

UWARUNKOWANIA LOGISTYCZNE W PLANOWANIU PRODUKCJI I MAGAZYNOWANIU PROFILI ALUMINIOWYCH Z WYKORZYSTANIEM METOD ABC I XYZ

W artykule omówiono metody ABC/XYZ służące do klasyfikacji profili będących podstawą do planowania ich sprzedaży i efektywnego rozmieszczenia ich w magazynie wyrobów gotowych. Optymalne pogrupowania tych wyrobów pozwala na zwiększenie efektywności funkcjonowania magazynu pod względem jego ekonomicznego znaczenia w zaopatrzeniu i dystrybucji. W wyniku przeprowadzonych analiz, dokonano identyfikacji wyrobów, które są najczęściej i w największej ilości zamawiane przez kontrahentów. Pozwoliło to również odpowiedzieć na pytania jak racjonalnie gospodarować środkami finansowymi, aby zapewnić płynność finansową zakładów produkcyjnych i jednocześnie utrzymać ciągłość produkcji.

WSTĘP

Dla prawidłowego funkcjonowania każdego przedsiębiorstwa produkcyjnego istotnym elementem jest odpowiedni proces planowania produkcji oraz towarzyszące mu procesy logistyczne. Na obecnym zmieniającym się i konkurencyjnym rynku, w tym wyrobów hutniczych, kluczowymi zasadami w technologii produkcji są: wysoka wydajność, niskie koszty eksploatacji, wysoka jakość i duża elastyczność. Cele te zmuszają producentów profili do stałego ulepszania i rozwoju technologii produkcyjnych, poszukiwania inteligentnych i innowacyjnych rozwiązań, jak również stosowania nowoczesnego wyposażenia zakładów produkcyjnych. Do rozwiązywania problemów związanych z ich wytwarzaniem coraz częściej stosowanym narzędziem jest logistyka. Proces ich produkcji jest wielofazowy, przeplatają się w nim procesy: produkcyjny, transportowy i składowania. Podstawowym problemem we wprowadzeniu logistyki do przedsiębiorstw produkcyjnych jest rozgałęziony przepływ materiałów w cyklu produkcyjnym, co powoduje, że w wielu fazach procesu przepływu materiałów konieczne jest ich składowanie, które z kolei powoduje wzrost kosztów wytworzenia produktu gotowego. Ogólna tendencja zmierza w kierunku obniżania do koniecznego minimum poziomu zapasu na rzecz strategii *Just in Time (JiT)* [1]. Działania te mają za zadanie zwiększenie elastyczności zakładów produkcyjnych, poprawę jakości i niezawodności wyrobów, wzrost poziomu obsługi klientów i obsługi wyrobów, skracanie czasu przepływu materiałów, zmniejszenie zapasów magazynowych oraz nakładów eksploatacyjnych. W artykule metodami klasyfikacji ABC i XYZ podjęto próbę ustalenia optymalnego rozmieszczenia profili aluminiowych w magazynie wyrobów gotowych w jednym z przedsiębiorstw produkcyjnych w celu ustalenia ich planowanej wielkości sprzedaży w zależności od typu, gatunku i przeznaczenia.

1. PLANOWANIE PRODUKCJI A UWARUNKOWANIA TECHNOLOGICZNE W PROCESIE WYTWARZANIA PROFILI ALUMINIOWYCH

Ponad 90 % wyprodukowanej stali w świecie poddawana jest procesowi wytwarzania wyrobów hutniczych, w tym profili aluminiowych,

które wykorzystywane są do produkcji licznych dóbr konsumpcyjnych, takich jak samochody, artykuły gospodarstwa domowego, opakowania itp. Specyfika ich produkcji leży w sferach: technologicznej i organizacyjnej. Istotnym czynnikiem wyróżniającym proces produkcji profili aluminiowych jest złożony charakter przepływu materiałów. Zakłady produkcyjne wytwarzają różne typy profili aluminiowych w zależności od gatunku stali, wymiarów i ich przeznaczenia, co powoduje, że istnieje wiele możliwych wariantów technologicznych realizacji ich zamówień.

