni do poszukiwania nowych źródeł uzyskania przewagi rynkowej, zapewnienia klientom krótkiego czasu oczekiwania na produkt oraz jego niezawodność.

Pojęcie logistyka towarzyszy polskiemu społeczeństwu od około połowy zeszłego stulecia, lecz do tej pory nie ma jasno i dokładnie sformułowanej definicji tego zagadnienia. Jedną z definicji opracowaną przez Towarzystwo Logistyczne, brzmi:

„Logistyka jest procesem planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu i składowania surowców, materiałów, zapasów produkcji w toku, wyrobów gotowych i związanych z tym usług oraz odpowiednich informacji z miejsca pochodzenia do miejsca konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klientów”. [1]

Prognozowanie jest jednym z ważniejszych działów logistyki. Dotyczy sprzedaży, produkcji, magazynowania wyrobów gotowych oraz surowców. Dzięki prognozom można określić zdolność wytwórczą, a co za tym idzie, wybrać odpowiednią metodę wytwarzania lub świadczenia usług, zdecydować o ilości zatrudnianych pracowników oraz przewidzieć poziom kosztów. W literaturze dotyczącej logistyki modele prognozowania pojawiły się około 1959r.

1. IDENTYFIKACJA OBIEKTU BADAŃ

Firma Sitaniec Technology zajmująca się automatyką przemysłową istnieje na polskim rynku od 2000 roku. Początkowo obszarem jej działalności była sprzedaż urządzeń i podzespołów automatyki, kompletacja dostaw oraz dobór urządzeń. Wraz ze wzrostem doświadczenia kadry pracowniczej firma zaczęła świadczyć usługi inżynierskie.

Aktualnie Firma Sitaniec Technology zajmuje się projektowaniem, wykonaniem oraz programowaniem systemów sterowania i monitoringu. Ma duże doświadczenie w wielu dziedzinach przemysłu: spożywczy, drzewny, cementowy, aplikacje wodno-ściekowe. Firma świadczy swoje usługi przede wszystkim na terenie województwa lubelskiego reprezentując jednocześnie producentów takich jak: APAR, Endress+Hauser, IP System Control, OEM Automatic, Omron, SAMSON, SICK, Siemens, Termo-Precyzja, Yokogawa.

Podstawowym problemem z którym zaczęto borykać się w przedsiębiorstwie była zła organizacja magazynu części automatyki przemysłowej. Jako że w samym magazynie jest prawie 26 000 asortymentów istotnym problemem stało się nie tylko nadzorowanie ich stanów, ale także zamawianie i kontrola zakupów. Stąd też zrodziła się potrzeba wykonania programu, który bazując na prostych algorytmach, mógłby wspomóc procesy decyzyjne i usprawnić politykę zakupów przedsiębiorstwa. Przyjęto, że aplikacja powinna mieć możliwość klasyfikacji produktów, oraz na bazie wiedzy opartej o rejestry firmy, wykonywać prognozowanie krótkoterminowe ich zapotrzebowania.

2. METODY PROGNOZOWANIA ZAIMPLEMENTOWANE W PROGRAMIE

2.1. Metody klasyfikacji produktów

2.1.1. Metoda ABC

Metoda ABC powstała na przełomie dziewiętnastego i dwudziestego wieku. Po raz pierwszy sformułował ją włoski ekonomista Vilfredo Pareto, podczas prowadzenia badań koncentracji dochodów w krajach kapitalistycznych. Analiza ABC zwana jest również "zasadą 80/20" ze względu na założenie, iż od 20% przyczyn pochodzi 80% wyników. Jest to elementarna metoda porządkowania dużych zbiorów o zbliżonym przeznaczeniu lub statusie. Stosuje się ją w celu podziału pewnej grupy danych na określony okres, rozmieszczania zapasów w magazynie według wartości jak i wielkości obrotów. Podział na poszczególne grupy określany jest proporcjami udziału [2], [3].

2.1.2. Metoda XYZ

Metoda XYZ służy do klasyfikacji zasobów według regularności zapotrzebowania i ich dokładności. Jest uzupełnieniem metody ABC, lecz różni się od niej celem oraz postępowaniem. Podstawą do klasyfikacji XYZ są dane z ciągu okresów co odróżnia ją od metody ABC w której pod uwagę jest brany jeden okres. Metoda XYZ polega na podzieleniu zapasów na grupy opisujące struktury użytkownika.

