

## WYBÓR SPOSOBU SKŁADOWANIA ZE WZGLĘDU NA PARAMETRY TECHNICZNE JEDNOSTKI ŁADUNKOWEJ

### TECHNICAL PARAMETERS OF THE LOADING UNIT AS CRITERIA OF STORAGE METHOD

Zbigniew MARCJANIAK

Politechnika Warszawska  
Wydział Transportu

**Streszczenie:** W artykule dokonano przeglądu literatury pod kątem sposobów składowania w obiektach magazynowych ze względu na parametry techniczne jednostki ładunkowej. W pracy uwzględniono trzy typy jednostek ładunkowych: mikrojednostki, jednostki ładunkowe paletowe, jednostki pakietowe. Wyróżniono cechy jednostki ładunkowej: wymiary geometryczne, wagę, jako kryteria doboru urządzeń do składowania. Przedstawiono podział ogólny urządzeń do składowania na podstawie przedmiotowych norm: PN-78/M-78320-Urządzenia do składowania. Regały magazynowe. Nazwy, określenia, podział i symbole; PN-89/M-78322-Urządzenia magazynowe do składowania. Regały magazynowe. Parametry podstawowe. W oparciu o przyjęte kryteria opracowano schemat możliwego przydziału urządzeń do typu jednostki ładunkowej. Podjęto próbę klasyfikacji nowych rozwiązań technicznych w sposobie składowania w ramach obecnego podziału na grupy i typy urządzeń.

**Abstract:** The article reviews the literature in terms of storage methods in storage facilities due to the technical parameters of the load unit. The work includes three types of loading units: micro units, pallet load units, packet units. The characteristics of the load unit were distinguished: geometrical dimensions, weight, as criteria for the selection of storage devices. The general division of storage facilities on the basis of the following norms is presented: PN-78 / M-78320-Warehouse management devices. Storage equipment. Standards, terms, division and symbols; PN-89 / M-78322-Storage devices. Warehouse shelves. Basic parameters. Based on the accepted criteria, a scheme for possible allocation of devices to the type of load unit was developed. An attempt was made to classify new technical solutions in the method of storage, divided into groups and types of devices.

**Słowa kluczowe:** jednostka ładunkowa, składowanie, urządzenia magazynowe  
**Keywords:** loading unit, storage, storage devices

#### 1. PODZIAŁ SYSTEMATYCZNY JEDNOSTEK ŁADUNKOWYCH

Jednostka ładunkowa to ładunek drobnicowo – zbiorczy określonej ilości dóbr materialnych, powstały w procesie formowania lub podziału ładunków o większych wymiarach lub dużej masie [1],[2].

Traktowana, jako zwarta całość, uformowana w taki sposób, aby zachować trwałość kształtu, wymiarów i odpowiedniej wagi. Właściwie zabezpieczona, aby chronić ładunek przed uszkodzeniami mechanicznymi występującymi podczas czynności przeładunku, przewozu i składowania, w tym przed niekorzystnymi warunkami klimatycznymi [3]. Sam sposób ukształtowania jednostki ładunkowej powinien umożliwiać pełną identyfikację liczby opakowań (jednostkowych, zbiorczych) / transportowych.

Ze względu na różnorodność cech fizyko – chemicznych ładunków (stałe, sypkie), jednostka ładunkowa musi spełniać wymagania w zakresie prac przeładunkowych, transportu i magazynowania.

Czynności pomocnicze, które należy wykonać w tym zakresie obejmują [2]:

- przygotowanie do składowania (magazynowania) u nadawcy,
- przygotowanie do czynności przewozu,
- załadunek na środki transportu,
- przewóz wybranymi środkami transportu z zachowaniem odpowiednich warunków przewozu,
- przygotowanie do składowania (magazynowania) w magazynach pośrednich,
- wyładunku w magazynach pośrednich lub w miejscu przeznaczenia.

Terminem magazyny pośrednie określa się tu obiekty magazynowe własne, bądź obce, stanowiące punkt pośredni w łańcuchu dostaw między miejscem wytworzenia/nadania, a odbiorcami końcowymi/miejscem zużycia.

W celu zwiększenia podatności technicznej jednostek ładunkowych na prace ładunkowe i transportowe wprowadzono standardy w zakresie wymiarów i wag jednostek ładunkowych. Koordynacja wymiarowa jednostek ładunkowych unifikuje wszystkie czynności i operacje w procesie magazynowania i przemieszczania dóbr materialnych [3]. Określa rodzaj maszyn i urządzeń, które mogą być użyte. Wpływa na kształt wyposażenia infrastruktury punktowo – liniowej oraz decyduje o stopniu wykorzystania środków transportu (powierzchni ładownej), powierzchni i kubatury obiektów magazynowych.

Warunkiem koniecznym normalizacji było ustanowienie międzynarodowego modułu wymiarowego (600 x 400 mm). Na jego podstawie opracowano system wymiarowy opakowań [4],[5]. Dostosowano go do wymiarów powierzchni najczęściej stosowanych urządzeń pomocniczych. Są nimi dwa typy palet EUR o wymiarach podstawy: 800 x 1200 mm, 1000 x 1200 mm. W [4] podano zalecane wymiary zewnętrzne opakowań transportowych o przekroju prostokątnym i kołowym oraz schematy rozmieszczenia opakowań na paletach o wymiarze podstawy 800 x 1200 mm i 1000 x 1200 mm. Uzupełnieniem [4] jest norma PN-69/O- 79020 [5]. Opisuje ona wzajemne zależności opakowań transportowych, palet, kontenerów, pomocniczego wyposażenia transportowego, środków transportu i pomieszczeń magazynowych. W [5] nie uwzględniono palet o wymiarach 1000 x 1200 mm. Do wymiarów modułu podstawowego odwołują się również

zapisy normy PN -82/M-78202: 1982 Paletowe i bezpaletowe jednostki ładunkowe. Parametry podstawowe [17].

