

# KONCEPCJA RACJONALIZACJI MAGAZYNU PRZY WYKORZYSTANIU ANALIZY ABC/XYZ W PRZEDSIĘBIORSTWIE PRODUKCYJNYM – ASPEKT PRAKTYCZNY

Maciej BIELECKI, Barbara GALIŃSKA, Radosław BIESEL

**Streszczenie:** Jednym z ważniejszych punktów całego łańcucha logistycznego są magazyny. Powiązane są one bezpośrednio z obszarami zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji oraz procesami transportu, obsługi zamówień, czy też zarządzania zapasami. To w nich przechowywane są materiały lub produkty częściowo wyłączone z obiegu, które oczekują na ponowne włączenie w proces lub na dystrybucję. Czasami proces magazynowania jest połączony z procesem technologicznym – sezonowaniem. Produkt nabiera wówczas odpowiednich, pożądanych wartości, jak np. w przypadku dojrzewania serów czy sezonowania drewna. Jednak bez względu na to, czy mowa o magazynie w przedsiębiorstwie produkcyjnym, gdzie ma on zapewnić ciągłość produkcji, w przedsiębiorstwie transportowym, gdzie pełni rolę punktu przeładunkowego czy też w jednostce handlowej zapewniając stały dostęp klientom do produktów, jego rola pozostaje niezmienna. Praca opisuje praktyczne wykorzystanie metody ABC/XYZ, jako narzędzia racjonalizacji magazynu.

**Słowa kluczowe:** racjonalizacja, magazyn, metoda ABC/XYZ

## 1. Magazyny i systemy magazynowania

W całym łańcuchu logistycznym jednym z najważniejszych punktów są magazyny, które często są powiązane ze fazą zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji. W literaturze można odnaleźć wiele definicji magazynów [4, 6, 14]. Polskie prawo definiuje je, jako jednostki funkcjonalno-organizacyjne, przeznaczone do przechowywania dóbr/ zapasów w wyodrębnionej przestrzeni, przy użyciu odpowiednich technologii. Dodatkowo obiekt magazynowy powinien być wyposażony w odpowiednie urządzenia i środki techniczne, obsługiwane przez ludzi z odpowiednimi umiejętnościami [3].

Literatura wyraźnie różnicuje ponadto pojęcia: magazyn i system magazynowania. Magazyn określany jest, jako budowla lub przestrzeń przeznaczona do przechowywania produktów lub materiałów czasowo wyłączonych z obiegu. Natomiast system magazynowania to zespół odpowiednio skoordynowanych w czasie i przestrzeni czynności, z wykorzystaniem odpowiedniej infrastruktury tak, aby zapewnić wysoką i efektywną obsługę produktów znajdujących się w magazynie.

Ze względu na rodzaj prowadzonej działalności magazyny przyjmują odpowiednią formę i tak można je podzielić na trzy typy. Pierwszym z nich są magazyny w przedsiębiorstwach produkcyjnych, których celem funkcjonowania jest zapewnienie ciągłości produkcyjnej. Przechowywane są w nich materiały potrzebne do produkcji oraz wyroby gotowe, które czekają na wysyłkę. Czasami pełnią rolę jednego z etapów produkcyjnych, gdzie produkt wymaga czasu, by nabrać określonych cech (np. dojrzewanie

sera lub wina) lub wymaga głębokiego mrożenia (przenoszony jest wtedy do chłodni). Magazyny w przedsiębiorstwach transportowych pełnią rolę punktu, w którym produkty są przechowywane przez stosunkowo krótki okres, oczekując na ponowną kompletację i wysyłkę. Często jednostki ładunkowe nie są nawet rozpakowywane, a kompletacja jest dokonywana pod względem kierunku wydania. Ostatnia grupa to magazyny w przedsiębiorstwach handlowych. Mają one na celu zapewnienie klientowi stałego dostępu do towarów oferowanych przez firmę [14]. Aktualne analizy rynków pozwalają przewidywać bardzo dokładnie popyt i biorąc pod uwagę regularność dostaw przekłada się to na dokładne określenie poziomu zapasów, jakie powinny być utrzymywane na takim magazynie.

Zasadnicze funkcje, jakie spełnia magazyn w systemie logistycznym to: [2, 9, 14]

- skoordynowanie wielkości podaży i popytu: jest konieczne przy wahaniach podaży lub popytu,
- zredukowanie kosztów transportu: osiągane poprzez składowanie potrzebnych towarów i ograniczenie tym samym częstotliwości dostaw,
- wspomaganie procesów produkcyjnych: poprzez magazynowanie surowców niezbędnych do zachowania ciągłości produkcji,
- wspomaganie procesów marketingowych: osiągane poprzez gromadzenie zapasów, które później wykorzystywane są np. w trakcie akcji promocyjnych.