2.1.3. Metoda mieszana ABC/XYZ

W praktyce bardzo często stosuje się kombinację metod ABC i XYZ. Pozwala ona lepiej zobrazować oraz usprawnić proces zamawiania asortymentu. Na jej podstawie można określić optymalne zamówienie dla elementów przynależących do poszczególnych grup [4,5].

- AX - zapasy wymagające szczególnego nadzoru, zapewniają ciągłość dostaw;
- AY - asortymenty, które można zamawiać automatycznie;

- AZ - elementy o dużej wartości lecz małej rotacji, realizowane na zamówienie klienta;
- BX, BY, CX, CY - asortymenty, których zapasy powinny być ograniczone do niezbędnego minimum;
- CZ - asortymenty które mają znikomy wpływ na wartość magazynu, lecz powodują znaczny wzrost poziomu obsługi klienta;

Warto zauważyć, że uważnie monitorując 5÷10% pierwszych pozycji z grupy AX jesteśmy w stanie osiągnąć znaczące oszczędności.

Wyniki analizy ABC/XYZ można przedstawić w formie tabeli 1 lub na trójwymiarowym wykresie kolumnowym.

Tab. 1. Kombinacja metod ABC i XYZ [6]

Dokładność prognozy \ Poziom wartości zużycia	Wartościowość (poziom zużycia)		
	A (wysoka wartość zużycia)	B (średnia wartość zużycia)	C (niska wartość zużycia)
X (wysoka dokładność prognozy)	Wysoki poziom wartości zużycia, wysoka dokładność prognozy	Średni poziom wartości zużycia, wysoka dokładność prognozy	Niski poziom wartości zużycia, wysoka dokładność prognozy
Y (średnia dokładność prognozy)	Wysoki poziom wartości zużycia, średnia dokładność prognozy	Średni poziom wartości zużycia, średnia dokładność prognozy	Niski poziom wartości zużycia, średnia dokładność prognozy
Z (niska dokładność prognozy)	Wysoki poziom wartości zużycia, niska dokładność prognozy	Średni poziom wartości zużycia, niska dokładność prognozy	Niski poziom wartości zużycia, niska dokładność prognozy

2.2. Modele prognozowania krótkoterminowego

2.2.1 MODEL BROWNA

Model Browna opiera się na fakcie, iż szereg czasowy zmiennej prognozowanej wygląda się przy użyciu średniej ruchomej.

Współcześnie w wielu modelach krótkoterminowego prognozowania szeregów czasowych, zwanych również modelami adaptacyjnymi wykorzystuje się wyrównanie wykładnicze. Polega ono na sekwencyjnym szacowaniu różnych składników szeregu czasowego, jako średnich ważonych z ich najnowszych realizacji oraz ocen poprzednich. Największa waga przypisywana jest ostatniej realizacji zmiennej, poprzednia otrzymuje mniejszą wagę.

2.2.2 MODEL HOLTA

Metoda Holta opiera się na dwóch rodzajach prognoz:

- prognozy wygasłe w których rzeczywista wartość już została zrealizowana

- prognoza autentyczna stawiana na okres który jeszcze nie zaistniał

Porządkowanie szeregu w metodzie Holta odbywa się według wzrastających wielkości produkcji. Takie postępowanie ma na celu wykazanie, iż mimo tych samych wielkości, kolejność ma znaczenie, ponieważ dzięki niej możemy zauważyć pewne prawidłowości.

2.2.3 MODEL WINTERA

W tej metodzie analizowany szereg posiada strukturę uprawniającą do postawienia hipotezy o związku między trendem a sezonowością. Wpływ czynników sezonowych odzwierciedlamy wprowadzając odpowiednie mnożniki zwane współczynnikami sezonowości.