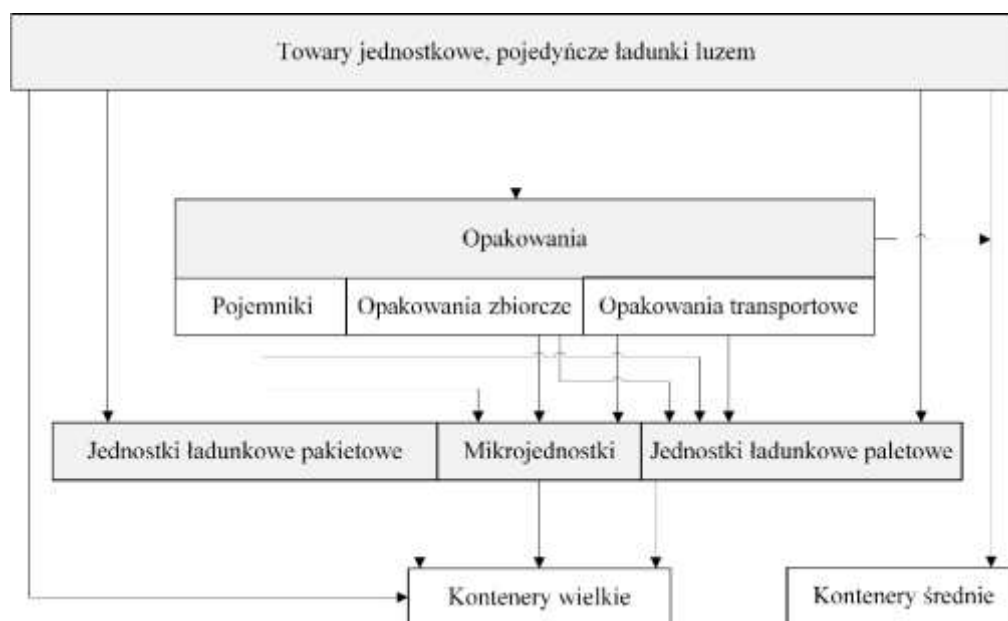
Prace nad standaryzacją jednostek ładunkowych podjął Europejski Komitet Normalizacyjny, w ramach projektu prEN 1732-1 Podstawy, prEN 1732-2 Terminologia, prEN 17-32-3 Reguły i wymiary [8].

Również Międzynarodowa Organizacja Standaryzująca ISO opracowała i wprowadziła do stosowania normę ISO 3394: 2012 Dimension of rigid rectangular packages – Transport Packages [7].

Szeroko podejmowane działania w tym zakresie w dalszej perspektywie czasowej mają na celu budowę globalnej sieci dystrybucji opartej o założenia (Fizycznego Internetu). U podstaw, którego leży opracowanie typoszeregu wymiarowego opakowań. Od opakowania jednostkowego poprzez opakowanie zbiorcze do modułu jednostki ładunkowej. Jednostka ładunkowa będzie stanowiła jednostkę transportową i jednostkę magazynową. Wykonane z trwałych materiałów (tworzywa sztuczne), zależne od siebie wymiarowo, wyposażone w moduły lokalizacyjne będą pozwalały na dynamiczne zarządzanie i kontrolę oraz śledzenie  $\pi$  - pojemników,  $\pi$ - kontenerów na każdym szczeblu sieci dystrybucji.

Cel nadrzędny to zwiększenie wydajności łańcucha dostaw, przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów operacyjnych i zachowaniu elastyczności poszczególnych jego ogniw. Nastąpi zmiana charakteru procesów transportowych, magazynowych.

Na rys.1. przedstawiono schemat i zależności wymiarowe w ramach formowania jednostki ładunkowej.



Rys. 1. Podział systematyczny jednostek ładunkowych. Opracowanie własne na podstawie [2].

Na potrzeby artykułu wyróżniono trzy typy jednostek ładunkowych na podstawie [1]. Pierwszą grupę stanowią mikrojednostki. W celu utworzenia mikrojednostki stosuje się pojemniki transportowo – magazynowe oraz opakowania (np. kartonowe). Pojemniki transportowo – magazynowe mogą mieć przy tym konstrukcję stałą, otwartą lub też mogą być składane. Wykonuje się je z różnego materiału: tworzywa sztucznego, drewna, metalu: blachy pełnej lub siatkowe. Trwałość kształtu, odporność na narażenia mechaniczne powoduje, że można je układać warstwy i piętrzyć.

Pojemniki mogą również stanowić opakowanie zbiorcze/transportowe dla elementów drobnych, o małej objętości lub niskiej wadze jednostkowej.

Drugą grupę stanowią jednostki ładunkowe paletowe sformowane na paletach płaskich, słupkowych, w paletach skrzyniowych lub też na paletach specjalnej konstrukcji. Z wyjątkiem palet płaskich, trzy pozostałe znajdują zastosowanie w przypadku, gdy konstrukcja opakowania (np. kartonowego) nie pozwala na układanie w warstwy i piętrzenie materiału przy niskiej odporności na naciski skupione.

Trzecią grupę stanowią jednostki ładunkowe pakietowe utworzone z ładunków jednostkowych, gdzie długość pojedynczego elementu wynosi  $L > 1,2$  m, a jeden z wymiarów jest  $n$ -krotnie większy od pozostałych (pręty, rury, arkusze blachy).

Przy czym w celu ich sformowania wykorzystuje się podstawki, jarzma, pasy, zawiasy łańcuchowe. Ze względu na wymiary, a również często na dużą masę jednostki ładunkowej wymagają użycia specjalistycznych maszyn i urządzeń do prac ładunkowych oraz magazynowania.

Oddzielną grupę stanowią jednostki ładunkowe kontenerowe. W tym zakresie dokonano podziału na kontenery: średnie (20 - stopowe), wielkie (40 stopowe). Wykorzystywane przede wszystkim w transporcie intermodalnym, gdzie czas trwania cyklu transportowego jest stosunkowo długi (powyżej miesiąca) lub też trasa przewozu środkami transportu drogowego, kolejowego lub też morskiego wynosi kilka tysięcy kilometrów. Zostały one uwzględnione tylko i wyłącznie na potrzeby podziału systematycznego jednostek ładunkowych i nie będą podlegały omówieniu.