## 2. Wybrane metody racjonalizacji powierzchni magazynowej

Jedną z najczęściej wykorzystywanych metod racjonalizacji magazynu jest metoda ABC połączona z metodą XYZ. Pierwsza z nich opiera się na pracach naukowo-badawczych włoskiego ekonomisty Vilfreda Pareto, który w 1887 roku zaobserwował, że 80% bogactwa całego kraju jest własnością 20% ludności. Na przestrzeni kilku lat stwierdził ponadto, że zasada ta sprawdza się również w wielu innych przypadkach - dla przykładu: 20% pozycji zapasów stanowi 80% ich łącznej wartości, 20% klientów generuje 80% przychodu [1]. Uogólniając, zasada 80/20 mówi, iż w zbiorowości niejednorodnej 20% elementów reprezentuje 80% skumulowanej wartości cechy, która służy, jako kryterium klasyfikacji [7]. Na zasadach rozkładu Pareto opracowano metodę ABC, która została dedykowana magazynom. Polega ona na wyodrębnieniu z rozpatrywanego zbioru materiałów lub towarów trzech grup A, B i C mających określone udziały (zazwyczaj jest to 80-15-5%) zgodnie z przyjętym kryterium. W odniesieniu do zarządzania zapasami za kryterium tej analizy często przyjmuje się wartość obrotu (zużycia) [13]. Metodyka postępowania w ramach wykonywania analizy ABC zwiera się w następujących punktach:

- porządkowanie badanego zbioru pozycji asortymentowych według kryterium malejącej wartości obrotu (od największego do najmniejszego),
- obliczenie skumulowanej sumy obrotu dla kolejnych pozycji,
- obliczenie skumulowanego udziału procentowego w całkowitym obrocie,
- zaliczenie wszystkich pozycji, dla których narastający udział procentowy jest mniejszy lub równy 80% do kategorii A,
- zaliczenie wszystkich pozycji, dla których narastający udział procentowy jest pomiędzy 80% - 95% do grupy B,
- zaliczenie wszystkich pozycji, dla których narastający udział procentowy jest większy niż 95% do grupy C.

Klasyfikacja ABC daje cenne informacje o produktach i tym, jaki udział w obrotach one

posiadają [15]. Jednak może zaistnieć sytuacja, w której obok siebie w grupie A znajdzie się zarówno produkt o niskiej cenie jednostkowej, lecz sprzedany w dużych ilościach (co przyniosło wysoki zysk), jak i produkt ekskluzywny, o wysokiej cenie lecz bardzo niskiej ilości sprzedaży. Utrzymywanie wysokich zapasów dla drugiego z produktów byłoby nierozsądne, dlatego często analiza ABC uzupełniana jest o aspekty ilościowe, których wyznacznikiem jest metoda XYZ.

Mając wyróżnione grupy A, B, C należy dokonać przeglądu wewnątrz grup i dokonać ponownego zróżnicowania, biorąc pod uwagę inne cechy badanych elementów. O ile w przypadku analizy ABC kryterium klasyfikacji jest jednoznaczne, to w przypadku analizy XYZ może być ich kilka. W wyniku podziału wyróżnia się klasę X – obejmującą elementy, dla których cecha wskazuje statystyczną stałość, przy czym dopuszczalne są sporadyczne odchylenia; klasę Y – obejmującą obiekty, dla których cecha wykazuje zmienność wynikającą najczęściej z sezonowości lub trendu i klasę Z – obejmującą obiekty, dla których wyróżniona cecha wykazuje istotną nieregularność [10].

Postępowanie w klasyfikacji XYZ można przedstawić następująco:

- pobierane są dane sprzedażowe, z co najmniej kilku jednakowych okresów, a następnie dla każdego surowca oblicza się średnią wartość sprzedaży (1), odchylenie standardowe (2) oraz współczynnik zmienności (3), gdzie  $sr$  – średnia;  $n$  – liczba prób;  $od$  – odchylenie standardowe;  $X$  – kolejna obserwacja w próbie;  $wz$  – współczynnik zmienności;

$$\bar{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n sr_i}{n} \quad (1)$$

$$od = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{sr})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$wz = \frac{od}{\bar{sr}} \quad (3)$$

Źródło: [11]

- następnie obliczana jest średnia sprzedaży, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności; na tej podstawie można ustalić przynależność do jednej z trzech grup;
- w grupie X znajdują się produkty, dla których współczynnik zmienności nie jest większy niż 0.25, w grupie Y asortymenty, których współczynnik zmienności mieści się w przedziale od 0.25 do 0.55, wszystkie pozostałe produkty tworzą klasę Z.

Przeprowadzenie klasyfikacji ABC i XYZ pozwala na przyporządkowanie badanych pozycji do 9 grup, które dają podstawy do zróżnicowanego podejścia do zarządzania zapasami w przedsiębiorstwie. Od surowców o dużej wartości i regularnym zapotrzebowaniu (klasa AX) do tych o małej wartości i nieregularnym zapotrzebowaniu (klasa CZ). Pełny podział i opis każdej z klas przedstawia tabela 1.

