

Paweł FURDYGIEL¹

Opiekun naukowy: Dariusz PLINTA²

NARZĘDZIA WSPOMAGAJĄCE PROCESY MAGAZYNOWANIA

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia związane z procesami magazynowania. Scharakteryzowano ogólnie wymagania dotyczące magazynów oraz narzędzia ułatwiające przyjęcie, kompletowanie oraz wysyłkę materiałów z magazynów. Następnie przedstawiono założenia dotyczące projektowania magazynów, w tym metodę analizy ABC/XYZ, której zastosowanie zilustrowano na praktycznym przykładzie firmy produkującej drzwi.

Słowa kluczowe: gospodarka magazynowa, doskonalenie procesów składowania

SUPPORTING TOOLS FOR WAREHOUSE PROCESSES

Summary: In this paper, there are presented selected issues related to the warehouse processes. In general, requirements regarding warehouses and tools facilitating the receiving, completion and dispatch of materials from warehouses were characterized. Next, the assumptions regarding the design of warehouses, including the ABC / XYZ analysis method, are presented and illustrated by the practical example of a door manufacturing company.

Keywords: warehouse management, improvement of storage processes

1. Wprowadzenie

Rozwój postępu technologicznego prowadzi w dzisiejszych czasach do coraz to większej swobody w transporcie i składowaniu materiałów. Z racji tego bardzo istotne jest odpowiednie zaprojektowanie magazynu, który powinien być odpowiednio dostosowany do gabarytów, ilości i ciężkości składowanych komponentów. Magazyny w dzisiejszych czasach powinny być tak zaprojektowane, aby ułatwić magazynowanie produktów.

Aby zaprojektować nowy magazyn, należy przede wszystkim przeanalizować:

- co będzie składowane,

¹ mgr inż., Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, Inżynieria Produkcji, e-mail: pawel440@o2.pl

² dr hab. inż., prof. ATH, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Wydział Budowy Maszyn i Informatyki, e-mail: dplinta@ath.bielsko.pl

- ile maksymalnie materiałów będzie składowanych,
- jaki jest wpływ czynników zewnętrznych, np. atmosferycznych,
- jakie zostaną wykorzystywane środki transportu, np. ciężarówki, wózki widłowe, wózki ręczne, itp.,
- czy będzie potrzebna suwnica i rampy,
- jaka będzie wielkość składowanych materiałów – dla mniejszych materiałów mogą wystarczyć wózki ręczne,
- jak będzie funkcjonował system wymiany danych, np. z wykorzystaniem kodów kreskowych (w celu zminimalizowania czasu rejestracji pobrań, kod kreskowy może zostać umieszczony na półce, zamiast na pojedynczym produkcie).

Projektując nowy magazyn należy zwrócić szczególną uwagę na nowe technologie, które zostaną w nim zastosowane.

2. Nowe technologie w gospodarce magazynowej

Jedną z ciągle rozwijanych technologii wspomagających gospodarkę magazynową są systemy automatycznej identyfikacji, do których zaliczamy rozwiązania oparte na kodach kreskowych oraz coraz częściej na sygnałach radiowych (RFID).

Kod kreskowy (ang. Barcode) jest kombinacją jasnych i ciemnych elementów o zróżnicowanych wielkościach. W trakcie czytania kodu pochodzące z czytnika światło jest odbijane przez jasne elementy kodu (przerwy), a pochłaniane przez jego ciemne elementy (kreski, pola) [1], [2].

RFID (ang. Radio Frequency Identification) – w tłumaczeniu na język polski oznacza identyfikację częstotliwości radiowej. Systemy RFID wykorzystują fale radiowe oraz układy elektroniczne do przesyłania danych. System taki składa się z czytnika, który zawiera: nadajnik, odbiornik, dekodery oraz anteny nadawczo-odbiorcze. Nadajniki sygnału nazywamy tagami RFID. Tagi RFID dzieli się na: aktywne, półpasywne i pasywne. Tag aktywny składa się z nośnika danych, anteny oraz źródła zasilania – które pobiera energię do nadawania sygnału. Tag półpasywny posiada źródło zasilania dla nośnika danych, zasilanie nadajnika pochodzi z indukcji elektromagnetycznej wytworzonej przez fale radiowe nadawane przez odbiornik, tag pasywny nie posiada źródła zasilania, informacje danych i sygnał zasilane są przez indukcję elektromagnetyczną, która przekazywana jest z odbiornika [1, 2, 3].

