

# Analiza wielokryterialna z wykorzystaniem wskaźników gospodarki magazynowej

## Wstęp

Celem niniejszego artykułu jest zaproponowanie metod agregacji wskaźników gospodarki magazynowej jako element analizy ABC związanej z obrotem towarów.

Analizę wskaźników gospodarki magazynowej należałoby rozpocząć od zdefiniowania magazynu oraz magazynu wirtualnego. Tradycyjnie magazyn definiowany jest jako jednostka funkcjonalno-organizacyjna przeznaczona do składowania zapasów, zajmującą wyodrębnioną przestrzeń wyposażoną w odpowiednie środki techniczne, zarządzana i obsługiwana przez zespół ludzi. Magazyny różnią się między sobą przede wszystkim: przedmiotem działalności, spełnianymi funkcjami, przynależnością organizacyjną i rodzajem składowanych dóbr (Korzeniowski et al., 1997).

Obecnie coraz częściej spotyka się pojęcie magazynu wirtualnego istniejącego tylko w komputerze. Można go zdefiniować jako: zbiór informacji dotyczących stanów magazynowych wraz ze specyfikacją towarów zgromadzony na elektronicznym nośniku danych.

Dokumentacja znajdująca się w programie magazynowym, a związana ze sprzedażą i zamówieniami pozwala na śledzenie wartości wskaźników i optymalizowanie obrotów magazynowych. Jedną ze strategii, która wydaje się być optymalną ze względu na poziom zapasów w magazynie jest strategia *just-in-time*. W tym podejściu towar dostarczany jest pod konkretne zamówienie dokładnie na czas, co pozwala zaoszczędzić na kosztach magazynowania. Dostawa na czas zalicza się do najbardziej znaczących technik prowadzenia firmy (Christopher, 1998) Strategia logistyczna *just-in-time* została wymyślona przez Japończyków w latach sześćdziesiątych XX wieku.

Każdy program gospodarki magazynowej (GM) dysponuje szeroką gamą wskaźników ułatwiających analizę obrotu magazynowego. Nie istnieje jednak zestaw wskaźników, który można by dopasować do oczekiwań menedżerów każdej firmy, dlatego najczęściej spotyka się możliwość dostosowania zestawień (raportów) do potrzeb konkretnego środowiska firmy. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że oferowane zestawienia są tylko modyfikacjami podstawowych wskaźników dotyczących obrotu magazynowego, np. zestawienie asortymentowe sprzedaży w podziale na grupy towarowe, jest tylko agregacją zestawienia

sprzedaży. Niektóre firmy w swoich reklamach oferują ponad 1000 zestawień. Warto jednak się zastanowić, które z tych zestawień są bazowymi, które natomiast modyfikacjami zestawień bazowych.

Najczęściej programy GM udostępniają użytkownikowi gotowe sparametryzowane zestawienia. Dobrą stroną takiego podejścia jest prostota obsługi programu, sprowadzająca się do wybrania z listy zestawienia i podania wartości parametrów takich jak: czas jaki ma obejmować zestawienie, grupy towarowe itp. Podstawową wadą tego typu systemów jest brak możliwości dostosowania raportów do konkretnych oczekiwań użytkownika. Niektóre programy GM udostępniają możliwość tworzenia własnych zestawień (np. *Subiekt 4.0*). Bardziej zaawansowani użytkownicy systemu mogą więc dostosować raportowanie do swoich potrzeb. Możliwości generowania zestawień udostępniane użytkownikom są jednak znacznie uproszczone, ze względu na to, że użytkownicy rzadko posiadają umiejętność posługiwania się językiem SQL lub jego pochodnymi.

## **Charakterystyka wskaźników gospodarki magazynowej**

Wskaźniki zostały podzielone na dwie grupy. Pierwsza z nich dotyczy sprzedaży, druga zapasów. Grupa dotycząca sprzedaży zawiera pięć wskaźników: sprzedaż, zysk, rentowność, obroty, rotację. W drugiej grupie znalazły się wskaźniki: stanu magazynowego, średniego zapasu, wystarczalności zapasu oraz zalegania magazynowego.