Dysponując klasyfikacją produktów wg. analizy dwukryterialnej ABC/XYZ można precyzyjnie określić, w którym miejscu w magazynie powinna się znajdować każda pozycja asortymentowa. Dla każdego z układów technologicznych (workowy, przelotowy, kątowy) ich rozmieszczenie będzie różne. Zostało to przedstawione na rysunku 1.

Tab. 1. Kombinacja analiz ABC i XYZ

	A	B	C
X	Towary o dużej wartości, jednocześnie o równomiernym ilościowym zużyciu.	Towary o średniej wartości, jednocześnie o równomiernym ilościowym zużyciu.	Towary o małej wartości, jednocześnie dużym równomiernym zużyciu.
Y	Towary o dużej wartości, przy mniejszym i mniej równomiernym ilościowym zużyciu.	Towary o średniej wartości, przy mniejszym i mniej równomiernym ilościowym zużyciu.	Towary o małej wartości, przy mniejszym i mniej równomiernym ilościowym zużyciu.
Z	Towary o dużej wartości, przy mniejszym i nie wielkim ilościowym zużyciu.	Towary o średniej wartości, przy mniejszym i nie wielkim ilościowym zużyciu.	Towary o małej wartości, przy mniejszym i nie wielkim ilościowym zużyciu.

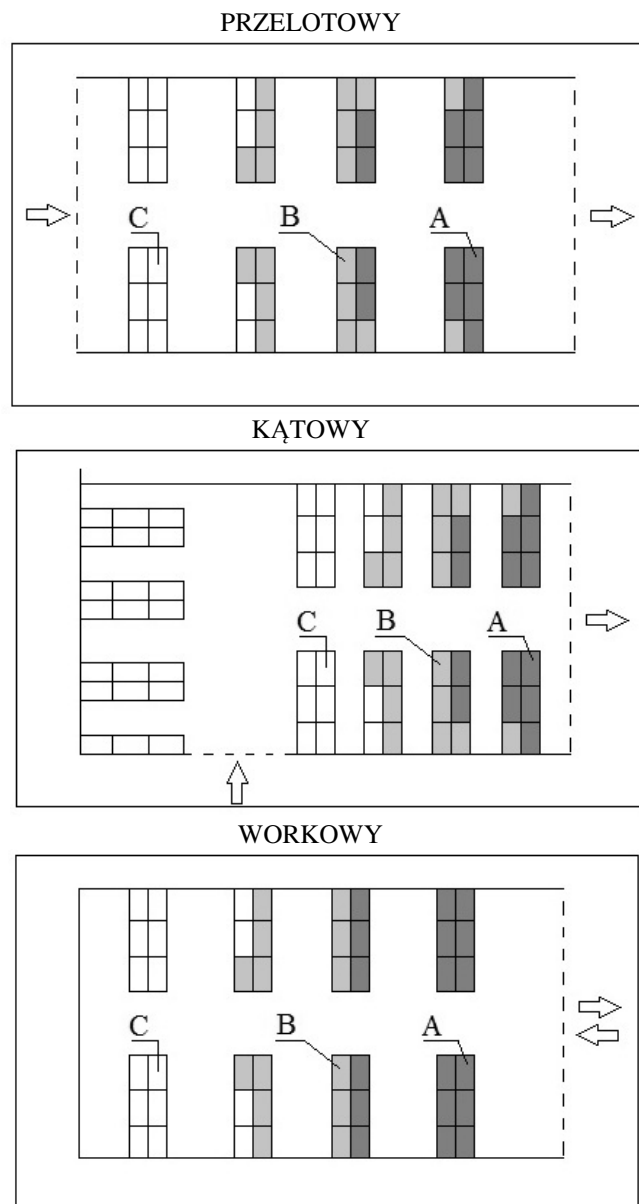
Źródło: [8]

Analizując rysunek 1 można zauważyć pewną prawidłowość: w każdym układzie technologicznym produkty znajdujące się w grupie A ulokowane są możliwie najbliżej strefy wydań/ głównej drogi transportowej. W środkowej części strefy składowania znajduje się grupa B, zaś pozycje asortymentowe należące do grupy C znajdują się najdalej wyjścia. Takie ułożenie pozwala na skrócenie drogi, jaką pokonuje produkt w magazynie. Jednak najkorzystniejszym z prezentowanych trzech układów jest układ workowy, który ogranicza do minimum drogę zarówno pracownika, jak i towarów.

W dalszej części pracy zostało opisane zastosowanie metody dwukryterialnej ABC/XYZ na przykładzie magazynu jednego z przedsiębiorstw produkcyjnych, którego siedziba mieści się w województwie łódzkim.