Złożona struktura technologiczna produkcji oraz wymagania marketingowe powodują, że problem planowania produkcji w tych zakładach jest bardzo skomplikowany. Planowanie produkcji odbywa się na podstawie informacji z kompleksowo przetworzonych zamówień, zweryfikowanych o stopień ich wykonania i zawartość składów międzyoperacyjnych. Dodatkowo, silna konkurencja na rynku wyrobów hutniczych zwłaszcza profili aluminiowych wymaga, aby przebieg realizacji ich procesu produkcyjnego uwzględniał potrzeby klienta. W procesie planowania produkcji należy uwzględnić wiele charakterystycznych dla danego obszaru produkcyjnego uwarunkowań [2]:

1. Przepływ materiału w sektorze produkcji profili określony jest nie tylko przez asortyment, ścieżkę technologiczną, ale również przez wydajność poszczególnych agregatów w ciągu technologicznym.
2. Nie można rozpatrywać pojedynczego zamówienia w oderwaniu od innych, ponieważ istnieje konieczność organizowania kampanii (łączących poszczególne asortymenty wg specjalnych kluczy identyfikatorów dla każdego ogniwa produkcyjnego z osobna).
3. Zlecenia o zbyt małej ilości wyrobu łączone są w większe jednostki produkcyjne.
4. Dla zapewnienia ciągłości pracy konieczne jest gromadzenie pewnej ilości materiału o określonym asortymencie na składach międzyoperacyjnych, których pojemność jest fizycznie ograniczona a ich nadmierne zapelnienie nie jest uzasadnione ekonomicznie.

5. Ze względów technologicznych realizowana jest zarówno produkcja „na zamówienie”, jak i w ograniczonym zakresie produkcja „anonimowa” – nie przypisana do konkretnego zamówienia.
6. Należy dążyć do minimalizowania ilości materiału nadmiarowego i niezgodnego z przeznaczeniem, który powstaje w trakcie realizacji procesu produkcyjnego.
7. Na kolejność realizacji zleceń produkcyjnych istotny wpływ ma wymagany przez odbiorcę termin realizacji zamówienia.

Celem nadrzędnym planowania produkcji jest, aby realizacja zamówienia spełniała wymagania pod względem [2]:

- jakości uwzględniając właściwości mechaniczne, chemiczne i odporność na korozję,
- typów profili, o określonych wymiarach: grubości, szerokości, a także długości,
- ilości zamawianych wyrobów,
- terminowości realizacji zamówień.

Prawidłowa organizacja procesu produkcyjnego musi zatem realizować podstawowe postulaty logistyki – by właściwy pod względem rodzaju, jakości i ilości produkt dostarczony był w odpowiednim miejscu i we właściwym czasie. Ważne jest, aby cały ten proces odbywał się przy minimalnych kosztach.

2. FUNKCJE I ZADANIA MAGAZYNÓW W PROCESIE PLANOWANIE PRODUKCJI PROFILI ALUMINIOWYCH

Gospodarka wyrobami gotowymi pełni ważną funkcję w sprawnym zarządzaniu przedsiębiorstwem ze względu na fakt, że wyrób magazynowany jest jednym z elementów infrastruktury logistycznej przedsiębiorstwa. Systemy magazynowe skupiają się wokół czynności przechowywania, transportu, przepływu informacji, a także zapewnienia odpowiedniej wielkości, jakości utrzymywanych zasobów w magazynie i ich wydawania w miarę zgłaszanych przez służby utrzymania ruchu potrzeb. Organizacja gospodarki magazynowej nie ma jednego określonego rozwiązania. Niezbędne jest więc podejście indywidualne i ocena konkretnego przedsiębiorstwa. Aby zadania gospodarki magazynowej były dobrze realizowane, należy stworzyć zorganizowaną służbę logistyczną, która będzie dysponować wszystkimi informacjami o przepływie materiałów oraz będzie je sprawnie przetwarzać [1].