### ***Wskaźniki dotyczące sprzedaży***

#### **1. Sumaryczna sprzedaż**

Jest to wskaźnik najczęściej używany przez analityków i nie wymagającym żadnej wiedzy na temat zarządzania gospodarką magazynową:

$$S = \sum S_i$$

gdzie:

$S$  – sumaryczne rozchody towaru;

$S_i$  – sprzedaż towaru na poszczególnych dokumentach rozchodowych.

Sumaryczna sprzedaż może być liczona ilościowo (np. w sztukach) lub wartościowo.

## 2. Zysk

Wskaźnik zysku ze sprzedaży towaru jest wyrażony w złotych. Istnieją dwie metody liczenia zysku. Różnica polega na uwzględnieniu bądź nie obecnego stanu magazynowego danego towaru.

$$ZS = (\sum S_i - \sum K_z) + M$$

$$ZS = (\sum S_i - \sum K_z)$$

$ZS$  – zysk ze sprzedaży;

$M$  – wartość stanu magazynowego towaru;

$S_i$  – wartość sprzedaży towaru na poszczególnych dokumentach rozchodowych;

$K_z$  – koszt zakupu towaru na poszczególnych dokumentach przychodowych.

Ujemna wartość wskaźnika zysku oznacza stratę ze sprzedaży towaru.

## 3. Wskaźnik rentowności sprzedaży

Wskaźnik rentowności sprzedaży towaru jest wyrażony w procentach:

$$RS = (\sum S_i / \sum K_z) * 100\%$$

$RS$  – rentowność sprzedaży;

$S_i$  – wartość sprzedaży towaru na poszczególnych dokumentach rozchodowych;

$K_z$  – koszt zakupu towaru na poszczególnych dokumentach przychodowych.

Wskaźnik ten określa zyskowność sprzedaży danego towaru lub grupy towarów.

## 4. Wskaźnik obrotu magazynowego.

Wskaźnik ten służy do wyznaczania obrotu magazynowego i jest szczególnie użyteczny przy planowaniu wielkości zapasów towaru, ponieważ określa on dzienną wielkość sprzedaży danego towaru.

$$OM = \sum S_i / d$$

$OM$  – obrót magazynowy;

$S_i$  – wielkość rozchodów towaru na poszczególnych dokumentach rozchodowych;

$d$  – liczba dni jaka upłynęła od dokonania pierwszej dostawy.

Wskaźnik może być liczony ilościowo lub wartościowo.

## 5. Wskaźnik szybkości obrotu magazynowego (rotacji) liczony w razach

Wskaźnik rotacji określa szybkość obrotu towarem. Gdy jest liczony w razach wskazuje ile razy nastąpił obrót danym towarem w badanym okresie. Wielkość rozchodów oraz wielkość średniego zapasu magazynowego może być wyrażona zarówno w złotych, jak też w sztukach bądź innych jednostkach naturalnych tj. tonach, metrach sześciennych itp.

$$RM = \frac{\sum S_i \cdot \frac{k}{d}}{Z}$$

$RM$  – rotacja magazynowa;

$S_i$  – wielkość rozchodów towaru na poszczególnych dokumentach rozchodowych;

$k$  – współczynnik określający w jakim okresie jest badana rotacja, np. wartość 365 można przyjąć dla rotacji rocznej;

$Z$  – wielkość średniego zapasu magazynowego;

$d$  – liczba dni od dokonania pierwszej dostawy.

Po podstawieniu średniego zapasu otrzymujemy:

$$RM = \frac{\sum S_i \cdot k}{\sum_i (K_{di} \cdot d_{di}) - \sum_j (S_{kj} \cdot d_{sj})}$$

$d_{di}$ ,  $d_{sj}$ ,  $K_{di}$ ,  $S_{kj}$  – patrz wskaźnik średniego zapasu w magazynie.