Coraz częściej w celu zaoszczędzenia czasu i ze względu na czynniki ekonomiczne RFID stosuje się do znakowania towarów w magazynie. W zależności od różnych rodzajów kodowania, może ono odbywać się na etapie produkcji lub w momencie gdy wyrób jest gotowy i musi zostać przetransportowany do odpowiedniego magazynu. Dlatego etapy wydawania i przyjęcia danego towaru odbywają się najczęściej przy wykorzystywaniu bramek stacjonarnych RFID, pozwala to usprawnić znacznie proces logistyczny. Ułatwia też kontrolę jakości wyrobu.

W celu zaoszczędzenia czasu i szybszej manipulacji, w szczególności ciężkimi materiałami, w magazynach coraz częściej wykorzystywane są **roboty przemysłowe**, które w pełni mogą zastąpić człowieka. Człowiek pełni jedynie nadzór nad tymi urządzeniami. Może tu rozróżnić ulepszenia półautomatyczne i automatyczne [4, 5, 6].

Tabela 1. Porównanie kodu kreskowego z kodem RFID

	Kod kreskowy	RFID
Szybkość odczytu	Ręczny odczyt każdego przedmiotu , każdego kodu kreskowego	Można zeskanować około 100 przedmiotów równocześnie
Kontakt wzrokowy	Użytkownik musi celować czytnikiem w kod kreskowy	Nie wymaga kontaktu wzrokowego
Zaangażowanie człowieka	Człowiek musi odczytywać każdy kod kreskowy osobno	Nie potrzeba większego zaangażowania pracownika
Możliwość sterowania	Nie ma możliwości sterowania	Duża możliwość sterowania, np. procesami, alarmami, itp.
Możliwość zapisu	Nie posiada możliwości zapisu	Możliwy zapis informacji, np. data wydania towaru, stan magazynowy, itp.
Wytrzymałość	Niska, bardzo łatwo je zniszczyć, słabo odporna na zatarcia, lub wodę	Duża wytrzymałość, może pracować w niekorzystanych warunkach
Bezpieczeństwo	Zerowe, każda niepożądana osoba może odczytać kod	Duże, dane mogą być zaszyfrowane hasłem

Kolejnym narzędziem wspomagającym procesy magazynowe są komputerowe systemy określane skrótami ERP (ang. Enterprise Resource Planning) oraz WMS (ang. Warehouse Management System). Pierwszy z nich wspomaga głównie planowanie zasobów przedsiębiorstwa wykorzystując do tego celu jedną wspólną bazę danych. W ramach jednego systemu cała firma korzysta tylko z jednego zbioru danych. Natomiast drugi system jest dedykowany dla wspomagania gospodarki, ale może być również zintegrowany z systemem ERP.

3. Klasyczne metody analizy poziomu zapasów

Oprócz wymienionych wyżej technologii podstawą doskonalenia jednak pozostają klasyczne metody analizy, takiej jak metoda ABC/XYZ [8, 9]. Metoda ABC jest bardzo często kojarzona z gospodarką magazynową (w dalszej części artykułu przedstawiono praktyczny przykład takiej analizy). Pozwala ona efektywnie zarządzać i sterować zapasami, które zostały ulokowane w poszczególnych miejscach w hali i zwrócić uwagę na częstotliwość przemieszczania się tych produktów. Jak sama nazwa sugeruje produkty są lokowane według alfabetu, tak więc produkty kategorii A, zasługują na największą uwagę i powinny być umieszczone najbliżej punktu wydań

Rozwinięciem metody ABC jest metoda ABC/XYZ.. Grupa X jest to grupa, która wymaga regularnego zapotrzebowania, będą one wymagać dokładnego planowania i terminowości dostawy. Grupa Y to zapotrzebowanie sezonowe, przykładowo np. w okresie wakacyjnym przy sprzyjającej pogodzie, częstotliwość zamówień drzwi jest większa, dodatnie temperatury sprzyjają remontom. Grupa Z będą to towary niepewne, na które nie mamy wpływu, które są zamawiane w sposób losowy i nieprzewidywalny.