Magazyn, który został dobrze zaprojektowany, musi spełniać odpowiednie funkcje. Jest on głównym ogniwem w procesie logistycznym, dlatego jego odpowiednie ukształtowanie jest niezbędne do prawidłowego funkcjonowania przedsiębiorstwa. W celu optymalnego rozmieszczenia wyrobów gotowych, magazyn w systemie logistycznym powinien spełniać następujące funkcje:

1. Ujednolicenie wielkości popytu i podaży – jest to niezbędne, kiedy wielkości popytu lub podaży ulegają wahaniu.
2. Zmniejszenie kosztów transportu – można osiągnąć poprzez zmniejszenie częstotliwości dostaw przy większej jednorazowej wielkości dostawy.
3. Wspieranie procesów produkcyjnych – utrzymywanie niezbędnych zapasów oraz opakowań a także regularne odbieranie produktów gotowych z produkcji,
4. Wspieranie procesów marketingowych – gromadzenie zapasów lub zestawów w celach promocyjnych.

Główne zadania realizowane przez magazyny:

1. Składowanie towarów – występuje, kiedy dobra materialne pozostają w bezruchu. Składowanie towarów wiąże się z przechowywaniem w odpowiednich warunkach. Do składowania zaliczamy także czynności magazynowania pomiędzy operacjami manipulacyjnymi.
2. Działania manipulacyjne – występują, kiedy dobra materialne są w ruchu (przemieszczają się), są to działania związane z przyjmowaniem oraz wydawaniem towarów [3,4].

W analizowanym zakładzie produkcyjnym, do transportu wewnętrznego profili aluminiowych wykorzystywane są wózki widłowe, podesty transportowe oraz suwnice, które są obsługiwane przez pracowników posiadających odpowiednie uprawnienia. Półwyroby przechowywane są na paletach stalowych, w określonych miejscach. Są one składowane jedynie przez krótki okres czasu, przed wykonaniem na nich kolejnych operacji technologicznych. Wyroby gotowe z naklejonymi już etykietami zostają umieszczone przez brygadzystów działu pakowania na transporter wyrobów, następnie wyroby zostają przekazane do magazynu za pośrednictwem operatorów transportu wewnętrznego. Wyroby gotowe przechowywane są w opakowaniach wysyłkowych i podlegają okresowej ocenie pod kątem jego pogorszenia lub braku identyfikacji. Jeśli wyrób wykazuje cechy pogorszenia, uszkodzenia lub braku identyfikacji, uruchamia się procedurę wyrobu niezgodnego. Wszystkie dane dotyczące wyrobu zapisane są przez pracowników fabrykacji w systemie informatycznym. Transport zewnętrzny wyrobów gotowych realizowany jest za pomocą samochodów do tego celu przystosowanych i przez firmy spedycyjne spełniające wymagania przedsiębiorstwa. Samochody są ładowane przez pracowników magazynu, zgodnie z listą załadunkową przekazaną uprzednio przez pracownika działu logistyki. Przed załadunkiem pracownik magazynu sprawdza poprzez dokonanie oględzin stan techniczny przestrzeni ładunkowej samochodu. Pracownicy magazynu układają wyroby w przestrzeni ładunkowej samochodu w sposób zapewniający ich stabilność i eliminujący możliwość ich uszkodzenia. Pracownik magazynu kierujący załadunkiem odpowiada również za ilość opakowań i asortyment załadowanych wyrobów, potwierdzając prawidłowość załadunku podpisem na liście załadunkowej.

3. METODYKA BADAŃ

3.1. Metody klasyfikacji materiałów zaopatrzeniowych metodą ABC

Analiza ABC to jedno z narzędzi, które służy do klasyfikacji według określonych grup. Metoda bazuje na zasadzie Pareto, według której 20 % badanych obiektów wpływa na 80 % efektów danego zadania. Analiza polega na wyodrębnieniu trzech grup na podstawie znaczenia lub wartości obrotu – A, B i C, które mają określone udziały w gospodarce magazynowej.