### **Wskaźniki dotyczące zapasów**

#### **1. Wskaźnik zapasu (wskaźnik kosztu towaru w magazynie)**

Aby obliczyć koszt towaru w magazynie należy znać przyjętą metodę sprzedaży towaru. Zastosowaną metodą określania kosztu towaru jest FIFO (*first in first out*), polegająca na tym, że jako pierwszy z magazynu sprzedawany jest towar (oczywiście wewnątrz tej samej pozycji asortymentowej), który jako pierwszy do magazynu został przyjęty. Wartość tego wskaźnika można wyliczyć odejmując od obecnego stanu magazynowego ilości towaru wynikające z ostatnich dostaw aż do osiągnięcia wartości 0 i sumując wartość towaru, według ceny nabycia. W systemie GM „PSI” nie ma konieczności wyliczania kosztu towaru w magazynie, gdyż koszt jest liczony na bieżąco i wpisywany do bazy „towar.dbf”.

$$K = \sum K_z$$

gdzie:

$K$  – sumaryczny koszt towaru w magazynie

$K_z$  – koszt towaru według cen zakupu z poszczególnych dostaw.

Wskaźnik zapasu określa wielkość zapasu w magazynie. Może być liczony w złotych lub jednostkach naturalnych tj. sztukach, metrach sześciennych itp.

## 2. Wskaźnik średniego zapasu w magazynie

Kolejnym wskaźnikiem informującym o wielkości zamrożonego kapitału w magazynie jest wskaźnik średniego zapasu w magazynie. W wyliczeniach przyjęto, że pomiar przeprowadzany jest codziennie, tak więc wskaźnik określa średni dzienny stan zapasu.

$$Z = \Sigma Z_i/n$$

$Z$  – średni zapas w magazynie;

$Z_i$  – stany zapasów w badanym okresie.

$n$  – liczba pomiarów stanu zapasów

Aby obliczyć wartość tego wskaźnika niezbędna jest znajomość stanu zapasów w przeszłości.

W celu wyliczenia przeszłych stanów zastosowano następujący algorytm:

$$Z = \frac{\sum_i (K_{di} \cdot d_{di}) - \sum_j (S_{kj} \cdot d_{sj})}{d}$$

gdzie:

$d$  – liczba dni jaka upłynęła od daty pierwszej dostawy;

$d_{di}$  – liczba dni dzieląca od daty i-tej dostawy;

$d_{sj}$  – liczba dni dzieląca od daty j-tej sprzedaży;

$K_{di}$  – wartość i-tej dostawy;

$S_{kj}$  – wartość j-tej sprzedaży liczona po koszcie towaru;

Wskaźnik ten może być liczony zarówno w złotych jak i w sztukach.

## 3. Wskaźnik wystarczalności

Wskaźnik wystarczalności (często w literaturze spotykany pod nazwą wskaźnika rotacji wyrażonego w dniach) określa czas na jaki powinien wystarczyć zgromadzony w magazynie towar. Wskaźnik ten odnosi się do przyszłości i może zostać zastosowany w praktyce tylko w przypadku, gdy popyt nie będzie podlegał gwałtownym zmianom.

$$WM = M \cdot d / \Sigma S_i$$

$WM$  – wystarczalność towaru w magazynie;

$M$  – wielkość obecna stanu magazynowego;

$\Sigma S_i$  – wielkość rozchodów na poszczególnych dokumentach rozchodowych;

$d$  – liczba dni w badanym okresie (określa w jakim okresie liczona jest średnia sprzedaż – dzienna, tygodniowa, miesięczna itp.).

Wskaźnik ten często spotyka się również w innej postaci:

$$WM = M / S_d$$

gdzie:

$WM, M$  – jw.

$S_d$  – średnia sprzedaż dzienna będąca ilorazem wielkości rozchodów i liczby dni w badanym okresie (liczony przez wskaźnik obrotu towaru).

#### 4. Wskaźnik zalegania magazynowego

Autor nie spotkał tego wskaźnika w literaturze, dlatego też został on szczegółowiej omówiony.