Tabela 2. Podział składowanych materiałów według metody ABC/XYZ [10]

	A	B	C
X	Wysoki poziom zapotrzebowania, wysokie zużycie	Średni poziom zapotrzebowania, średnie zużycie	Niski poziom zapotrzebowania, niskie zużycie
	Prognoza dokładności: wysoka		
Y	Wysoki poziom zapotrzebowania, wysokie zużycie	Średni poziom zapotrzebowania, średnie zużycie	Niski poziom zapotrzebowania, niskie zużycie
	Prognoza dokładności: średnia		
Z	Wysoki poziom zapotrzebowania, wysokie zużycie	Średni poziom zapotrzebowania, średnie zużycie	Niski poziom zapotrzebowania, niskie zużycie
	Prognoza dokładności: niska		

4. Założenia do projektowania magazynu

Analizowana firma zajmuje się produkcją drzwi. Bardzo istotne jest dla niej właściwe rozmieszczenie poszczególnych materiałów w magazynie, tak aby droga transportu była jak najkrótsza. Materiały, które są najczęściej pobierane powinny znajdować się bliżej hali produkcyjnej.

Kolejnym czynnikiem brany pod uwagę przy projektowaniu magazynu jest sposób kompletacji materiałów i wysyłki na stanowiska produkcyjne. Kompletacja w procesach magazynowych jest jedną z funkcji magazynowania, która może ułatwić wybór odpowiedniego miejsca składowania. Biorąc pod uwagę ten czynnik należy podzielić materiały wg. rodzajów i ilości komponentów łączonych w jeden komplet, który zostanie wydany ze strefy magazynu, a następnie przekazany na stanowisko produkcyjne.

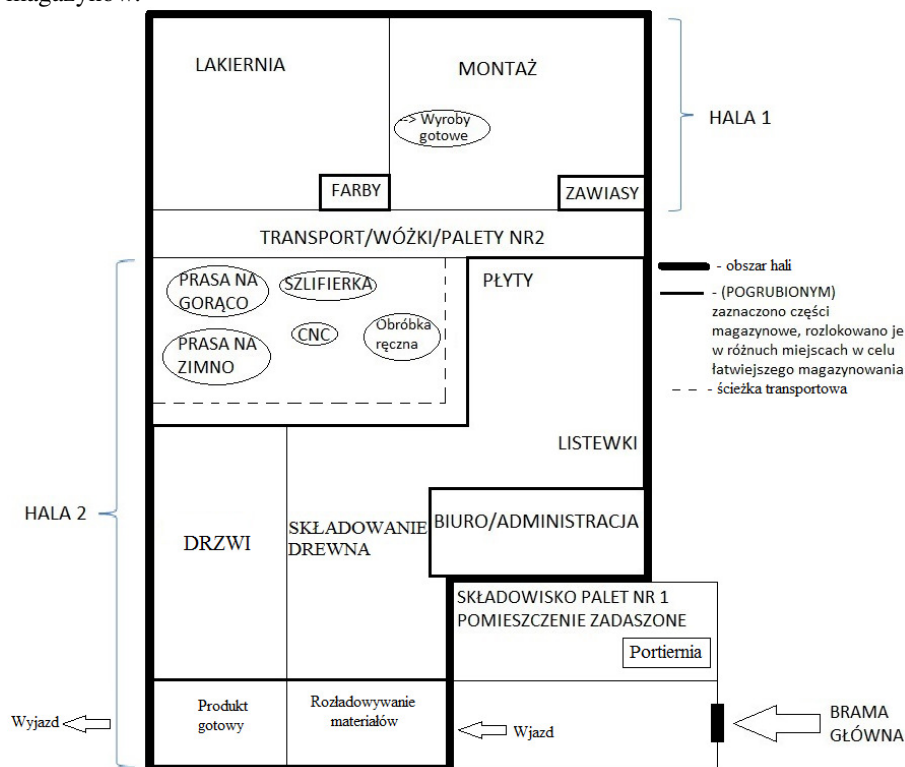
Wybór miejsca lokalizacji materiału w magazynie wymaga przeanalizowania:

- struktury asortymentowej zapasów magazynowych, w tym rodzaju, wymiarów, masy i opakowania,
- wielkości i zakresu wynikającego z wielkości obrotu magazynowego, przepływu towarów i sterowania nimi,
- wielkości i układu powierzchni magazynowej,
- poziomu mechanizacji,
- systemu sterowania i organizacji procesu magazynowego [11, 12, 13].