## **2. PARAMETRY TECHNICZNE JEDNOSTEK ŁADUNKOWYCH**

Parametry techniczne jednostek ładunkowych opisują w sposób syntetyczny podstawowe cechy nadane jednostce ładunkowej w procesie jej formowania. Składają się na nie wymiary geometryczne ładunku: długość (dł.), szerokość (szer.), wysokość (wys.). Długość i szerokość jednostki ładunkowej wynika z wymiarów geometrycznych opakowania

jednostkowego, wymiarów pojemnika, opakowania zbiorczego lub też opakowania transportowego i jest ich wielokrotnością. Opiera się na schemacie ułożenia opakowań w pojedynczej warstwie, maksymalizując wskaźnik wykorzystania powierzchni urządzenia pomocniczego, z zachowaniem około 5% powierzchni wolnej. Dotyczy to przede wszystkim palet płaskich i podstawek, gdzie przestrzeń ładunkowa nie jest zabudowana ich konstrukcją własną. Tak jak ma to miejsce w przypadku palet skrzyniowych i siatkowych. W ich przypadku zewnętrzne wymiary geometryczne jednostki ładunkowej stanowią wymiary konstrukcyjne urządzenia pomocniczego.

W tabeli 1, przedstawiono przykładowe rozmieszczenie opakowań na palecie EUR 800 x 1200 mm.

Tabela 1 Przykładowe rozmieszczenie opakowań w warstwie na palecie 800 x1200 mm, na podstawie PN – O -79021: 1989 *Opakowania – System wymiarowy*.

Zewnętrzne wymiary opakowania		Liczba opakowań w rzędzie	Liczba rzędów	Liczba opakowań w warstwie
długość [mm]	szerokość [mm]	[szt.]		[szt.]
400	300	3	2	6
		4	2	<b>8</b>
400	240	3	3	9
		5	2	<b>10</b>
400	200	3	4	<b>12</b>
		6	2	<b>12</b>
300	240	4	3	<b>12</b>
		5	2	10
300	200	4	4	<b>16</b>
		6	2	12
240	200	5	4	<b>20</b>
		6	3	18
240	160	5	5	<b>25</b>
		7	3	21

Wartości liczbowe wyróżnione pogrubioną czcionką określają maksymalną liczbę opakowań ułożoną w pojedynczej warstwie.

Również w przypadku palet specjalnej konstrukcji, w których obrys uformowanego materiału powinien mieścić się w wymiarach zewnętrznych konstrukcji palety. Ma to związek z wymogami stawianymi przez środki transportu, maszyny i urządzenia ładunkowe, gospodarki magazynowej oraz urządzenia do składowania.

W przypadku pakietów ładunkowych, gdzie jednostka ładunkowa składa się z dłużyc (np. rury stalowe ze stali konstrukcyjnej, deski szalunkowe) lub płyt wielkoformatowych (blachy stalowe), brak jest normalizacji w zakresie wymiarów geometrycznych i wag [11].

Decyduje o tym rodzaj użytego materiału (stal, drewno, tworzywo sztuczne, inne) i szereg wymiarowy, w jakim jest on produkowany. Należy przy tym uwzględnić sztywność pakietu ze względu na podatność techniczną do prac przeładunkowych przy zastosowaniu urządzeń dźwignicowych i wózków podnośnikowych.

Na podstawie [10], [12] na standardowy szereg wymiarowy dłużyc stalowych składają się elementy o długości z zakresu 2 – 12 m. Dłużyce produkowane są również w długościach niestandardowych z zakresu 12 – 25m. Przy czym na pierwszych z nich możemy dokonywać prac ładunkowych z użyciem wózków podnośnikowych [9] o standardowym udźwigu do 6t i obsłudze pakietów ładunkowych do 12m długości. Mogą być one również przewożone znormalizowanymi środkami transportu samochodowego, kolejowego [13], [14].

W przypadku pakietów złożonych z płyt wielkogabarytowych (np.: arkusze blachy, płyty drewniane), najczęściej stosowanym formatem w przypadku blach jest wymiar: do 3 m długości i szerokości do 1,5m, do 5 m długości i 2,5 m szerokości przy płytach drewnianych. Wysokość jednostki ładunkowej powinna wynosić do 0,5m [19].

Przy realizacji procesu przewozu dłużyc, ładunków wysokich i ładunków szczególnie ciężkich, korzysta się z zunifikowanych technologii przewozowych. Znajdują tu zastosowanie ciągniki siodłowe z naczepami o ładowności powyżej 25t oraz pojazdy ciężarowe transportu samochodowego – specjalizowane ( z nadwoziem otwartym – np. kłonicowe) [11]. W transporcie kolejowym mogą być wykorzystane wagony – platformy, specjalne- typ S [13].

Realizacja procesu transportowego oparta jest o możliwości infrastruktury liniowej i przepisy regulujące warunki przewozu w transporcie kołowo – drogowym, transporcie kolejowym. W większości krajów Unii Europejskiej, po drogach mogą się poruszać pojazdy o długości 16,5 m, szerokości 2,55 m, wysokości do 4m przy maksymalnym nacisku na jedną oś napędową pojazdu - 11,5 t. Ładowność w takim przypadku (ciągnika siodłowego z naczepą) nie przekracza 40t[11] . Pozostałe przewozy ładunków ponadgabarytowych mogą być realizowane przez środki transportu konstrukcji specjalnej, na podstawie zezwoleń jednorazowych lub czasowych.

W przypadku taboru kolejowego, możliwość realizacji przewozu uzależniona jest od ładowności wagonu (....., 56, 60,81 t, w zależności od długości jednostki ładunkowej i rodzaju obciążenia: ciągłe lub skupione), klasy drogi kolejowej i prędkości przewozu, z jakim jest on realizowany:  $\leq 100, 120, 140$  [km/h]. I w tym przypadku występują ograniczenia nacisku na oś: 22,5 t dla nowo projektowanych linii kolejowych, przy realizacji przewozu z prędkością poniżej 100 km [16].

Widoczna jest przy tym zależność kształtu, masy, sposobu formowania i zabezpieczenia jednostki ładunkowej jak również doboru właściwego rodzaju maszyn ładunkowych i odpowiednich środków transportu. Ważnym jest również dobór odpowiedniej technologii magazynowania.

Unormowanie w zakresie wymiarów i wagi maksymalnej jednostek ładunkowych paletowych i bezpaletowych znajdujemy w polskiej normie PN – 82 M-78202 [17].

Przedstawiono w niej 2 typy jednostek z podziałem na 5 rodzajów, gdzie kryterium podziału stanowią zależności wymiarowo - wagowe. Wartości referencyjne zawarto w tabeli 2.