Według metody ABC, zapasy dzielą się na trzy grupy [5]:

1. grupa A – materiały najdroższe, stanowią 5 - 20 % całej liczebności asortymentowej i mają znaczący udział w wartości 75 - 80 %.
2. grupa B – materiały pośrednio wartościowe, mają 15 - 20 % udziału zarówno w wartości jak i w liczebności asortymentowej,
3. grupa C – są to zapasy, które mają charakter masowy o niskiej wartości, mające największy udział w liczebności asortymentu (60 - 80 %) oraz niską wartość (5 %).

Według analizy ABC, najważniejszą grupą materiałów jest grupa A stanowiąca największą wartość i duży udział w kosztach, dlatego wpływa ona bezpośrednio na koszty związane z produkcją. Natomiast grupa C jest przeciwieństwem grupy A i stanowi grupę materiałów o małej wartości.

3.2. Analiza XYZ

Przy wykorzystaniu analizy XYZ poszczególne rodzaje sprzedawanych produktów (lub kupowanych surowców) na podstawie regularności wielkości (wartości) sprzedaży (lub regularności zapotrzebowania) są dzielone na trzy grupy na podstawie dynamiki zmian określonej cechy w czasie. Podstawą klasyfikacji XYZ są więc dane z ciągu okresów (np. 12 miesięcy). Analiza XYZ dzieli materiały na podstawie regularności ich zapotrzebowania [5-7]:

1. grupa X – materiały o produkcji regularnej i wysokim poziomie dokładności prognozowania i ich zapotrzebowania.
2. grupa Y – materiały o zapotrzebowaniu sezonowym lub według trendu.
3. grupa Z – materiały o bardzo nieregularnym zapotrzebowaniu..

3.3. Połączenie metod ABC i XYZ

Poprzez zastosowanie metody ABC lub XYZ uzyskujemy rozwiązanie jednokryterialne. Dzięki połączeniu dwóch analiz - ABC i XYZ, uzyskujemy jeszcze lepszą dwukryterialną analizę zapasów. Uwzględnienie dwóch, a nie jednego kryterium, pozwala na uzyskanie jeszcze większej ilości informacji, przez co dostajemy dokładniejsze wyniki analizy oraz mamy możliwość dokładniejszego przeanalizowania zapasów. Poprzez połączenie metod, uzyskujemy 9 grup materiałów, które umożliwiają podjęcie różnych decyzji o uzupełnieniu oraz utrzymaniu zapasów. Poprzez połączenie metod ABC i XYZ powstają nowe grupy, które przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Grupy asortymentowe na podstawie analizy ABC i XYZ

Grupa XYZ \ Grupa ABC	Grupa ABC		
	A	B	C
X	AX	BX	CX
Y	AY	BY	CY
Z	AZ	BZ	CZ

Grupy asortymentowe według połączenia analiz ABC i XYZ:

1. Grupa AX – wysoka dokładność prognozy, wysoki poziom zapotrzebowania.
2. Grupa AY – średnia dokładność prognozy, średni poziom zapotrzebowania.
3. Grupa AZ – niska dokładność prognozy, wysoki poziom zapotrzebowania.
4. Grupa BX – wysoka dokładność prognozy, średni poziom zapotrzebowania.
5. Grupa BY – średnia dokładność prognozy, średni poziom zapotrzebowania.
6. Grupa BZ – niska dokładność prognozy, średni poziom zapotrzebowania.
7. Grupa CX – wysoka dokładność prognozy, niski poziom zapotrzebowania.
8. Grupa CY – średnia dokładność prognozy, niski poziom zapotrzebowania.
9. Grupa CZ – niska dokładność prognozy, niski poziom zapotrzebowania.