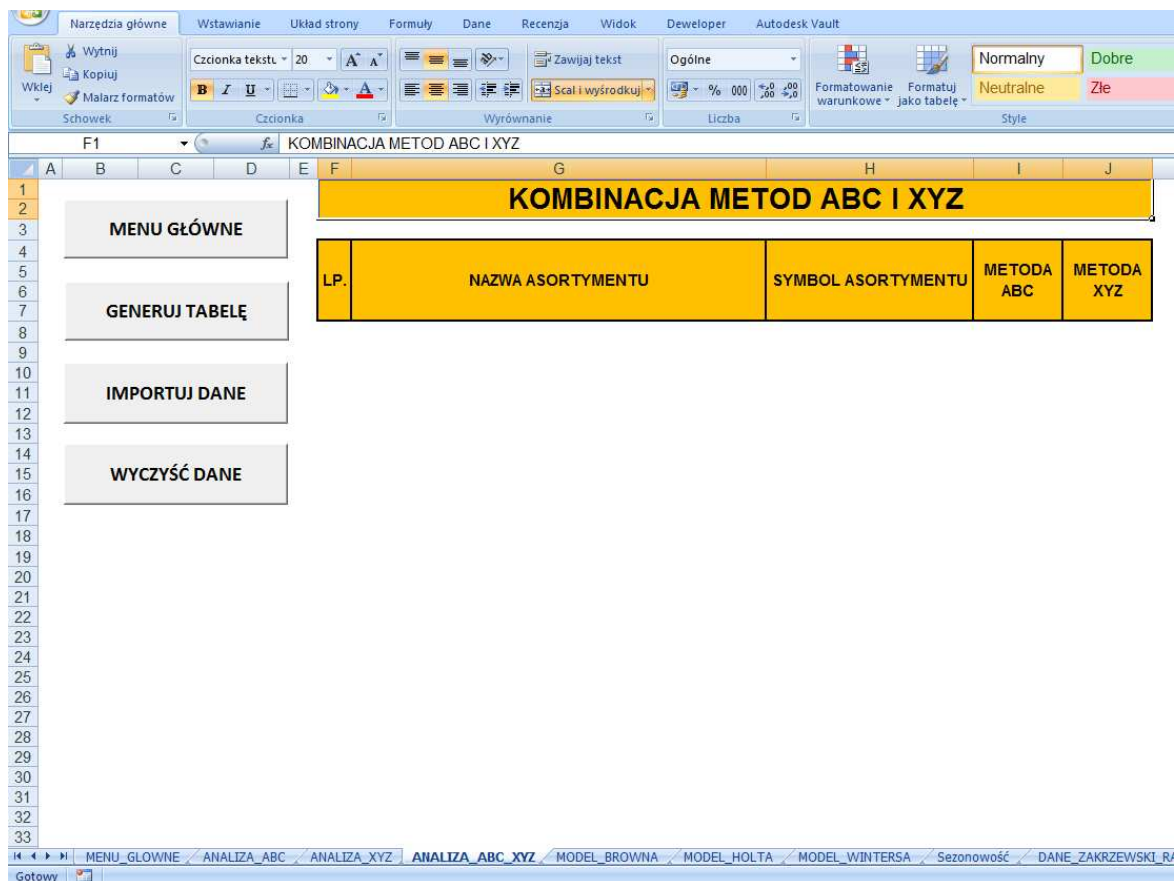
3. OPIS PROGRAMU „STEROWANIE ZAPASAMI”

Uwzględniając wymagania przedsiębiorstwa wykonano aplikację komputerową bazującą na Visual Basic. Podstawowe okno programu przedstawiono na rysunku 1.



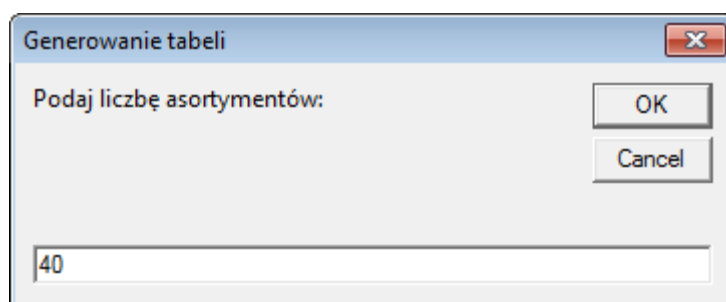
Rys. 1. Menu główne programu "Sterowanie zapasami"

Dla każdej z metod prognozowania zawartej w programie przewidziany jest oddzielny arkusz. Jego charakterystyczne elementy zostały przedstawione na rysunku 2. Po lewej stronie znajduje się panel z przyciskami do których przypisane są odpowiednie makra realizujące kolejne kroki analizy. W górnej części arkusza znajduje się nazwa metody oraz opisy poszczególnych kolumn tabeli w której wykonywane będą obliczenia.