W analizowanym przykładzie składowanie będzie dotyczyło różnych rodzajów materiałów, dla których wstępnie określono następujące wymagania:

- drobne części przechowywane w pojemnikach dostosowanych do wymiarów regałów lub w regałach z szufladami, np. zawiasy, śruby,
- wyroby ze stali przechowywane w specjalnych kłamrach,
- drut w kręgach przechowywane na podkładach,
- blacha przechowywana na odpowiednich rozmiarów regałach; w celu ułatwienia manipulacji blachą półki powinny się wysuwać, grubą blachę można układać skośnie na stojakach
- worki układane na stopy bezpośrednio na podłodze, a w razie zaistnienia obawy, że zawarty w dolnej warstwie worków materiał może ulec zawilgoceniu, pod stos trzeba podłożyć deski lub folię. Układając materiały w stopy należy pamiętać, że nie mogą one być zbyt wysokie. Pracownicy muszą pamiętać, że nie wolno wyjmować materiałów z dolnych warstw stosów, gdyż stos może się zawalić i przygnieść pracowników
- materiały sypkie należy przechowywać w specjalnych skrzyniach, zaopatrzonych u góry w klapę służącą do nasypywania materiału, a u dołu w drzwiczki, przez które pobiera się materiał,
- materiały szkodliwe i niebezpieczne należy przechowywać w szczelnych naczyniach.

Na rysunku 1 przedstawiono wstępną koncepcję podziału hal produkcyjnych oraz magazynów.



Rysunek 1. Wstępne rozlokowanie hali

Uwzględniając opisane powyżej wymagania ustalamy lokalizację miejsc składowania materiałów w magazynie. Przede wszystkim płyty, które są częściej używane, powinny być ułożone bliżej docelowych stanowisk pracy - przykładowo bardziej popularne płyty o grubości 5mm powinny być bliżej niż płyty o grubości 10 mm. Kolejnym przykładem są płyty przeciwpożarowe, które można ułożyć w dalszej części magazynu, ponieważ są rzadziej używane – drzwi wykonywane z takich materiałów są wytwarzane jedynie na specjalne zamówienie.

W projektowaniu magazynów należy uwzględnić transport wewnętrzny, który w analizowanym magazynie będzie odbywał się z wykorzystaniem wózków ręcznych lub taśmociągów. Dobór środków transportu determinuje potrzeby związane z ustaleniem szerokości dróg transportowych.

Kolejnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę, są koszty. Oprócz wydatków związanych z planowaną inwestycją, pojawiają się koszty bieżące związane z funkcjonowaniem magazynu. Głównym kosztem są tu koszty pracy, dlatego należy przyrzeć się efektywności pracy magazynierów. Może się okazać, że specyficzna budowa magazynu powoduje kolejki i przestoje. Może się okazać również, że wiele operacji jest czasochłonnych, np. nanoszenie informacji na wersję papierową, co może stać się dużo łatwiejsze dzięki wdrożeniu systemu IT.

5. Analiza rozmieszczenia materiałów w magazynie

Przed ustaleniem lokalizacji materiałów w magazynie wszystkie składowane materiały należy podzielić na grupy. Jak wcześniej wspomniano w analizie ABC dzielimy zapasy na trzy grupy. Bardzo ważne jest to jakie przyjęto kryterium podziału. Należy skupić się na jednym kryterium, np. wyglądzie, wadze, wielkości, itp. W analizie według metody ABC istotne jest uporządkowanie poszczególnych pozycji materiałowych od największej wartości do najmniejszej według przyjętego kryterium.

Dalsza analiza przedstawiona poniżej dotyczy firmy produkującej drzwi. Skupiono się w niej na płytach, które stanowią główny składowany materiał. Na wstępie przyjęto tygodniową wielkość sprzedaży różnych wersji drzwi, która była podstawą do określenia tygodniowego zużycia materiałów, które wynosi:

1. Płyty drewniane (sklejka) – 80 szt.
2. Płyty metalowe – 200 szt.
3. Płyty z PCV – 70 szt.
4. Płyty aluminiowe – 90 szt.
5. Zestawy wkładów szybowych – 60 szt.
6. Płyty drewniane pełne – 65 szt.
7. Płyty specjalne – 55 szt.

Na samym początku należy posortować materiały od największej wielkości wydań do najmniejszej (tabela 3).