Wskaźnik zalegania magazynowego możliwy jest do wyliczenia tylko w przypadku zastosowania komputerowego systemu gospodarki magazynowej, w innym przypadku pracochłonność wyliczenia tego wskaźnika jest ogromna. Może on zostać użyty do wyznaczenia towarów najbardziej zalegających w magazynie. Dzięki zastosowaniu metody FIFO (*first in first out*) uzyskany wysoka wartość wskaźnika wskaże towary zalegające w magazynie, a nie te które mają w danej chwili wysoki stan magazynowy, lecz dużą rotację. Wartość wskaźnika zalegania magazynowego można wyliczyć odejmując od obecnego stanu magazynowego ilość lub wartość towaru wynikającą z ostatnich dostaw aż do osiągnięcia wartości 0 oraz mnożąc je przez ilość dni jaka upłynęła od danej dostawy.

Wskaźnik ten może być liczony zarówno w jednostkach naturalnych, sztukach jak i w złotychkach.

$$ZM = \Sigma (d * I)$$

$ZM$  – zaleganie magazynowe towaru;

$d$  – liczba dni zalegania towaru zgodnie z FIFO;

$I$  – ilość (wartość) zalegającego towaru.

#### Przykład

Jeżeli obecnie w magazynie znajduje się 30 sztuk towaru o wartości, który został zakupiony w dwóch dostawach – pierwsza dostawa była 30 dni temu i zakupiono towar po 9 zł za sztukę. Druga dostawa była 5 dni temu i zakupiono 25 sztuk tego towaru po 10 zł za sztukę.

Wskaźnik zalegania wyrażony w sztukach wyniesie:

$$ZM = 5 * 30 + 25 * 5 = 275$$

Natomiast wskaźnik zalegania wyrażony w złotych będzie równy:

$$ZM = 5 * 9 + 25 * 10 = 295 \text{ zł}$$

## **Analiza ABC towarów**

Często liczba pozycji asortymentowych w magazynie osiąga dziesiątki lub setki tysięcy. Przy takiej liczbie towarów konieczna jest klasyfikacja towarów rozumiana jako proces podziału zbioru obiektów na klasy (kategorie), gdzie pojęcie klasa oznacza zbiór obiektów charakteryzujących się pewnymi podobnymi cechami. W zależności od rodzaju dostępnej informacji w ramach klasyfikacji wyróżnia się dwa zagadnienia:

- klasyfikację wzorcową, nazywaną także analizą dyskryminacyjną, gdy struktura kategorii jest znana, tj. dana jest chociaż częściowa charakterystyka klas, z których pochodzą obiekty;
- klasyfikację bezwzorcową, zwaną także taksonomią albo analizą skupień, gdy nic nie wiadomo o strukturze klas (należy ją dopiero zidentyfikować). (Gatnar, 1998)

Analiza ABC wykorzystywana w tej pracy wydaje się zaliczać do klasyfikacji bezwzorcowej, gdyż nie opiera się ona na gotowych charakterystykach zbiorów, na które zostaną podzielone towary.

Ogólna idea analizy ABC opiera się na Prawie Pareto mówiącym o nierównomierniej dystrybucji dóbr. Vilfredo Pareto, włoski ekonomista i socjolog, urodzony w Paryżu w 1948r. zajmował się problematyką podziału dochodów wśród ludności w krajach europejskich. Na podstawie przeprowadzonych badań doszedł on do wniosku, że 20% ludności w każdym kraju posiada 80% bogactw tego kraju. (Norton, 2000)

Bardziej ogólnie zasada 80/20 mówi o tym, że większość uczestnicząca w danym zjawisku może być określona przez mniejszość – innymi słowy 80% rezultatów jest spowodowana przez 20% przyczyn. Oczywiście stosunek 20/80 jest przyjęty umownie. Często w praktyce spotyka się bardziej nierówny podział typu 5/95.

Zastosowanie tego prawa w ekonomii ma ogromne znaczenie. Prawo Pareto odnosi się do niemalże każdej dziedziny mikro i makroekonomii. Również w analizie ABC pozwalająca na grupowanie towarów według stopnia ważności opiera się na tej zasadzie. Można dostrzec

rozszerzenie tej zasady o trzecią grupę towarów „średnio istotnych”. Jednak analityk powinien skupić się na towarach z grupy A.