Tabela 2 Podział jednostek paletowych i bezpaletowych. Zależności wymiarowe i wagowe jednostek ładunkowych. Opracowanie własne na podstawie PN – 82 M-78202.

Wymiary			Masa jednostki
szer.[mm]	dł.[mm]	wys.[mm]	[kg]
400	600	400 - 800	250 (400)
600	800	400 - 1000	630 (800)
800	1200	400 - 1750	1000 (1250)
1000	1200	400 - 1750	1000 (1250)
1200	1600	400 - 1750	(1600) (2000)

Wartości zestawione w tablicy są wartościami referencyjnymi. Wymiary geometryczne wynikają z faktu zachowania stabilności jednostki ładunkowej podczas wszelkich prac, podana wysokość maksymalna wynika z dopasowania do wymiary otworu drzwiowego w wagonie krytym (2150 mm), po uwzględnieniu luzów manipulacyjnych [13]. Powiązано najczęściej występujące w obrocie towarowym masy jednostek ładunkowych z ich wymiarami. Wartości mas w nawiasach odpowiada szeregowi wartości udźwignięć środków transportowych. Nie wyklucza to możliwości formowania jednostek ładunkowych o wymiarach i masach pośrednich. Zapisane wartości tabelaryczne odnoszą się również do bezpaletowych jednostek ładunkowych.

Należy zaznaczyć, że występuje różnica pomiędzy polską normą PN – 82 M-78202, a normą ISO 3667: 2012 Packaging – *Complete, filled transport packages and unit loads – Unit load dimensions* [17],[18]. W normie ISO preferowanym nośnikiem jest paleta o wymiarach podstawy 1000 x 1200 mm.

### **3. SPOSOBY SKŁADOWANIA JEDNOSTEK ŁADUNKOWYCH**

Składowanie materiału jest jednym z głównych elementów procesu magazynowania. Oznacza czynność umieszczania dóbr w magazynie lub stan, w którym się one znajdują. W wydzielonym fizycznie obszarze obiektu magazynowego, nie krócej niż kilkanaście godzin. Na potrzeby artykułu dokonano założenia, że jednostka ładunkowa jest jednostką transportową i jednostką magazynową. Nie podlega dodatkowym czynnościom, w takiej samej formie zostaje przyjęta i wydana z magazynu. Rozpatrujemy przy tym sposoby składowania: mikrojednostek, jednostek ładunkowych paletowych oraz jednostek ładunkowych pakietowych.

Podzielono składowanie na składowanie statyczne i składowanie dynamiczne ze względu na miejsce ułożenia w urządzeniu do składowania. W pierwszym przypadku jednostki ładunkowe znajdują się stałym miejscu ułożenia w urządzeniu (składowanie w regałach stałych) lub w stosach. W przypadku składowania dynamicznego jednostka ładunkowa zmienia swoje położenie względem urządzenia, przebywając drogę od miejsca umieszczenia do miejsca pobrania (regały przepływowe grawitacyjne, regały obrotowe, regały okrężne). Ze względu na bezpośredni dostęp do każdej jednostki ładunkowej lub jego brak, podzielono składowanie na: blokowe lub rządowe (w stosach lub w regałach) [21]. Z urządzeń magazynowych do składowania wybrano regały. Odpowiadają w sposób właściwy dokonaniem podziałowi na trzy typy jednostek ładunkowych. Ze względu na właściwości eksploatacyjne, uniwersalność i możliwości adaptacji konstrukcji przestrzennej do wymiarów i mas jednostek ładunkowych. W mniejszym stopniu zastosowanie mogłyby tu znaleźć stojaki, wieszaki, podkłady czy zasieki.

W tabeli 3 przedstawiono schemat podziału regałów w oparciu o polską normę PN – 78/M – 78320.



Tabela 3 Schemat podziału regałów. Na podstawie polskiej normy PN – 78/M - 78320

1. Stale	1. Ramowe	1. Półkowe z półką stałą	A, B, C		
		2. Półkowe z półką wysuwną			
		3. Bezpółkowe			
		4. Przepływowe grawitacyjne	E		
		5. Przepływowe z napędem wymuszonym	E		
	2. Wspornikowe	1. Z ramionami wspornikowymi półkowe	A, B, C		
		2. Z ramionami wspornikowymi bezpółkowe			
		3. Z podporami wspornikowymi bezpółkowe	A, B, C, D		
		2. Przejzdne podłogowe	1. Ramowe	1. Półkowe z półką stałą	A, B, C
				2. Półkowe z półką wysuwną	
3. Bezpółkowe					
4. Przepływowe grawitacyjne	E				
5. Przepływowe z napędem wymuszonym	E				
2. Wspornikowe	1. Z ramionami wspornikowymi półkowe		A, B, C		
	2. Z ramionami wspornikowymi bezpółkowe				
	3. Z podporami wspornikowymi bezpółkowe				
	3. Przejzdne torowe ręczne		1. Ramowe	1. Półkowe z półką stałą	A, B, C
				2. Półkowe z półką wysuwną	
3. Bezpółkowe					
4. Przepływowe grawitacyjne		E			
5. Przepływowe z napędem wymuszonym		E			
2. Wspornikowe		1. Z ramionami wspornikowymi półkowe	A, B, C		
		2. Z ramionami wspornikowymi bezpółkowe	A, B, F		
		3. Z podporami wspornikowymi bezpółkowe	A, B, F		
		4. Przejzdne torowe napędzane	1. Ramowe	1. Półkowe z półką stałą	A, B, C
				2. Półkowe z półką wysuwną	
3. Bezpółkowe					
4. Przepływowe grawitacyjne	E				
5. Przepływowe z napędem wymuszonym	E				
2. Wspornikowe	1. Z ramionami wspornikowymi półkowe		A, B, C		
	2. Z ramionami wspornikowymi bezpółkowe				
	3. Z podporami wspornikowymi bezpółkowe				