4. ANALIZA KLASYFIKACJI GOSPODARKI MAGAZYNOWEJ PROFILI ALUMINIOWYCH Z WYKORZYSTANIEM METOD ABC I XYZ

4.1. Charakterystyka profilu przedsiębiorstwa

Przedsiębiorstwo produkuje profile aluminiowe. Gotowy produkt zostaje przygotowany do wysyłki, tzn. zostaje skompletowany w odpowiedniej ilości, które następnie zostają spakowane i w takiej postaci trafiają do magazynu wyrobów gotowych, w którym czekają na swoją

kolej w wysyłce do klienta. Usprawnienie procesu wysyłki powstaje, gdy produkty gotowe umieszczone zostają w odpowiednich miejscach magazynu.

Miesięczne zapotrzebowanie na profile aluminiowe w przedsiębiorstwie przedstawiono w tabeli 2 i 3, w której pominięto serie produkcyjne. Tablice te zawierają informację o ich ilości, oznaczeniu oraz ich cenie.

Tab. 2. Przykładowy wykaz m-c zapotrzebowania profili aluminiowych w przedsiębiorstwie

Lp.	Numer profilu	Seria produkcyjna	Ilość [xi], szt.	Cena jednostkowa [ci], zł
1.	4555.20	20	92	22,5
2.	4555.40	40	80	22,5
3.	4755.90	90	67	19,9
4.	4755.100	100	29	19,9
...
95.	6784.20	20	171	23,6
96.	6785.20	20	36	24,5
97.	6785.30	30	47	24,5
98.	6785.40	40	48	24,5
99.	6854.80	80	57	17,3
100.	6854.90	90	61	17,3

Tab. 3. Przykładowy wykaz m-c zapotrzebowania profili aluminiowych w przedsiębiorstwie z pominięciem serii produkcyjnych

Lp.	Numer profilu	Oznaczenie profilu [Ti]	Ilość [xi], szt.	Cena jednostkowa [ci], zł
1.	4555	T1	172	22,5
2.	4755	T2	96	19,9
3.	5055	T3	145	24,5
4.	5056	T4	140	26,8
...
55.	6600	T55	225	68,2
56.	6784	T56	171	23,6
57.	6785	T57	131	24,5
58.	6854	T58	118	17,3
59.	6988	T59	67	18,8
60.	6990	T60	69	18,8

4.2. Zastosowanie metody ABC w praktyce

Analizie zostały poddane dane dotyczące grupy profili o różnym kształcie i różnej masie podstawą klasyfikacji będzie wartość sprzedaży w jednym miesiącu.

Sposób postępowania w klasyfikacji ABC nie jest zbyt skomplikowany. Po ustaleniu cechy, (która jest mierzalna) określamy okres czasu dla którego dysponujemy informacjami o realizacji badanej cechy. Tak więc sporządzamy listę elementów np. sprzedawanych profili, które mają być poddane klasyfikacji oraz dane (wartość każdego z nich oraz okres czasu) do jej przeprowadzenia. Jeśli przyjmujemy, że sprzedaliśmy w ciągu miesiąca n produktów oznaczonych K_1, \dots, K_n w ilości odpowiednio x_1, \dots, x_n , przy cenie jednostkowej c_1, \dots, c_n to wartość uzyskaną ze sprzedaży każdego z produktów możemy obliczyć z zależności: $w_1 = x_1 \cdot c_1, \dots, w_n = x_n \cdot c_n$, natomiast ogólną wartość wszystkich produktów ujętych tabelarycznie w naszym zestawieniu po uporządkowaniu malejąco ze względu na wartość tj. od największej do najmniejszej. Dla każdego z produktów na uporządkowanej liście, obliczamy jego procentowy udział ri w sumarycznej wartości całkowitej [5]:

$$r_i = \frac{w_i}{W}, \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

Przykładowy udział poszczególnych profili wartości podstawowej dla profilu T1 i T2 wynosi:

$$r_{T_1} = \frac{3870}{233681,7} = 1,66\%$$

$$r_{T_2} = \frac{1910,4}{233681,7} = 0,82\%$$

a w następnej kolejności obliczamy skumulowany wskaźnik udziału materiałów (q):

$$q_1 = w_1 \quad (2)$$

$$q_k = q_{k-1} + w_k, \quad k=2, \dots, m \quad (3)$$

Kolejnym etapem jest wyznaczenie grup ABC przy założeniu: $\alpha = 75$ i $\beta = 90$, gdzie:

- $a = 80\%$ wyróżnia grupę produktów, których łączny procentowy udział wartości w sumarycznej wartości stanowi ok. 80%. Produkty te tworzą grupę A,
- $b = 95\%$ wyróżnia tę grupę produktów, których łączny procentowy udział wartości w sumarycznej wartości stanowi ok. 95%. Produkty te tworzą łącznie grupę A i B. Po odjęciu produktów z grupy A uzyskujemy produkty grupy B.
- Pozostałe produkty tworzą grupę C (stanowią więc ok. 5% sumarycznej wartości).

Następnie wyznaczamy, jaki procent całego badanego zbioru stanowią obiekty klasy A, klasy B oraz klasy C. Ostateczny przydział poszczególnych profili aluminiowych do grup klasyfikacji ABC przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Przykładowa klasyfikacja profili aluminiowych metodą ABC

Oznaczenie profilu [Ti]	Wartość sprzedaży [wi], zł	Udział wartościowy [ri]	Udział wartościowy skumulowany [qi]	Grupa
T1	3870	1,66%	65,97%	A
T2	1910,4	0,82%	91,20%	C
T3	3552,5	1,52%	70,63%	A
T4	3752	1,61%	67,58%	A
...
T55	15345	6,57%	14,50%	A
T56	4035,6	1,73%	64,32%	A
T57	3209,5	1,37%	76,35%	B
T58	2041,4	0,87%	89,54%	B
T59	1259,6	0,54%	98,43%	C
T60	1297,2	0,56%	97,89%	C

Dzięki przeprowadzonej analizie ABC, gdzie $\alpha=75$ i $\beta=90$, uzyskano wyniki, które przedstawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Klasyfikacja profili aluminiowych metodą ABC dla $\alpha=75$ i $\beta=90$

Grupa	Udział wartościowy [%]	Liczebność grupy	Udział ilościowy [%]
A	75%	28	46,67%
B	18,56%	18	27,33%
C	6,46%	14	26,00%
Razem	100	60	100,00%

Klasyfikacja ABC sprzedanych profili

Można stwierdzić, że 75% obrotów zakładu daje sprzedaż 28 standardowych typów profili aluminiowych, które stanowią ok. 47% pozycji produktów sprzedaży. Istotne jest także to, że aż 14 typów profili w klasie C przynosi jedynie 6,5% obrotów, które stanowią ok. 26% pozycji produktów sprzedaży.

Ponieważ klasyfikacja ujmuje sprzedaż produktów niezależnych od siebie, uzasadnione jest pytanie: „czy należy utrzymać w ofercie profile o specjalnym przeznaczeniu należące do klasy C?”. Odpowiedź na to pytanie nie może wynikać z samych wyników klasyfikacji, lecz po dodatkowej analizie merytorycznej. Zakład produkcyjny o dużym prestiżu nie powinien zrezygnować z oferty pewnych produktów aby zachować pełny asortyment. Dokonana klasyfikacja jest jednak zawsze cenną informacją dla działu zarządzającego ich produkcją.