### 3. Proces magazynowania w analizowanym przedsiębiorstwie

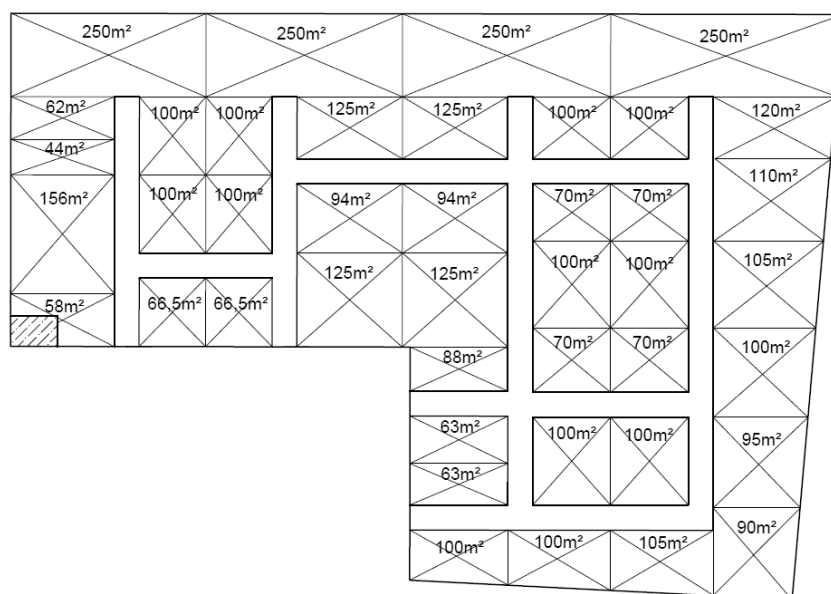
Analizowane przedsiębiorstwo to rodzinna firma z 25-letnim doświadczeniem, specjalizująca się w produkcji energooszczędnych rozwiązań konstrukcyjnych. Technologia oferowana przez firmę to tzw. system traconego szalunku, która polega na konstruowaniu na placu budowy trwałych elementów betonowych lub żelbetonowych na podstawie przygotowanych wcześniej prefabrykatów. Szalunkiem, do którego wlewa się beton, są kształtki wykonane z twardych materiałów izolacyjnych. Jednak tych elementów szalunkowych nie usuwa się jak w przypadku tradycyjnych szalunków po zalaniu betonem, lecz pozostają one, tworząc izolację na nowo powstałej ścianie, zarówno od wewnątrz jak i od zewnątrz budynku. Na podstawie doboru odpowiednich typów kształtek szalunkowych, rodzaju betonu i w niektórych przypadkach odpowiedniego zbrojenia, powstają różnego rodzaju budowle, od wielopiętrowych bloków mieszkalnych, energooszczędnych domków jednorodzinnych, aż po budynki użyteczności publicznej takie, jak: baseny, hale przemysłowe, budynki gospodarcze, chłodnie, etc.



Rys. 1. Rozmieszczenie grup towarów w magazynach dla układu przelotowego, kąтового, workowego  
 Źródło: [5, 12]

Aktualnie firma nie posiada własnego magazynu, w którym mogłaby przechowywać wszystkie swoje produkty. Do dyspozycji, jako przestrzeń magazynowa, ma jedynie kilka pól odkładczych w części produkcyjnej (mogących pomieścić aktualne zapasy produkcji w toku) oraz namiot przemysłowy, w którym przechowywane są elementy oczekujące na wysyłkę do klientów. Pozostała część asortymentu składowana jest w kilku wynajętych

halach magazynowych, w obrębie miejscowości, w której zlokalizowane jest przedsiębiorstwo. Takie rozwiązanie jest bardzo niekorzystne dla firmy, ponieważ wydłuża czas potrzebny na kompletację zamówienia (konieczna jest identyfikacja lokalizacji, w której przechowywany jest potrzebny towar oraz jego transport), a same wyprodukowane elementy muszą zostać przewiezione do odległych miejsc, co jest czasochłonne oraz wykorzystuje zasoby, które mogłyby zostać lepiej wykorzystane. Dodatkowo istniejąca sytuacja utrudnia zarządzanie całym dostępnym asortymentem oraz wymaga prowadzenia dodatkowej dokumentacji, opisującej jakie elementy znajdują się w danym magazynie. Głównie z tych powodów w 2015 roku firma zdecydowała się na wybudowanie własnego magazynu mogącego pomieścić wszystkie produkty. W tym celu zakupiono działkę sąsiadującą bezpośrednio z zakładem produkcyjnym. Uwzględniając rozmiary produktów oraz sposób ich przechowywania zaprojektowano magazyn o łącznej powierzchni składowania ok. 4500 m<sup>2</sup> - rysunek 2.