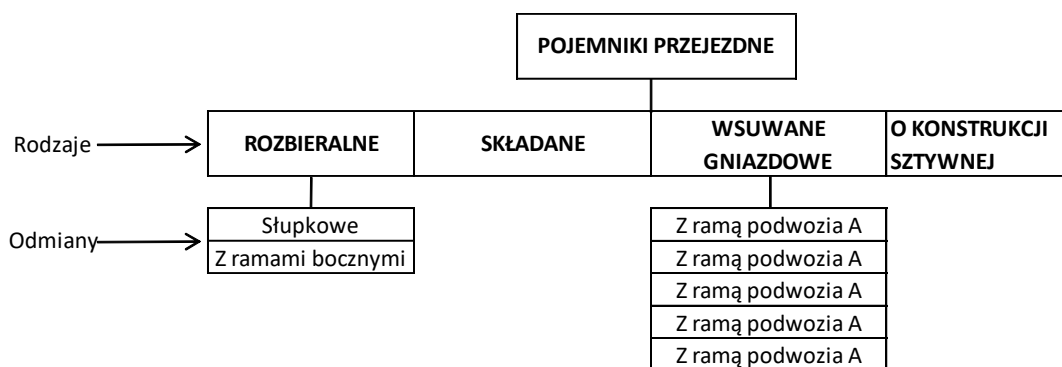
gdzie:

- A- jednorzędowe jednostronne,
- B- jednorzędowe dwustronne,
- C- dwurzędowe ,
- D- zblokowane,

- E- stałe ramowe – przepływowe grawitacyjne, przepływowe z napędem wymuszonym,
- F- dwustronne.

### 3.1. Składowanie mikrojednostek

Przez określenie mikrojednostki rozumiemy pojemniki magazynowo - transportowe. Pojemniki magazynowo - transportowe są urządzeniami pomocniczymi przeznaczonymi do transportu i składowania towarów [25]. Ze względu na sposób przemieszczania możemy je podzielić na pojemniki przejezdne i nieprzejezdne. Pierwszą grupę stanowią urządzenia przemieszczane ręcznie na kołach jezdnych. W ramach podziału pojemników przejezdnych możemy wyróżnić następujące rodzaje i odmiany - rys.2.



Rys. 2. Podział pojemników przejezdnych na rodzaje i odmiany. Na podstawie [25]

Pojemniki rozbieralne charakteryzują się tym, że wszystkie elementy składowe, jak: słupki, ramy boczne, półki, możemy w każdej chwili zamontować lub zdemontować.

Pojemniki składane po zdemontowaniu lub uniesieniu podłogi, konstrukcję nośną boczną możemy złożyć do środka.

Pojemniki wsuwane możemy podzielić ze względu na konstrukcję ramy podwozia. Charakteryzują się tym, że możemy suwać jeden w drugi. Ostatni rodzaj pojemników stanowią pojemniki o konstrukcji sztywnej umożliwiające piętrowanie w stosy. Dodatkowo, zaletą pojemników o konstrukcji sztywnej jest możliwość ich złożenia do transportu lub przechowywania. W takim stanie zajmują mniej miejsca. Drugą grupą pojemników, która znajduje szerokie zastosowanie są pojemniki nieprzejezdne. Szczegółowego opisu dokonano poniżej.

W polskiej normie PN - 87/M -8106 *Pojemniki magazynowe - transportowe. Główne wymiary* [22], określono parametry pojemnika: nośność 50 - 1000 [N], masę brutto na 70 kg i pojemność maksymalną 0,96 m<sup>3</sup>. Masa pojemnika wynika z zapisów normatywnych dotyczących dopuszczalnych wag maksymalnych przy podnoszeniu i przemieszczaniu

ładunku w przypadku prac ręcznych. W przypadku mechanizacji prac magazynowych masa brutto pojemnika może wynosić 1000 - 1500 kg.

Przy czym w zakresie ręcznych prac transportowych obowiązuje Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 25 kwietnia 2017 r. (Dz.U. z dnia 27 kwietnia 2017r., poz.854) [23].

Masa przedmiotów podnoszonych i przenoszonych przez jednego pracownika nie może przekraczać: dla kobiet - 12 kg przy pracy stałej oraz 20 kg przy pracy dorywczej, dla mężczyzn - 30 kg przy pracy stałej oraz 50 kg przy pracy dorywczej. Wskazano również, że masa przedmiotów podnoszonych przez jednego pracownika na wysokość powyżej obręczy barkowej nie może przekraczać: dla kobiet - 8 kg przy pracy stałej oraz 14 kg przy pracy dorywczej, dla mężczyzn - 21 kg przy pracy stałej oraz 35 kg przy pracy dorywczej.

W przypadkach masy pojemnika powyżej wartości zapisanych w [23] i ze względu na charakter pracy, należy stosować urządzenia pomocnicze np. chwytaki podciśnieniowe, redukujące wysiłek ludzki na wykonanie danej czynności.

Z praktyki własnej autora, na podstawie projektów logistycznych, maksymalna waga brutto pojemników obsługiwanych ręcznie wynosi do 60 kg.

Szerokie zastosowanie przy produkcji pojemników magazynowych znajdują tworzywa sztuczne. Spotykamy się też z pojemnikami metalowymi (siatkowymi, metalowymi) rzadziej drewnianymi.

Możemy przy tym dokonać podziału pojemników ze względu na wymiary geometryczne. Pierwszą grupę stanowią pojemniki w "standardzie EUR", przez co rozumiemy, że wymiary podstawy pojemnika pozwalają na formowanie pojemników w stosy na paletach szeregu wymiarowego EUR. Typowy szereg wymiarowy pojemników może przyjąć następującą postać (długość x szerokość x wysokość):

1. 200 x 150 x 120 [mm],
2. 300 x 200 x 220 [mm],
3. 400 x 400 x 270 [mm],
4. 400 x 300 x 320 [mm],
5. 600 x 400 x 545 [mm],
6. 800 x 600 x 425 [mm].

Oddzielną grupę pojemników wykonanych z tworzyw sztucznych stanowią tzw. pojemniki wielkogabarytowe, występujące w wielu odmianach użytkowych ( z płozami, na klockach, z klapą uchylną, z pokrywą, ze ściankami pełnymi, ściankami ażurowymi, z dnem pojedynczym, podwójnym, wzmacniane).Konstrukcja pojemników pozwala na piętrzenie w stosy i umieszczanie ich w regałach.

Reprezentacja szeregu wymiarowego pojemników wielkogabarytowych została przedstawiona poniżej (długość x szerokość x wysokość):

1. 1000 x 600 x 700 [mm],
2. 1200 x 800 x 950 [mm],
3. 1200 x 1000 x 900 [mm],
4. 1400 x 1200 x 975 [mm],
5. 1800 x 1200 x 975 [mm].