4.3. Zastosowanie metody XYZ w praktyce

W naszym przykładzie analizie zostały poddane dane ze sprzedaży profili aluminiowych z 1 m-c. Dla każdej pozycji obliczono średnią wartość sprzedaży i odchylenie standardowe a następnie dla każdej pozycji obliczono wartość współczynnika zmienności dzieląc odchylenie standardowe przez wartość średnią, po czym listę produktów uporządkowano w kolejności rosnących wartości tego współczynnika. Obliczenia wykonano na podstawie wzorów [5]:

1. Średnia wartość zapotrzebowania na profile która wyraża się wzorem:

$$\bar{w}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad (6)$$

2. Odchylenie standardowe:

$$s_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (w_{ij} - \bar{w}_i)^2} \quad (7)$$

3. Współczynnik zmienności:

$$V_z = \frac{s_i}{\bar{w}_i} \quad (8)$$

Tabela 6 przedstawia średnią wartość sprzedaży przykładowych profili aluminiowych, odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności poszczególnych profili.

Tab. 6. Wyniki obliczeń średniej wartości sprzedaży wybranych profili aluminiowych, odchylenia standardowego i współczynnika zmienności

Oznaczenie profilu [Ti]	Średnia wartość sprzedaży (\bar{w}_i), zł	Odchylenie standardowe (s_i)	Współczynnik zmienności (V_z)
T1	552,86	794,312371084036	1,436741
T2	272,91	489,436752565543	1,793372
T3	507,50	580,071547311192	1,142998
T4	536,00	618,919488571279	1,154701
...
T55	2192,14	3755,425960241680	1,713130
T56	576,51	720,587157413016	1,249903
T57	458,50	783,069760621619	1,707895
T58	291,63	498,951172341495	1,710913
T59	179,94	476,084050202423	2,645751
T60	185,31	490,295514387570	2,645751

W kolejnym etapie określamy wartości krytyczne dla współczynnika zmienności, które (podobnie jak w klasyfikacji ABC) pozwolą wyróżnić produkty klasy X, Y i Z. Procedura zakłada, że wyboru wartości

krytycznych dokonujemy po wyznaczeniu ciągu wartości współczynników zmienności. W naszym przykładzie grupę X będą tworzyć profile, których wskaźnik zmienności i wartość sprzedaży będzie mniejszy od 0,05, grupę Y będą tworzyć profile o wskaźniku zmienności od 0,05 do 0,2, a grupę Z pozostałe profile.

Klasyfikację profili aluminiowych za pomocą metody XYZ na poszczególne grupy przedstawiono w tabeli 7.

Tab. 7. Klasyfikacja wybranych profili aluminiowych metodą XYZ

Oznaczenie profilu [Ti]	Srednia wartość sprzedaży (\bar{w}_i)	Odchylenie standardowe (s_i)	Współczynnik zmienności (V_i)	Grupa XYZ
T1	552,86	794,312371084036	1,436741	Z
T2	272,91	489,436752565543	1,793372	Z
T3	507,50	580,071547311192	1,142998	Z
T4	536,00	618,919488571279	1,154701	Z
...
T55	2192,14	3755,425960241680	1,713130	Z
T56	576,51	720,587157413016	1,249903	Z
T57	458,50	783,069760621619	1,707895	Z
T58	291,63	498,951172341495	1,710913	Z
T59	179,94	476,084050202423	2,645751	Z
T60	185,31	490,295514387570	2,645751	Z

W przypadku 10 pozycji klasy X, których udział wartości w łącznej sprzedaży wynosił ok. 78%, regularność sprzedaży pozwala korzystać z prostych metod statystycznych, a prognozy sprzedaży cechować się powinny dużą dokładnością. Dla 13 pozycji klasy Z (udział wartości w łącznej sprzedaży wynosił ok. 14%), które charakteryzowały się bardzo nieregularną, sporadyczną sprzedażą wyklucza się stosowanie metod statystycznych. W końcowym etapie można dokonać kombinacji analiz ABC i XYZ, której wynik ma duże znaczenie przy stosowaniu zasady „Just in Time” [9].