Następnym krokiem jest obliczenie udziału procentowego. Aby go wyznaczyć należy wielkość wydań materiału, który jest naszym x , podzielić przez łączną sumę wszystkich wydań (620 szt.), a następnie przemnożyć przez 100 (tabela 4).

Przykład:

$$(200/620) * 100 = 32,26 \%$$

Tabela 3. Tabela produktów po posortowaniu wg. wielkości wydań

Lp.	Rodzaj drzwi	Wielkość wydań (szt.)
1	Drzwi metalowe	200 szt.
2	Drzwi aluminiowe	90 szt.
3	Drzwi drewniane	80 szt.
4	Drzwi z PCV	70 szt.
5	Drzwi drewniane pełne	65 szt.
6	Drzwi z pakietem szybowym	60 szt.
7	Drzwi o konstrukcji płytowej	55 szt.
Razem:		620 szt.

Tabela 4. Tabela z udziałem procentowym

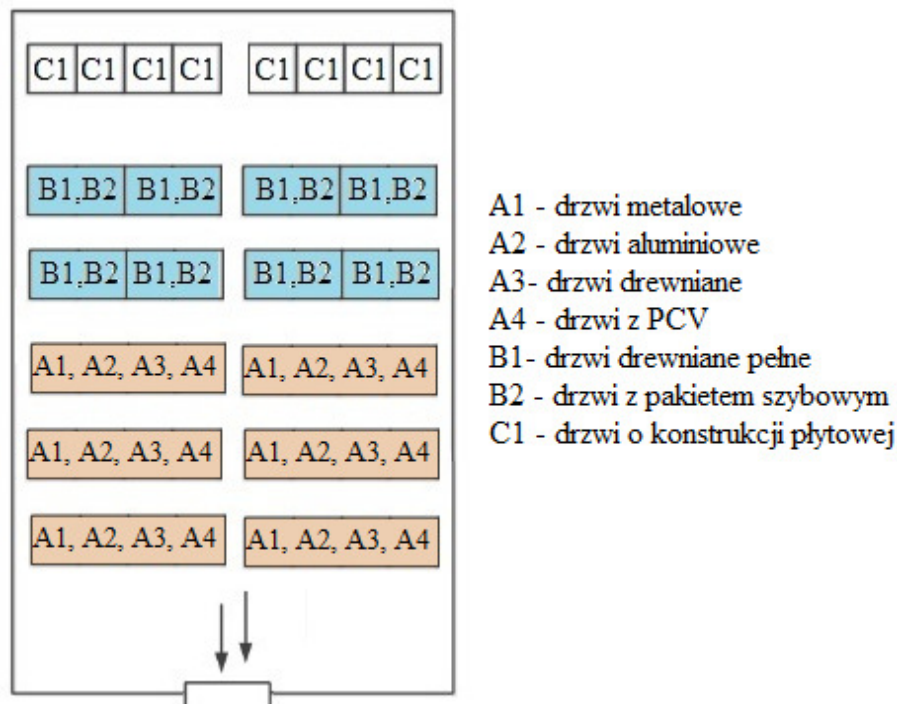
Lp.	Rodzaj drzwi	Wielkość wydań (szt.)	Udział procentowy wielkość wydań (%)
1	Drzwi metalowe	200 szt.	32,3 %
2	Drzwi aluminiowe	90 szt.	14,5%
3	Drzwi drewniane	80 szt.	12,9 %
4	Drzwi z PCV	70 szt.	11,3% 1
5	Drzwi drewniane pełne	65 szt.	10,5%
6	Drzwi z pakietem szybowym	60 szt.	9,7%
7	Drzwi o konstrukcji płytowej	55 szt.	8,8%
Razem:		620 szt.	100 %

Następnym etapem jest skumulowanie udziału procentowego poprzez dodanie pierwszego produktu do drugiego, itd. oraz podzielenie zapasów na trzy grupy.

Tabela 5. Przydzielenie zapasów do grup wg. metody ABC

Lp.	Rodzaj drzwi	Wielkość wydań (szt.)	Udział procentowy, wielkość wydań (%)	Skumulowany udział procentowy, wielkość wydań (%)	Grupa analizy ABC
1	Drzwi metalowe	200 szt.	32,3 %	32,3 %	A
2	Drzwi aluminiowe	90 szt.	14,5%	46,8%	A
3	Drzwi drewniane	80 szt.	12,9 %	59,7 %	A
4	Drzwi z PCV	70 szt.	11,3%	71%	A
5	Drzwi drewniane pełne	65 szt.	10,5%	81,5 %	B
6	Drzwi z pakietem szybowym	60 szt.	9,7%	91,2 %	B
7	Drzwi o konstrukcji płytowej	55 szt.	8,8%	100%	C
Razem:		620 szt.	100%	100 %	

Następnie na powierzchni magazynowej należy określić miejsca składowania poszczególnych materiałów zakwalifikowanych do grup A, B i C. Na rysunku 2 przedstawiono propozycję rozmieszczenia poszczególnych grup materiałów.