Masa brutto pojemników wielkogabarytowych może wynosić od 400 do 500 kg. Obciążenie statyczne w przypadku piętrenia może przyjmować wartość maksymalną 4000 kg. Liczba pojemników w stosie od 3 do 6.

Powszechnie stosowanymi są również pojemniki siatkowe wykonane według normy DIN 15155 powszechnie nazywane Gitterboxami. Wymiary zewnętrzne pojemnika 1240 x 835 x 970 mm, masa brutto z towarem od 1000 do 1500 kg, możliwość piętrenia do 4 pojemników w stosie. Podobnymi parametrami cechują się pojemniki UIC (1240 x 835 x 970, które mogą również występować w rozmiarach  $\frac{1}{2}$  UIC,  $\frac{1}{4}$  UIC [20].

Wszystkie wymienione powyżej typy pojemników mogą być składowane w regałach. Może to jednak wymagać wyposażenia regałów w elementy dodatkowe jak krata, siatka, poprzeczki metalowe lub drewno, jako wypełnienie gniazda regałowego.

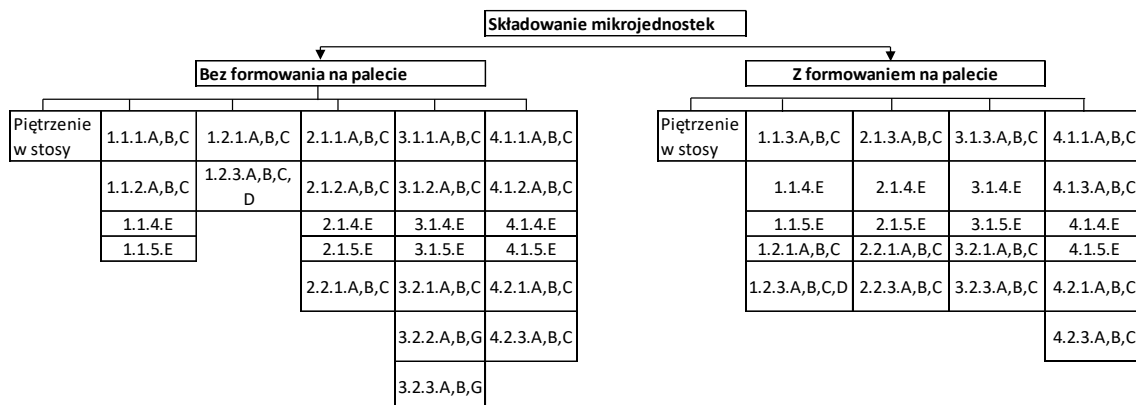
Specjalnie na potrzeby procesów logistycznych w branży motoryzacyjnej została opracowana seria pojemników z tworzywa sztucznego, określanych nazwą KLT. Pojemniki spełniają wymagania przemysłu motoryzacyjnego (Verband der Automobilindustrie) i stanowią główny element sieci łączącej poddostawców przemysłu motoryzacyjnego i wytwórców samochodów.

Pojemniki KLT stosuje się do przechowywania i transportu małych części. Pojemniki KLT są dostępne w znormalizowanych wymiarach (długość x szerokość x wysokość):

1. 300 x 200 x 147 [mm],
2. 400 x 300 x 280 [mm],
3. 600 x 400 x 280 [mm].

Znajdują one zastosowanie w zautomatyzowanych procesach produkcyjnych. Ze względu na ciężkie warunki, w których są użytkowane wykonuje się je z trwałego kopolimeru polipropylenu (PP-Copo). Przy czym są odporne na promieniowanie UV oraz procesy mycia i czyszczenia [24].

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu mikrojednostek, na rys.3, przedstawiono możliwe sposoby ich składowania. W przypadku pojemników w „standardzie EUR” wydzielono sposób składowania: bez formowania na palecie EUR i z formowaniem.



Rys. 3. Schemat możliwych sposobów składowania mikrojednostek

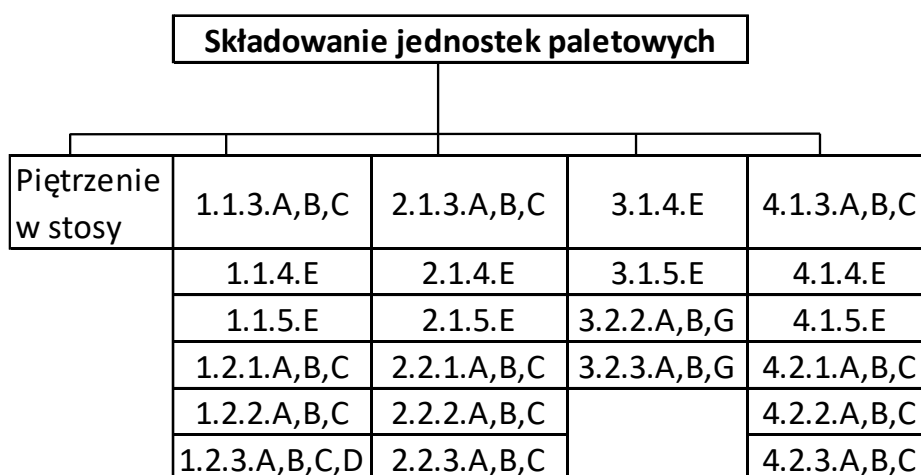
### 3.2. Składowanie paletowych jednostek ładunkowych

Wprowadzenie jednolitej pod względem wymiarowym i wagowym jednostki ładunkowej, przynosi wymierne korzyści w postaci obniżenia kosztów operacyjnych działalności każdego z uczestników łańcucha dostaw. Przy czym ujednoczeniu podlegają rodzaje zastosowanych środków transportowych, przeładunkowych i magazynowych. Efektem jest pełne wykorzystanie zasobów materialnych i ludzkich. Wzrasta wydajność poszczególnych operacji, przy jednoczesnym ich uproszczeniu. Układ logistyczny jest efektywny i skalowalny, przepływ materiału na każdym jego etapie może być kontrolowany. Obniżeniu ulega wartość kosztu przejścia jednostki ładunkowej przez określony system logistyczny [15].