Metoda ABC dzieli stany magazynowe (wcześniej ułożone wg wartości) na trzy grupy w następujących procentach ([www.e-logistyka.pl...](http://www.e-logistyka.pl...)):

**A** - 15% (do 20%)

**B** - 35% (lub mniej, do 30%)

**C** - 50%

Poniżej przedstawiono rzeczywiste dane dla pewnej hurtowni –ze względu na prośbę zarządu firmy nazwa nie zostanie podana. Dzięki tym wyliczeniom menedżer mając świadomość podziału może skupić swoją uwagę na najważniejszych np.: 10% towarów.

Kolumna „procent pozycji asortymentowych” w Tabela 1 określa jaki procent liczby wszystkich pozycji asortymentowych stanowi liczba znajdująca się w drugiej kolumnie (przykładowo 177 pozycji asortymentowych stanowi 10% z 1770 wszystkich pozycji asortymentowych, które były sprzedawane). Kolumna „Zysk ze sprzedaży części towarów” pokazuje wyrażony w złotych zysk netto (bez podatku VAT) ze sprzedaży określonego procentu pozycji asortymentowych (przykładowo na sprzedaży 177 najbardziej zyskownych towarów przedsiębiorstwo zarobiło 1684029 zł co stanowi 85% zysku całkowitego wynoszącego 1979666 zł).

**Tabela 1 Analiza zyskowności towarów**

procent pozycji asortymentowych	liczba pozycji asortymentowych	zysk ze sprzedaży części towarów [zł]	zysk całkowity [zł]	procent zysku
10%	177	1684029	1979666	85%
15%	265	1800528	1979666	91%
20%	354	1860318	1979666	94%

W Tabela 2 można zauważyć, że wartość sprzedaży netto 10% pozycji asortymentowych wynosi 4622869 zł co stanowi 81% całkowitej sprzedaży wynoszącej 5709386 zł.

**Tabela 2 Analiza sprzedaży towarów**

procent pozycji asortymentowych	liczba pozycji asortymentowych	wartość sprzedaży części towarów [zł]	sprzedaż całkowita [zł]	procent sprzedaży
10%	177	4622869	5709386	81%
15%	265	4985773	5709386	87%
20%	354	5208485	5709386	91%



Na podstawie powyższych tabel można zaobserwować prawdziwość zasady 20/80, którą w tym przypadku można zdefiniować następująco: 10% towarów stanowi ponad 80% całkowitej sprzedaży oraz ponad 80% całkowitego zysku przedsiębiorstw. Dane zostały pobrane z wyliczone dzięki wykorzystaniu zaimplementowanego w języku VBA systemu wspomaganie decyzji.

Podobnie wygląda sytuacja ze stanami magazynowymi. W Tabela 3 widać, że dla towarów zarejestrowanych w programie GM tylko 20% znajduje się obecnie na magazynie (487 pozycji asortymentowych), natomiast 5% (122 pozycje asortymentowe) stanowi prawie 90% wartości całego magazynu. Dlatego też wybranie ze zbioru pozycji asortymentowych tych, które mają kluczowe znaczenie dla firmy jest niezwykle istotne. Można również zauważyć, że całkowita liczba pozycji asortymentowych zarejestrowanych w magazynie (2440) jest większa niż całkowita liczba pozycji sprzedawanych (1770). W tym wypadku wynika to z faktu, że niektóre pozycje asortymentowe były zamawiane w celach sondażowych (po sztuce) i część z nich nie została sprzedana lecz zwrócona do dostawcy.

**Tabela 3 Analiza stanów magazynowych**

procent pozycji asortymentowych	liczba pozycji asortymentowych	wartość zapasów w magazynie części towarów [zł]	sumaryczna wartość zapasów [zł]	procent zapasów
5%	122	180610	201928	89,44%
10%	244	196810	201928	97,47%
15%	366	201067	201928	99,57%
20%	487	201928	201928	100,00%

Aby dokonać analizy towarów i uszeregować je w celu wyodrębnienia towarów najistotniejszych (analiza ABC) należy wykonać cztery wyodrębnione przez autora czynności:

- wybór kryterium;
- wybór wskaźników najlepiej odpowiadającym założonemu kryterium;
- określenie funkcji użyteczności;
- dobranie wag dla poszczególnych wskaźników.