Rys. 2. Plan magazynu analizowanej firmy

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych przez firmę

Problemem stało się określenie, na których polach odkładczych mają być rozlokowane dane asortymenty. Priorytetem było przy tym wyeliminowanie sytuacji, w której pracownik będzie musiał chodzić na koniec magazynu po produkty ciągle rotujące, zaś bliższe miejsca będą zajęte przez te, które są rzadziej pobierane. Taka sytuacja generuje niepotrzebne wydłużenie czasu kompletacji i negatywnie wpływa na sprawność funkcjonowania całej gospodarki magazynowej. Potrzebą było więc zidentyfikowanie towarów najczęściej pobieranych i ich ulokowanie jak najbliżej strefy kompletacji. W tym celu wykorzystano wyniki sprzedażowe z ostatnich dwóch lat oraz dane dotyczące ilości każdego z produktów i jego wartości. Jednak same pozyskane informacje nie są wystarczające do wyciągnięcia odpowiednich wniosków, muszą one zostać odpowiednio uporządkowane i przeanalizowane. Do tego wykorzystano klasyfikację ABC/XYZ, która podzieliła

wszystkie produkty na 9 grup. Przedstawiona problematyka wykorzystuje jedynie dane dla wybranych przez zarząd przedsiębiorstwa 48 towarów.

### 3. Metoda i wyniki badań

Jednym z celów zrealizowanego badania było otrzymanie danych, na podstawie których została przeprowadzona analiza ABC/XYZ. Z kolei celem samej analizy było wskazanie sposobu rozlokowania produktów na magazynie w jak najbardziej racjonalnych miejscach tak, aby maksymalnie skrócić czas potrzebny na kompletację zamówień.

Aby przystąpić do przeprowadzenia analiz niezbędne było pozyskanie z firmy odpowiednich danych, dotyczących między innymi:

- cen jednostkowych produktów,
- łącznej ilości towarów w magazynach,
- wielkości produkcyjnych i sprzedażowych za lata 2014, 2015 i 2016,
- sposobu składowania,
- wymiarów każdego z produktów.

Ponieważ zakres analizowanych artykułów był dość rozległy, przy udziale kierownictwa firmy, wytypowano 48 pozycji magazynowych z 200 dostępnych. Należą one do tych najczęściej produkowanych i sprzedawanych. Ponieważ dane ilościowe produkcji były gromadzone w formie papierowej, pierwszy etap badań miał na celu przetransponowanie zebranych w różnych formach zestawień do arkusza kalkulacyjnego tak, aby można było zastosować metodę ABC/XYZ. Tabele 2 i 3 prezentują przykłady arkuszy kalkulacyjnych, w których zostały zapisane dane.

Obliczenia zaprezentowane w tabeli 2 bazują na aspekcie: cena każdego z produktów oraz jego ilość w magazynie. Dysponując tymi danymi otrzymano wartość sprzedaży poszczególnych produktów. Następnie uporządkowano tabelę wg wartości w porządku malejącym. W kolejnej kolumnie obliczono analogicznie sumy narastające dla wartości kolejnych towarów oraz ich odwzorowanie procentowe w stosunku do całości badanego asortymentu.

Tab. 2. Fragment analizy ABC przeprowadzonej w analizowanym przedsiębiorstwie

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nr Produktu	Cena jednostkowa	Ilość w magazynach	Wartość sprzedaży	sprzedaż bieżąca	sprzedaż bieżąca %	ilość bieżąca	ilość bieżąca %
2	1	792,32	956	757457,92	757457,92	15%	956	3%
3	33	612,84	1074	658190,16	1415648,08	28%	2030	7%
4	14	598,79	1088	651483,52	2067131,60	41%	3118	10%
5	4	611,14	978	597694,92	2664826,52	52%	4096	13%
6	2	570,03	1002	571170,06	3235996,58	64%	5098	17%
7	11	568,60	992	564051,20	3800047,78	75%	6090	20%
8	15	221,95	894	198423,30	3998471,08	79%	6984	23%
9	3	121,97	989	120628,33	4119099,41	81%	7973	26%
10	10	86,64	1062	92011,68	4211111,09	83%	9035	29%
11	6	94,32	953	89886,96	4300998,05	85%	9988	33%
12	5	68,18	856	58362,08	4359360,13	86%	10844	35%
13	45	52,57	862	45315,34	4404675,47	87%	11706	38%
14	27	53,92	820	44217,87	4448893,34	87%	12526	41%
15	28	42,00	830	34860,00	4483753,34	88%	13356	44%
16	24	46,91	712	33397,52	4517150,85	89%	14068	46%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z firmy

Znając podział wszystkich produktów na trzy grupy A, B, C możliwe jest ich łatwiejsze i dokładniejsze rozlokowanie na magazynie tak, aby skrócić czas potrzebny na ich kompletację.

W kolejnym kroku badań, po wykonaniu analizy ABC, została przeprowadzona analiza XYZ. Na wstępie została wyliczona średnia sprzedaż miesięczna (w tym przypadku wykorzystano średnią arytmetyczną), następnie obliczono odchylenie standardowe dla wyliczonej wcześniej średniej. To pozwoliło na wskazanie współczynnika zmienności, który klasyfikuje produkty do konkretnej grupy: X, Y lub Z (tabela 3).