Rys. 2. Stałe elementy programu „Sterowanie zapasami”

Prognozowanie należy zacząć od wygenerowania tabeli służącej do obliczeń. Po wciśnięciu przycisku "GENERUJ TABELĘ", program poprosi o podanie liczby badanych asortymentów za pomocą okna przedstawionego na rysunku 3. Po wprowadzeniu wartości liczbowej oraz zatwierdzeniu przyciskiem "OK" makro przypisane do przycisku automatycznie wygeneruje tabelę z odpowiednią ilością wierszy. Dane do obliczeń można wprowadzać ręcznie lub importować z pliku (rysunek4).

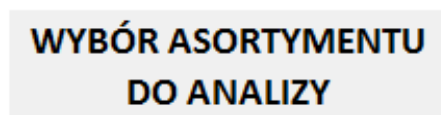


Rys. 3. Okno definiowania ilości asortymentów poddawanych analizie

LP.	NAZWA ASORTYMENTU	SYMBOL ASORTYMENTU	METODA ABC	METODA XYZ
1	czujnik indukcyjny IM12-04BPS-ZC1	7900037	C	Y
2	czujnik indukcyjny IME12-04BPSZC0S	1040764	B	X
3	czujnik indukcyjny IME18-08BPSZC0S	1040966	B	Y
4	czujnik temp. T108-5-50-10na30/6-3,5-3-B-Pt100-2-S	T108/5/50/10NA30	C	Y
5	fotokomórka VTE18-4P4740	6013335	B	Z
6	fotokomórka WTB4-3P3161	1028097	C	Z
7	fotoprzełącznik WL280-P230 z reflektorem PL250	6028282	B	X
8	FX3-CPU000000 jednostka centralna	1043783	C	Y
9	klips 3 moduły	333E	A	Z
10	klucz elastyczny do TLS, MT-GD2, TROJAN	440G-A27143	C	Z
11	LIFELINE - napinacz linki, 2 zaciski	440E-A17112	C	Y
12	LIFELINE4 wyłącznik linkowy 3NC+1NO 75m	440E-L13042	C	Z
13	łączówka MA2,5/5 (szara)	11548603	A	Y
14	obudowa ABS 240x160x120 szara	OG3019	C	Z
15	podstawka S10 5pin	S10	A	Y
16	przełącznik C10 LED 24VDC	C10A10X24D	B	Z
17	przełącznik CSSAC wyjście 3A/24-250VAC	CSSAC	B	Z
18	przełącznik interfejsu G2RV-SL700-24DC	G2RV-SL700-24D	A	X
19	przełącznik Omron 24DC	G2R-2	C	Z
20	reflektor P250, 47x47mm2	5304812	B	Z
21	regulator AR602 24VDC 1xSSR 1xprzek, 1x4+20mA	AR602/S2/S/P/WA	C	Y
22	SIGNUM styk NC	3SB3400-0C	C	Z
23	SIGUARD przełącznik 3TK2840 24VDC K3	3TK2840-1BB40	C	X
24	SIMATIC HMI panel OP73micro	6AV6640-0BA11-0AX0	C	X

Rys. 4. Przykład wygenerowanej tabeli z danymi zaimportowanymi z pliku

Wszelkie analizy oraz modelowanie popytu odbywa się poprzez wciśnięcie odpowiednich przycisków w programie. Makra przypisane poszczególnym przyciskom inicjują wykonanie operacji. Generowanie okna wyboru asortymentu do analizy, transpozycja danych, sortowanie danych w tabeli obliczeniowej pokazano na rysunkach 5 i 6.



Rys. 5. Przycisk uruchamiający makro odpowiedzialne za wybór asortymentu

```

Sub transpozycja_tabeli_winters()
'
' transpozycja Makro
'
Dim wiersz As Integer
wiersz = InputBox("Podaj numer asortymentu", "Wybór asortymentu do analizy", "1") + 7

g = wiersz + 1

Range(Cells(g, 10), Cells(g, 21)).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("Y3:Y14").Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteAll, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
False, Transpose:=True

'wklejanie symbolu asortymentu nad wykresem'
Range(Cells(g, 8), Cells(g, 8)).Select
Application.CutCopyMode = False
Selection.Copy
Range("AM3:AP4").Select
ActiveSheet.Paste

End Sub

```

Rys. 6. Kod źródłowy makra generującego okno wyboru asortymentu oraz transponującego dane do tabeli obliczeniowej modelu Wintersa