Pierwszym krokiem jaki należy wykonać jest więc wybranie kryteriów według których zostanie dokonana analiza towarów. Analityk powinien więc sprecyzować jaki cel chce osiągnąć. Cele zależą od konkretnej sytuacji w jakiej znajduje się przedsiębiorstwo. Niełatwo jest więc sformułować zbiór ogólnych celów pasujących do każdego warunków.

Przedstawione cele powinny być więc traktowane jako propozycja i wskazówka dla analityka, nie zaś jako zupełny zbiór kryteriów jakimi powinien się kierować.

Przykłady celów jakie może postawić sobie analityk dokonujący analizy ABC:

- znalezienie towarów najbardziej zyskownych;
- znalezienie towarów przynoszących największą stratę;
- towarów najbardziej zalegających w magazynie;
- znalezienie towarów o największej rotacji.

Wszystkie cele łączy wspólny mianownik, mianowicie znalezienie towaru lub grupy towarów odznaczającej się pewną charakterystyką – uzyskujących maksymalne (minimalne) wartości funkcji użyteczności. Przeprowadzana analiza ma więc na celu wyszukanie w zbiorze obiektów wyróżniających się ze względu na pewne wartości atrybutów. Jest ona szczególnie przydatna dla baz danych zawierających duże ilości pozycji asortymentowych (przynajmniej kilkaset towarów).

Należy się więc zastanowić jakie wskaźniki będą w najlepszym stopniu odpowiadały poszczególnym celom. Pojawia się tutaj problem ilości wskaźników. Zbyt mała ilość wskaźników może spowodować nie uwzględnienie ważnej charakterystyki towaru, natomiast zbyt duża ilość wpływa na rozmycie wyników.

Wprowadzenie wielokryterialności pozwala na dokonanie nowego spojrzenia grupującego pewne cechy towarów. Analityk przeprowadzający analizę ABC może nie dostrzec pewnych towarów, które dla pojedynczych wartości wskaźników nie znalazły się w grupie A, natomiast dla zagregowanej wartości funkcji użyteczności mogą się w tej grupie znaleźć.

Aby połączyć kilka kryteriów w jedno należy zastosować funkcję użyteczności:

$$F = \sum_i (w_i \cdot k_i)$$

$k_i$  – wartość i-tego kryterium

$w_i$  – wartość i-tej wagi

Zaletą proponowanej funkcji użyteczności  $F$  jest przede wszystkim jej czytelność i prostota.

Do tego typu zastosowań wydaje się być wystarczająca.

Aby uzyskać lepszą porównywalność poszczególnych kryteriów należy przeprowadzić ich normalizację. Normalizacja wymaga znajomości wartości ekstremalnych (minimum i maksimum) poszczególnych kryteriów.

Normalizacji najczęściej dokonuje się zgodnie ze wzorem (w dalszej pracy części ta metoda jest nazywana standardową normalizacją):

$$k_{norm} = \frac{k - min}{max - min}$$

$k_{norm}$  – wartość kryterium znormalizowanego (zawiera się w przedziale [0,1])

$k$  – wartość kryterium przed normalizacją

$max$  – maksymalna wartość kryterium

$min$  – minimalna wartość kryterium

Pewnym problemem przy normalizacji jest nierównomierny rozkład wartości poszczególnych wskaźników. Bardzo duża (różniąca się od pozostałych) wartość maksymalna danego wskaźnika powoduje, że pozostałe towary uzyskują po normalizacji bardzo małe wartości wskaźnika. Jeżeli do funkcji oceny brane są dwa wskaźniki i w drugim wskaźniku wartości rozkładają się w miarę równomiernie, to ten wskaźnik zdominuje funkcję oceny.