Tab. 3. Fragment analizy XYZ przeprowadzonej w analizowanym przedsiębiorstwie

	A	B	C	D	W	X	Y	Z	AA	AB
1	Nr produktu	Sprzedaż msc. w 2014			Sprzedaż msc. w 2015			Średnia	Odchylenie standardowe	Wsp. zmienności
2		I	II	III	X	XI	XII			
3	1	335	335	335	353	353	308	357,875	34,08209845	0,09523464
4	2	1054	1054	1054	794	794	694	962,3333	164,5185436	0,17095796
5	3	897	897	897	662	662	580	812,2917	145,6603474	0,17932025
6	4	1437	1437	1437	567	567	496	1043,667	474,107762	0,45427125
7	5	779	779	779	135	135	119	476,2083	346,4424376	0,72750184
8	6	319	319	319	273	273	239	308,3333	37,46584609	0,12151085
9	7	104	104	104	114	114	99	113,375	11,57746875	0,10211659
10	8	1752	1752	1752	724	724	633	1289,542	561,8224712	0,43567609
11	9	507	507	507	218	218	191	377,5833	157,9087785	0,41820908
12	10	302	302	302	252	252	221	288,7917	37,72652298	0,13063577
13	11	131	131	131	146	146	128	144,2083	15,45417115	0,10716559
14	12	187	187	187	119	119	104	159,5417	39,09893935	0,2450704
15	13	447	447	447	348	348	305	414,1667	65,04365803	0,15704706
16	14	42	42	42	150	150	132	100,1667	58,7482815	0,58650531
17	15	42	42	42	83	83	73	65,375	22,55619938	0,34502791

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z firmy

Grupę X stanowią produkty, których współczynnik zmienności nie przekracza 0.25. Kolejna grupa Y to zapasy, dla których współczynnik zawiera się w przedziale od 0.25 do 0.55. Pozostałe produkty stanowią grupę Z.

Przeprowadzając analogiczne obliczenia dla pozostałych produktów firmy otrzyma się pełną ich klasyfikację, którą następnie należy połączyć z poprzednią analizą ABC. Takie wyniki pozwalają na dokładne rozmieszczenie wszystkich asortymentów przedsiębiorstwa na magazynie.

#### 4. Koncepcja racjonalizacji magazynu przy wykorzystaniu metody ABC/XYZ

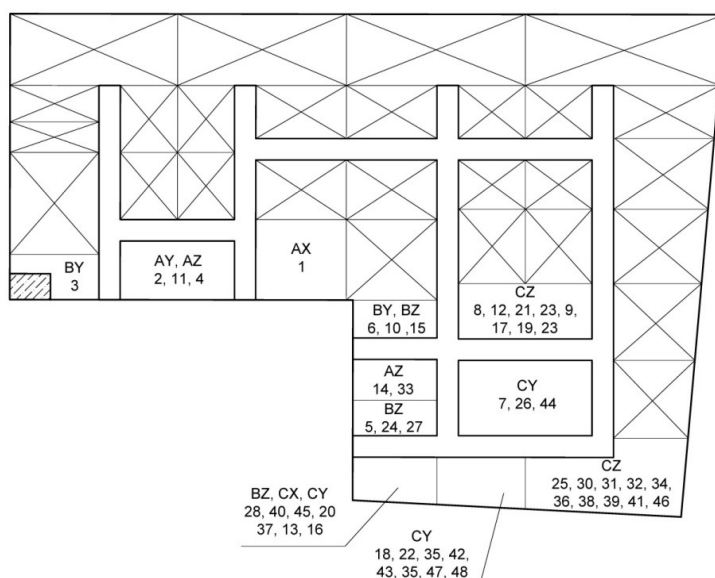
W wyniku przeprowadzenia obu analiz każdy z produktów firmy został skategoryzowany do jednej z 9 grup, która wskazuje jego wartość oraz stopień zużycia.

Znając wymiar każdego z produktów, sposób jego składowania oraz wielkość pól odkładczych zaprojektowanych na nowej powierzchni magazynu wyszczególniono trzy możliwe alokacje produktów (rysunki 3-5).