Uzupełnieniem jednostek ładunkowych [tab. 2] sformowanych na paletach płaskich [6], są palety płaskie skrzyniowe, palety płaskie z nadstawkami słupkowymi lub siatkowymi. Stosuje się je w sytuacjach, kiedy rodzaj składowanego materiału nie pozwala na bezpośrednie piętrzenie w stosy. Po ich użyciu nośność stosu paletowego (przy piętrzeniu) wynosi 4300kg [11]. Z wyjątkiem jednostki ładunkowej o wymiarach 1200 x 1600 x 400 - 1750 mm (długość x szerokość x wysokość), masa brutto jednostek ładunkowych zawiera się w przedziale 250 – 1000 kg.

Znajduje to również potwierdzenie w projektowanych obciążeniach gniazd regałowych przeznaczonych do składowania jednostek ładunkowych paletowych. Spotykamy się z najczęściej występującym obciążeniem gniazda 3 x 1000 kg.

Obciążenia gniazd dla jednostek ładunkowych o masie przekraczającej 1000 kg są możliwe, lecz rzadziej spotykane. Podyktowane jest to również wymogami w zakresie dopuszczalnych ładowności środków transportowych przy kryterium max. ładowności i wykorzystania przestrzeni ładunkowej. Na rys.4 przedstawiono schemat sposobów składowania dla jednostek ładunkowych paletowych.

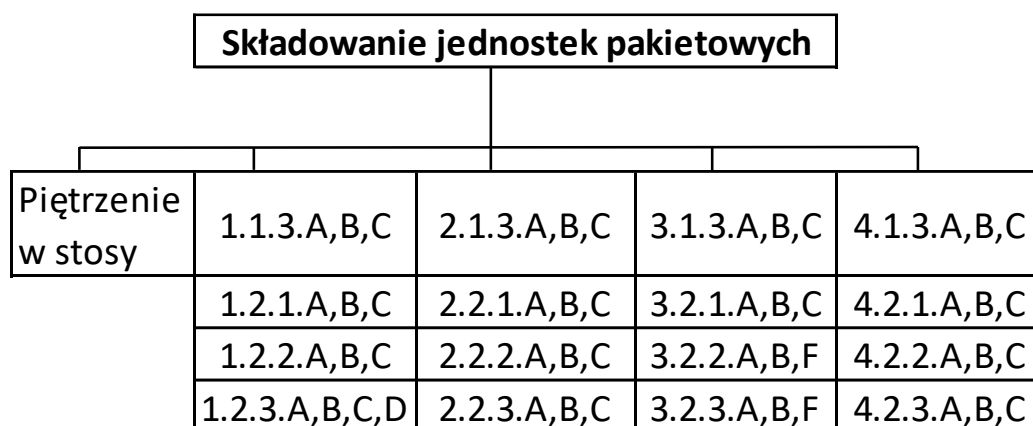


Rys. 4. Schemat możliwych sposobów składowania jednostek ładunkowych paletowych

### 3.3. Składowanie jednostek pakietowych

Jednostki ładunkowe pakietowe wymagają znacznie większego nakładu pracy i zaangażowania niż mikrojednostki i jednostki ładunkowe paletowe. Nakładu pracy związanego z samym przygotowaniem do obu czynności, jak również koniecznością stosowania specjalizowanych maszyn i urządzeń do prac ładunkowych i składowania. Trudność powyższa w manipulacji pakietami wynika z wymiarów geometrycznych ładunku i mas jednostek. Zastosowanie znajduje wszelkiego rodzaju osprzęt do chwytania, ściskania i podtrzymywania ładunku. Operacje są złożone, czasochłonne i wymagają personelu o szczególnych predyspozycjach psycho-motorycznych i wysokich kwalifikacjach. Charakterystyczny przy tym jest fakt, iż o ile w przypadku dwóch pierwszych typów jednostek, składowanie odbywa się w przeważającej części w budowlach magazynowych zamkniętych- budynki magazynowe [26] o tyle składowanie jednostek pakietowych może odbywać się w budowlach magazynowych otwartych (place składowe), półotwartych(wiaty:

osłonięte, nieosłonięte). W praktyce, co do typu użytego rodzaju regału magazynowego przeznaczonego do składowania pakietów nie mamy ostrej linii podziału na: wewnątrz budynku magazynowego, na zewnątrz. W obu przypadkach może to być ten sam typ urządzenia, a różnica może wynikać ze sposobu zabezpieczenia konstrukcji przed wpływem warunków klimatycznych. Należy również wymienić urządzenia do składowania jednostek pakietowych, które rzadziej znajdują zastosowanie. Urządzenia o których tu mowa nazywamy stojakami. Konstrukcja przestrzenna stojaków umożliwia bezpośrednie opieranie materiału o ich elementy. Wyróżniamy stojaki: słupkowe, szczelinowe, gniazdowe, pryzmowe i specjalizowane. Na rys.5 przedstawiono proponowany przez autora schemat podziału urządzeń do składowania jednostek ładunkowych pakietowych.



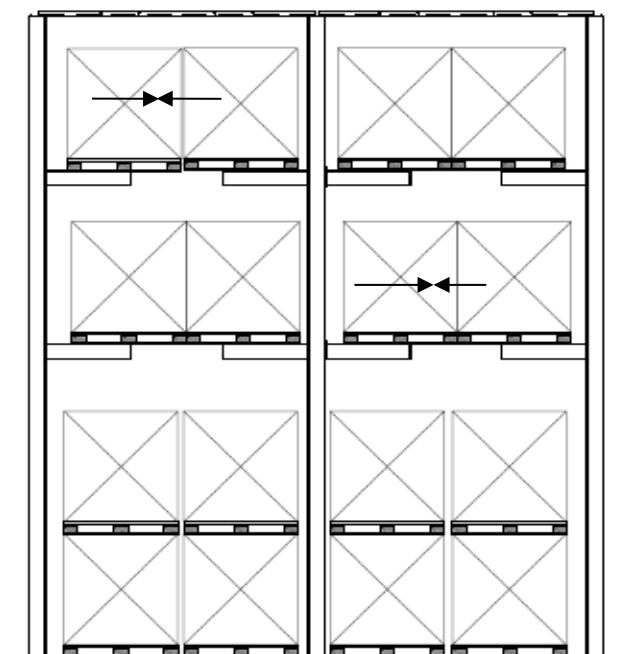
Rys. 5. Schemat możliwych sposobów składowania jednostek ładunkowych pakietowych