WNIOSKI

Na podstawie wykonanej analizy XYZ/ABC w zakładzie produkcyjnym można wysunąć następujące wnioski:

- Planowanie produkcji odbywa się na podstawie informacji z kompleksowo przetworzonych zamówień, zweryfikowanych o stopień ich wykonania i zawartość składów międzyoperacyjnych.
- Przy planowaniu produkcji należy uwzględnić wiele charakterystycznych dla zakładu produkcyjnego uwarunkowań, które z punktu widzenia wspomagania operacyjnych decyzji technologicznych organizacji zakładu mają kluczowe znaczenie dla całego ciągu technologicznego oraz wpływają na sprzedaż i efektywniejsze rozmieszczenie profili aluminiowych w magazynie wyrobów gotowych w zależności od typu, gatunku i przeznaczenia.
- W procesie poprawy efektywności wykorzystania zasobów, optymalizacji zapasów czy poprawy jakości należy zawsze w pierwszej kolejności skupiać się nad najistotniejszymi pozycjami stanowiącymi 80 % udziału badanego zjawiska (np. kosztów zapasów, zakłóceń na produkcji, kosztów funkcjonowania firmy).
- Połączona metoda ABC/XYZ daje podstawy zróżnicowanego podejścia do zarządzania zapasami poszczególnych towarów, od najbardziej znaczących wartościowo i sprzedawanych w dużych ilościach (grupa AX) do mało znaczących wartościowo i sprzedawanych sporadycznie (grupa CZ). Dla towarów z grupy AX, które charakteryzują się regularnym zapotrzebowaniem oraz niewiel-

kimi wahaniami, można wyznaczyć z dużą dokładnością (np. stosując metodę trendu liniowego) prognozę sprzedaży na kolejny okres).

- Wyniki z uzyskanych badań mogą być podstawą do opracowania logistycznego systemu danego zakładu produkcyjnego, tj. systemu obejmującego przepływ surowców do wytwarzania profili, przepływ informacji i kosztów oraz przepływ decyzji.

BIBLIOGRAFIA

- Niekurzak M., *Zastosowanie metod symulacji do skrócenia cyklu walcowania taśm stalowych z wykorzystaniem modelu zużycia walców*, Praca doktorska, AGH, Kraków 2012.
- Michłowicz E., *Modelowanie zintegrowanych systemów transportowo-produkcyjnych w walcowni zimnej blach*, Rozprawy Monograficzne, AGH, Kraków 1998.
- Dudziński Z., *Poradnik organizatora gospodarki magazynowej w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.
- Kupiec L., *Podstawy logistyki*, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Białymstoku, Białystok 2010.
- Bendkowski J., Radziejowska G., *Logistyka zaopatrzenia w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2005.
- Bril, J. Łukasik, Z., *Metody zarządzania zapasami*, w: *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R. 14, nr 3, s. 59–67, 2013.
- Lorenc, A. Szkoda, M., *Wpływ metod klasyfikacji produktów stosowanych w magazynach na efektywność procesu kompletacji*, w: *Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe*, R. 17, nr 6, s. 1415–1419, 2016.
- Abt S., *Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1998.
- Szyszał J., Gierek A., Piątkowski J., Pucka A., *Archiwum odlewnictwa*, Katowice 2005, nr 17.

Logistic conditions in the planning of production and storage of aluminum profiles using ABC and XYZ methods

The article discusses the ABC / XYZ methods used to classify profiles that are the basis for planning their sales and effectively placing them in the warehouse of finished products. Optimal grouping of these products allows to increase the efficiency of the warehouse in terms of its economic importance in procurement and distribution. As a result of the analyses carried out, the products which are most frequently and in the largest number ordered by contractors were identified. It also allowed to answer the questions how to rationally manage financial resources to ensure financial liquidity of production plants and at the same time maintain production continuity.

Autorzy:

dr inż. **Ewa KUBIŃSKA-JABCOŃ**, dr inż. **Mariusz NIEKURZAK**
– Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania

JEL: O18 DOI: 10.24136/atest.2018.229

Data zgłoszenia: 2018.05.28 Data akceptacji: 2018.06.15