Pierwsze z rozwiązań (rysunek 3) zakłada, że wszystkie analizowane w pracy asortymenty mają priorytet przed pozostałymi. Firma udostępniła dane dotyczące tylko 48 produktów, podczas gdy w swojej ofercie posiada ich ponad 200. W tym wariancie



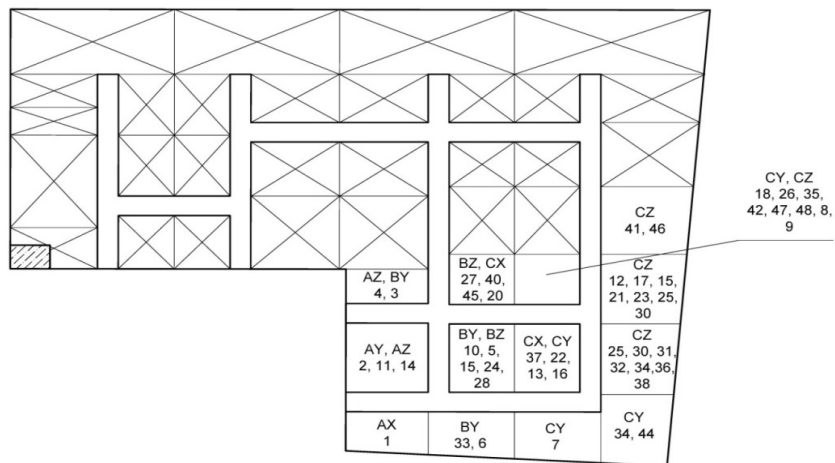
przedmioty będą zajmować miejsca najbliżej wejść na magazyn, zaś pozostałe zostaną zajęte przez towary nieuwzględnione w analizie. Rozwiązanie to może jednak nie sprawdzić się, ponieważ w pozostałej grupie mogą znajdować się zapasy, które rotują częściej i wymagają umieszczenia ich bliżej bram wjazdowych. Wówczas takie rozplanowanie ich rozłożenia może okazać się niekorzystne, ponieważ pracownik w dalszym ciągu będzie musiał pokonywać dłuższy dystans po produkty znajdujące się w odległych częściach magazynu. Kolejne dwa warianty uwzględniają wyjściowe założenie i starają się optymalnie wykorzystać przestrzeń magazynową.



Rys. 3. Rozmieszczenie towarów na magazynie - rozwiązanie 1  
Źródło: opracowanie własne

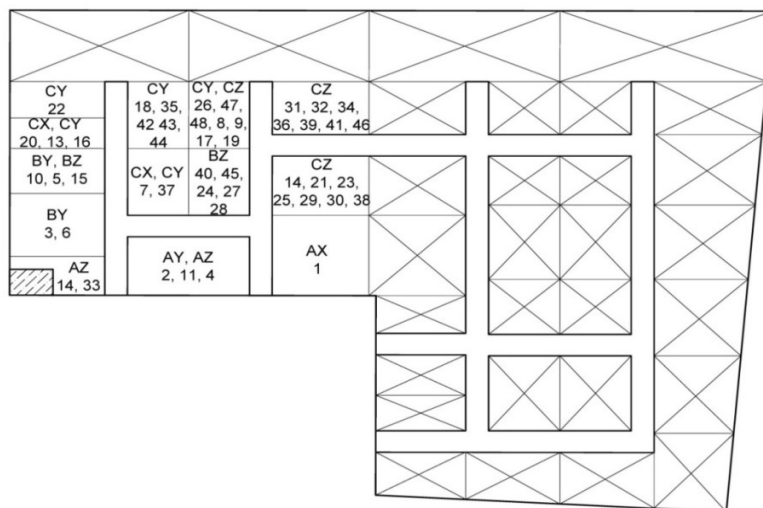
W drugim rozwiązaniu zostały wyodrębnione dwa warianty: A i B (rysunki 4-5). Zakłada ono rozmieszczenie wszystkich analizowanych zapasów po jednej stronie magazynu, pozostawiając jego wolną część dla innych produktów oferowanych przez firmę. W przypadku gdyby okazało się, że potrzebne jest miejsce bliżej wejść dla alokacji towarów nieuwzględnionych w badaniu, ich rozlokowanie będzie możliwe właśnie tam. Zachowując podstawowe założenie, zgodnie z którym najbliżej wejść mają znajdować się zapasy z grup AX, AY itd., wariant ten jest lepszy od poprzedniego, który tego aspektu nie uwzględniał.

Wariant A zakłada alokację zapasów w południowej części magazynu. Wymaga to jednak zmiany powierzchni 4 pól odkładających w skrajnej, południowej części magazynu (znajdujące się tam zapasy to produkty o numerach: 1, 33, 6, 7, 34, 44). Odnosząc się do planu magazynu mowa tu o niewidocznych na rysunkach polach, które mają powierzchnię 100, 100, 105 i 90 m<sup>2</sup>. W zaproponowanym ułożeniu będą one miały odpowiednio 120, 83, 107 i 85 m<sup>2</sup>. Zmiana ta jest konieczna po to, aby jeden rodzaj zapasu zmieścił się w jednym polu, unikając sytuacji, w której zostanie on rozdzielony na więcej niż jedno miejsce, co utrudniałoby jego późniejsze odszukanie.