Naciśnięcie przycisku „Oblicz model Wintersa” powoduje uruchomienie makra, którego kod źródłowy przedstawiono na rysunku 7.

```

Private Sub Oblicz_model_Wintersa()
Dim czasStart As Single
Dim czasStop As Single
czasStart = Timer
Dim alpha_best As Double, beta_best As Double, gamma_best As Double, best_average As Double
' przyjęcie wyjściowych alfa = 0, beta = 0, gamma = 0
Range("Z16").Value = 0
Range("Z17").Value = 0
Range("Z18").Value = 0
alpha_best = 0
beta_best = 0
gamma_best = 0
best_average = Range("AK17").Value
' szukanie minimum błędu dla parametrów
Do
Range("Z17").Value = 0
Do
Range("Z18").Value = 0
Do
If Range("AK17").Value < best_average Then
alpha_best = Range("Z16").Value
beta_best = Range("Z17").Value
gamma_best = Range("Z18").Value
best_average = Range("AK17").Value
End If
Range("Z18").Value = Range("Z18").Value + 0.05
Loop While Range("Z18").Value <= 1.0001
Range("Z17").Value = Range("Z17").Value + 0.05
Loop While Range("Z17").Value <= 1.0001
Range("Z16").Value = Range("Z16").Value + 0.05
Loop While Range("Z16").Value <= 1.0001
' wybór parametrów alfa i beta dla najmniejszej wartości błędu
' wyświetlenie informacji o znalezieniu minimum
Range("Z16").Value = alpha_best
Range("Z17").Value = beta_best
Range("Z18").Value = gamma_best
czasStop = Timer - czasStart
MsgBox "Dobrano optymalny współczynnik!" & vbNewLine & "Czas wykonania: " & (czasStop \ 60) & " minut " & (czasStop Mod 60) & " sekund"
End Sub

```

Rys. 7. Kod źródłowy makra obliczającego model Wintersa oraz wyszukującego optymalną wartość współczynników α , β oraz γ

Do obliczeń modeli dołączono wykresy przestawne obrazujące popyt oraz prognozę. Makro wykonuje obliczenia dla wszystkich wartości współczynników z krokiem 0,05. Krok obliczeń oczywiście można zmienić na mniejszy, co powoduje szybsze wykonanie obliczeń.

PODSUMOWANIE

Program wykonany w języku Visual Basic umożliwia wykonanie wyżej wymienionych klasyfikacji i analiz dla dowolnie dużej liczby asortymentów. Makra zastosowane w aplikacji pozwalają na szybki import potrzebnych danych. Dzięki temu, unika się żmudnego procesu ręcznego ich wprowadzania. Dzięki mieszanej metodzie ABC/XYZ można przypisać asortymenty do poszczególnych grup, a następnie wykorzystując modele Browna, Holta i Wintera wykonać modele krótkoterminowego popytu. Makra obliczają (na podstawie historii ich zużycia) optymalne wartości współczynników i wyliczają błędy prognoz. Pewnym problemem może być czas wyliczania modelu Wintersa, który wynosi do 45 minut.

Program „Sterowanie zapasami” może przynieść firmie wiele korzyści. Powinien zmniejszyć koszty funkcjonowania magazynu, oraz obniżyć koszty zakupów.

MANAGING INVENTORY IN THE WAREHOUSE OF INDUSTRIAL AUTOMATION PARTS

Abstract

The purpose of this study is to select the best forecasting method for selected industrial automation components. Scope of work includes the implementation of a Visual Basic program to facilitate the analysis of the ranges by the method of ABC, XYZ, and combinations thereof, and forecasting methods selected assortments Brown, Holt and Winters'a.

BIBLIOGRAFIA

1. Skowronek Cz., Sarjusz - Wolski Z. : *Logistyka w przedsiębiorstwie*. Warszawa, PWE 2008.
2. Stanisław Niziński, Józef Żurek: *Logistyka ogólna*. Warszawa, WKŁ 2011.
3. John J. Coyle, Edward J. Bardi, C. John Langley Jr.: *Zarządzanie logistyczne*. Warszawa, Polski Wydawnictwo Ekonomiczne 2002.
4. Edward Michłowicz: *Podstawy logistyki przemysłowej*. Kraków, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-dydaktyczne 2002.
5. Stanisław Krawczyk: *Logistyka. Teoria i praktyka*.(tom, 2), Warszawa, Difin 2011
6. Edward Michłowicz: *Zarys logistyki przedsiębiorstwa*. Kraków, Wydawnictwa AGH 2012.

Autorzy:

Piotr KISIEL, Bożena ZWOLIŃSKA, Rafał ZAKRZEWSKI