Rysunek 2. Przykładowe rozmieszczenie składowych drzwi wyznaczone wg metody ABC

6. Podsumowanie

Projektowanie magazynów jest procesem podobnym do projektowania hal produkcyjnych związanych z obróbką i montażem. Na bazie podkładu architektonicznego budynku magazynowego planowane jest rozmieszczenie materiałów oraz drogi transportowe, po czym doskonalone są procesy podstawowe i pomocnicze przez dodanie różnych nowoczesnych technologii takich jak np. RFID. Podsumowując porównanie RFID i kodów kreskowych praktyczniejszym rozwiązaniem jest RFID.

Biorąc pod uwagę dzisiejsze problemy magazynowania, należy stwierdzić, że realizacja procesów logistycznych jest niemożliwa bez odpowiedniego transportu, nowoczesnych zautomatyzowanych urządzeń i sprawnego przepływu informacji.

Natomiast dobrze wykonana analiza ABC, pozwala zmniejszyć koszty w przedsiębiorstwie wynikające ze zbyt długiego czasu dostarczania materiałów na stanowiska pracy.

Przydział materiału do miejsca składowania jest obecnie głównym problemem w projektowaniu magazynów zarówno dla materiałów wejściowych do produkcji jak i dla magazynów wyrobów gotowych. Poszukując rozwiązań możliwych do zastosowania w przedsiębiorstwach produkcyjnych, należy „wyłowić” wszystkie czynniki, które mogą mieć wpływ na sposób wykonania prac magazynowych.

LITERATURA

1. OCICKA B.: Technologie Mobilne w logistyce i w zarządzaniu łańcuchem dostaw. PWN, Warszawa 2017.
2. DŁUGOSZ J.: Nowoczesne technologie w logistyce. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009.
3. Serwis internetowy: <http://inveo.com.pl/czytnik-rfid-modbus-ind-u1/>, data odczytu: maj 2018.
4. Serwis internetowy: <https://www.magazynprzemyslowy.pl/produkcja/Paletyzowanie-zrobotyzowane,5347,1>, data odczytu: maj 2018.
5. Serwis internetowy: <https://www.darlog.pl/pl/catalog/35/wozki-transportowe>, data odczytu: maj 2018.
6. Serwis internetowy: <http://www.wobit.com.pl/produkt/10748/roboty-przemyslowe-agv/robot-przemyslowy-mobot-agv-ecorunner/>, data odczytu: maj 2018.
7. Serwis internetowy: <https://www.slideshare.net/pwsk/kod-kreskowy-i-rfid-porwnanie-i-zalety-barcode-rfid-compare-pp>, data odczytu: październik 2018.
8. KIZYN N.: Problemy komplementacji w procesach magazynowych (cz. 1). Magazynowanie i transport wewnętrzny, Logistyka 1/2006.
9. PEŁKA K., MIELCZAREK A., BURKIEWICZ-JANIK E.: Magazynowanie, jako element systemu logistycznego przedsiębiorstwa produkcyjnego. Logistyka nr 6/2015.
10. ZIÓŁKOWSKI J., ŁADA J.: Profesjonalizm w logistyce Kształcenie logistyków - doświadczenia i wnioski. W. Przedsiębiorczość i Zarządzanie, pod redakcją: Zdzisław Kurasiński, Krzysztof Szeląg. Łódź 2014.
11. KUDELSKA I: Metoda wyboru zmiennych miejsc składowania w magazynie. Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Rozprawa doktorska, Poznań 2016.
12. NIEMCZYK A.: Zapasy i magazynowanie, tom II: Magazynowanie. Biblioteka Logistyka, Poznań 2007.
13. Serwis internetowy: http://www.102systemy.pl/wp-content/uploads/2014/04/wysoki_sklad_wysokie_wymagania.png, data odczytu: maj 2018.