Rys. 4. Rozmieszczenie towarów na magazynie - rozwiązanie 2, wariant A  
Źródło: opracowanie własne

Wariant B (rysunek 5) przewiduje wypełnienie tych samych założeń co wariant A, z tą różnicą, że wszystkie produkty ulokowane są we wschodniej części magazynu. Podobnie jak w poprzednim przykładzie i w tym przypadku konieczna jest zmiana wielkości pól odkładczych w skrajnej wschodniej części magazynu. Zmniejszeniu ulegną dwa sąsiadujące pola 58 oraz 156 i wydzielone zostanie nowe o powierzchni 92 m<sup>2</sup> (nr produktów znajdujących się na nim to 3, 6).



Rys. 5. Rozmieszczenie towarów na magazynie - rozwiązanie 2, wariant B  
Źródło: opracowanie własne

Warianty A i B różnią się rozlokowaniem zapasów względem dwóch stron magazynu. Wybór danego rozwiązania zależy od wielu zmiennych, między innymi: układu dojazdu do

magazynu, posadowienia doków, koncepcji organizacji pracy czy też indywidualnych poglądów osób zarządzających i pracujących w magazynie. Należy jednak zwrócić uwagę, że każdy z zaproponowanych wariantów w sposób racjonalny lokuje zapasy z grupy AX, BX, AY, tj. jak najbliżej głównych dróg transportowych.

## 5. Podsumowanie

Obie opisane analizy ABC oraz XYZ są bardzo pomocne, nie tylko w procesie planowania rozmieszczenia poszczególnych produktów na powierzchni magazynu, ale i w innych aspektach zarządzania. Problematyka niniejszego artykułu skupiła się na zaplanowaniu alokacji zapasów przedsiębiorstwa w nowo powstałym budynku magazynowym. Dla tego konkretnego przypadku oceniono i sklasyfikowano każdy produkt, biorąc pod uwagę jego wartość, ilość oraz częstotliwość pobrań. Opisano sposób pozyskania niezbędnych danych. W wyniku przeprowadzonej analizy dwukryterialnej powstały trzy warianty alokacji. Wybierając jeden z nich należy pamiętać o pozostałych produktach, które nie zostały uwzględnione w badaniach. Propozycja pierwsza (ułożenie wszystkich produktów najbliżej wejść) jest w tym momencie mało praktyczna. Wdrażając ją do firmy podstawowe założenie, którym było usprawnienie całego procesu magazynowania, może nie być osiągnięte. W przypadku dwóch kolejnych rozwiązań (układ w jednej z części magazynu) będzie ono spełnione. Jednakże wybór konkretnego wariantu należy już w całości do osób zarządzających magazynem.

## Literatura

1. Coyle J., Bardi E., Langley C. Jr., Zarządzanie logistyczne, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2010
2. Dudziński Z., Kizyn M., Poradnik magazyniera, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000
3. Dudziński Z., Kizyn M., Vademecum gospodarki magazynowej, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2002
4. Dudziński Z., Poradnik organizatora gospodarki magazynowej w przedsiębiorstwie, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012
5. Galińska B., Gospodarka magazynowa, Difin, Warszawa 2016
6. Gołębska E., Kompendium wiedzy o logistyce, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010
7. Hendrick T., Moor S., Production/Operations Management, Irwin, Homewood 1985
8. <http://zapasyimagazynowanie.blogspot.com> - zapasy i magazynowanie
9. Korzeniowski A., Weselik A., Skowroński Z., Kaczmarek M., Zarządzanie gospodarką magazynową, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997
10. Korzeń Z., Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania, Biblioteka Logistyka, Poznań 1999
11. Krawczyk S., Logistyka. Teoria i praktyka, Difin, Warszawa 2011
12. Krzyżaniak S., Niemczyk A., Majewski J., Andrzejczyk P., Organizacja i monitorowanie procesów magazynowych, Biblioteka Logistyka, Poznań 2014
13. Lewandowski J., Skołod B., Plinta D., Organizacja systemów produkcyjnych, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014
14. Niemczyk A., Zapasy i magazynowanie, t. 2, Magazynowanie. Podręcznik do kształcenia w zawodzie technik logistyk, Biblioteka Logistyka, Poznań 2008

15. Shim J., Siegel J., Dyrektor finansowy, Oficyna Wolters Kluwer, Kraków 1999

Dr inż. Maciej BIELECKI  
Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki  
Politechnika Łódzka  
90-924 Łódź  
ul. Wólczańska 215  
tel./fax: 42 631 37 54  
e-mail: maciej.bielecki@p.lodz.pl

Dr inż. Barbara GALIŃSKA  
Instytut Nauk Społecznych i Zarządzania Technologiami  
Politechnika Łódzka  
90-924 Łódź  
ul. Piotrkowska 266  
tel./fax: 42 631 36 99  
e-mail: barbara.galinska@p.lodz.pl

Inż. Radosław BIESEL  
Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki  
Politechnika Łódzka  
90-924 Łódź  
ul. Wólczańska 215  
tel./fax: 42 631 37 54