Aby nieco zmniejszyć efekt zdominowania analizy wielokryterialnej przez jedno kryterium można zastosować zmodyfikowany wzór na normalizację. Wprowadzenie logarytmów powoduje znacznie „spłaszczenie” wyników normalizacji. Ze względu na to, że logarytm jest funkcją rosnącą jego wprowadzenie nie powoduje zmian w porządku wyników, ponadto wynik normalizacji dalej będzie się znajdował w przedziale (0,1). Ponieważ funkcja logarytm jest określona tylko dla dziedziny liczb dodatnich, więc należy przesunąć dziedzinę o moduł z wartości minimalnej. Dodatkowo można, aby uzyskać wartości dodatnie, przesunąć dziedzinę jeszcze o 1. Ciekawym problemem (mogącym stanowić dalszy kierunek badań) wydaje się być możliwość przesunięcia dziedziny jeszcze o stałą wartość dodatnią, dzięki czemu osiągnąć można większe „spłaszczenie” wyników.

Po wprowadzonych modyfikacjach wzór na normalizację wygląda następująco (w dalszej pracy części ta metoda jest nazywana logarytmiczną normalizacją):

$$k_{norm} = \frac{\ln(k + \mathbf{abs}(min) + 1) - \ln(min + \mathbf{abs}(min) + 1)}{\ln(max + \mathbf{abs}(min) + 1) - \ln(min + \mathbf{abs}(min) + 1)}$$

$k$ ,  $min$ ,  $max$  – jak wyżej

Przy wykorzystaniu funkcji logarymicznej mniejsze znaczenie ma wartość maksymalna danego wskaźnika, natomiast większe jego wartość minimalna.

Normalizacja logarymiczna przenosi wyniki zestawienia w przedział (0,1), z tym, że często występuje taka sytuacja, gdzie wszystkie wartości za wyjątkiem 0 są skupione w przedziale (a,1), gdzie a jest większe od 0, np. a=0,6. W takim przypadku sensownym wydaje się dwustopniowa normalizacja - pierwszym etapem jest normalizacja logarymiczna, drugim natomiast standardowa normalizacja, z tym, że jako minimum przyjmuje się wartość najmniejszą wyłączając zero, w wyniku czego uzyskuje się bardziej równomierny rozkład wartości – przedział (a,1) zostaje rozciągnięty na przedział (0,1).

### **Przykłady łączenia wskaźników w analizie wielokryterialnej**

W dalszej części artykułu przedstawiono propozycje przyporządkowania wskaźników do poszczególnych celów, z uwzględnieniem wag odpowiadających wpływowi wskaźnika na końcową wartość funkcji celu. Wagi przyporządkowane do poszczególnych wskaźników są podane w procentach i ich wartości bezwzględne sumują się do 100.

Pierwsza propozycja dotyczy połączenia wskaźnika zysku z wskaźnikiem rentowności. Dobór wag dla tych dwóch kryteriów zależy od tego, na który wskaźnik analityk chce położyć większy nacisk.

Towary najbardziej zyskowe	
zysk	50%
rentowność sprzedaży	50%

Wskaźnik rentowności sprzedaży określa procentowy zysk ze sprzedaży towaru, nie można jednak wywnioskować na jego podstawie wielkości zysku. Dlatego też można połączyć go ze wskaźnikiem zysku.

Istotne dla analityka może być znalezienie towarów przynoszących duże zyski przy równoczesnym małym obrocie. Można w tym celu wykorzystać zagregowanie dwóch wskaźników, z tym że wskaźnik obrotów będzie miał wartość ujemną.

Towary najbardziej zyskowne o małych obrotach	
zysk	50%
obroty	-50%

Jeżeli analityk poszukuje towarów najbardziej zyskownych, lecz o małej rotacji – można więc wnioskować, że chodzi o towary o dużym koszcie jednostkowym, może zastosować wskazane trzy wskaźniki, z tym że rotacja będzie miała wagę ujemną.

Towary najbardziej zyskowne o małej rotacji	
zysk	50%
rotacja	-50%

Przy analizie zyskowności sprzedaży należy również uwzględnić jaki był poziom zapasów badanych towarów i jaka jest wartość wskaźnika zalegania. Uzyskana lista towarów będzie zawierała towary, które przynoszą zyski i nie wymagają dużych nakładów związanych z szeroko pojętymi kosztami magazynowania. Ich dokładna analiza może być przydatna przy określaniu parametrów zamówień dla innych towarów.

Towary najbardziej zyskowne o małym współczynniku zalegania magazynowego	
zysk	50%
zaleganie magazynowe	-25%
średni zapas	-25%

Towary, które najbardziej zalegają w magazynie oraz mają najmniejszą wartość wskaźnika rentowności sprzedaży oraz zysku można uznać za przynoszące największą stratę.

Towary przynoszące największą stratę	
zysk	-20%
rentowność sprzedaży	-20%
średni zapas	30%
zalegania magazynowe	30%

Analiza stanów magazynowych jest niezwykle istotna ze względu na możliwość zmniejszenia kosztów magazynowania. Zaleganie towaru w magazynie powinno uwzględniać przeszłe stany magazynowe, a więc średni zapas, a także wskaźnik zalegania magazynowego, a więc jak długo leżą w magazynie towary znajdujące się w nim obecnie oraz obecny stan zapasu w magazynie. Sposób zamawiania towarów, które znalazły się na liście powstałej w wyniku w/w analizy powinien zostać zweryfikowany.

Towary najbardziej zalegające w magazynie	
stan magazynu	30%
zaleganie magazynowe	40%
średni zapas	30%

Przydatnym wydaje się być odszukanie w magazynie towarów, które są sprzedawane w dużych ilościach, ale równocześnie zalegają na magazynie. Być może zmiana metod zamawiania poprawi ich wskaźniki zalegania.

Towary najbardziej zalegające w magazynie o dużej sprzedawalności	
sprzedaż	70%
stan magazynu	10%
zaleganie magazynowe	10%
średni zapas	10%

Jeżeli analityka interesują towary o największej rotacji powinien uwzględnić również wielkość sprzedaży oraz obroty danego towaru.

Towary o największej rotacji	
sprzedaż	25%
obroty	25%
rotacja	50%

## Podsumowanie

Analiza sprzedaży i zakupów towarów z wykorzystaniem wielokryterialności daje możliwość łączenia pewnych cech towarów. Powinna być prowadzona dla baz danych o dużej ilości towarów w przypadku gdy analityk nie jest w stanie dokonać analizy każdego towaru z osobna. Odpowiednie łączenie cech towarów wraz z dobieraniem wag (w tym również ujemnych) stanowi główny problem w analizie wielokryterialnej. Przedstawione rozwiązania

są jedynie propozycją, która może być rozważona przez analityka. Nie istnieje bowiem gotowy zbiór zestawień wielokryterialnych, które odpowiadałyby wszystkim menedżerom. Każde przedsiębiorstwo kieruje się określonymi celami i to one powinny stymulować wybór zestawień przydatnych w konkretnym środowisku firmy.

Analiza wielokryterialna powinna być prowadzona w połączeniu z analizą jednokryterialną. Takie połączenie daje bardziej jasny obraz wyników.

Zastosowanie analizy wielokryterialnej jest w pełni uzasadnione, gdy uzyskana lista towarów w wyniku połączenia kilku kryteriów nie jest tylko połączeniem towarów znajdujących się na czołowych pozycjach na poszczególnych listach. Powinna ona służyć do wyszukania tych towarów, których wartość sumarycznej funkcji oceny jest wysoka, natomiast wartości poszczególnych kryteriów nie umiejscawiają towaru na czołowych lokatach, więc nie zwracają również uwagi analityków.

## **Literatura**

Christopher M., 1998, „*Logistyka i zarządzanie łańcuchem podaży*”, Kraków: Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu,

Gatnar E., 1998, „*Symboliczne metody klasyfikacji danych*”, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN,

[http://www.e-logistyka.pl/maga\\_ram\\_analiza.htm](http://www.e-logistyka.pl/maga_ram_analiza.htm),

Korzeniowski A., Weselik A., M.Skowroński Z.M., Kaczmarek M., 1997, „*Zarządzanie Gospodarką Magazynową*”, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne,

Norton D., 2000, „*Think 80/20 is a new idea? Here's how to wise up*”, CRMNewsLetter Feature Story, Oct 13/2000