#### 4. PRZYKŁADY NOWYCH URZĄDZEŃ DO SKŁADOWANIA JEDNOSTEK ŁADUNKOWYCH

Mianem „nowe” typy urządzeń do składowania określa się rozwiązania, które są na początku lub przeszły etap wdrożeniowy. W dwóch pierwszych przypadkach mamy do czynienia z rozwiązaniami, które zostały uruchomione i przetestowane w okresie od kilku do kilkunastu lat. Nie zostały jeszcze formalnie sklasyfikowane. W stosunku do podziału zapisanego w normie PN-89/78322 *Urządzenia magazynowe do składowania. Regały magazynowe. Parametry podstawowe.*, wyróżniają się odmiennymi cechami konstrukcyjnymi i sposobem użytkowania. Różnice w konstrukcji urządzeń wynikają z postępującej mechanizacji prac przy jednoczesnym zwiększaniu wydajności podukładów magazynowych. W artykule

przytoczono trzy rozwiązania, o których można powiedzieć, że nie są powszechnie stosowane. Posłużono się przy tym nazwami handlowymi przedstawionych rozwiązań ze względu na brak polskiej klasyfikacji.

Pierwszym z nich jest rozwiązanie będące odmianą regałów stałych wspornikowych z podporami, bezpółkowych. Różnice w konstrukcji regałów, rodzaju użytego do ich budowy materiału, wynikają ze sposobu składowania jednostek ładunkowych paletowych. W odróżnieniu od zasady, iż na podporach oparta się jedna jednostka ładunkowa paletowa to w przedstawionym przypadku na podporach umieszczamy dwie jednostki ładunkowe, które w punkcie styku między sobą wypierają się nawzajem pod działaniem siły grawitacji i siły tarcia. Powyższe rozwiązanie przedstawia rys.6.



Rys. 6. Widok od czoła: regały do składowania dwóch jednostek ładunkowych paletowych  
Opracowanie własne.

Jednoczesne pobieranie z gniazda dwóch jednostek ładunkowych zmniejsza pracochłonność prac ładunkowych. Uchwyt jednoczesny dwóch jednostek ładunkowych wpływa na dobór wózków widłowych i specjalistycznego osprzętu. Regały magazynowe tego typu stosuje się w branży producentów napojów, gdzie występują okresowe spiętrzenia związane z sezonowością produkcji.

Drugim rozwiązaniem, jest system o nazwie handlowej „Auto Store”. Posiada on cechy charakterystyczne dla składowania pojemników nieprzejezdnych w stosy ze składowaniem przy użyciu stojaków. Wysokość stosu może wynosić do 6 m wysokości. Profile boczne konstrukcji wykonane z metalu, stanowią jednocześnie konstrukcję wsporczą dla pojemników i stanowią rodzaj prowadzenia pojemnika w stosie. Obsługa systemu



składowania odbywa się przy użyciu samojezdnych wózków, które za pomocą wbudowanego mechanizmu roboczego, opuszczają bądź podnoszą pojemniki ze stosu. Przy czym obsługa odbywa się z jednego kierunku od góry. Budowę systemu „Auto Store” przedstawia rys.7.

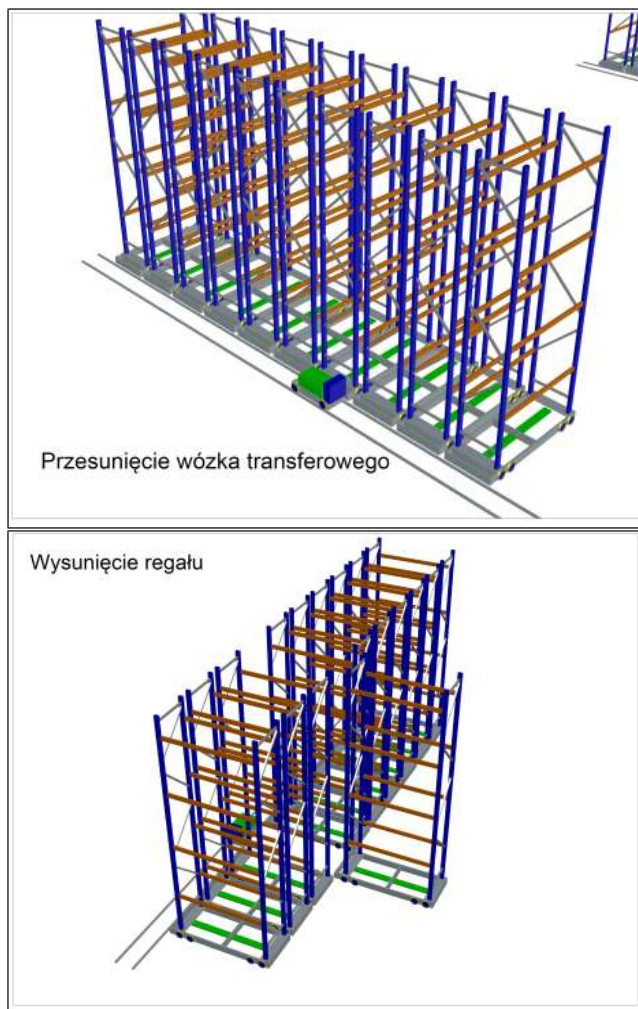


Rys. 7. System „Auto Store”.  
Na podstawie [27].

W oparciu o powyższy system buduje się oddzielne strefy składowania towarów w pojemnikach spełniające rolę strefy kompletacji. Materiał po rozformowaniu z jednostek ładunkowych paletowych trafia do pojemników. Każde opakowanie sztukowe w pojemniku, jak i sam pojemnik są w pełni identyfikowalne w strefie składowania, co do lokalizacji, jak i cech wyróżnionych (zapisanych np. na etykiecie z kodem kreskowym). Załadunku i pobrania materiału z systemu dokonuje się na stanowiskach specjalnie do tego celu przygotowanych. Wydajność godzinowa wynosi od 150 do 200 linii produktowych. Układ jest również skalowalny i w prosty sposób może być rozbudowany, bez zakłóceń bieżącej pracy operacyjnej magazynu.

Trzecie rozwiązanie, które je w fazie wykonania prototypu [28] nazywane jest regałem "szufladowym". Łączy w sobie koncepcję regałów ramowych przejezdnych z regałami z półką wysuwną. Różnica polega na tym, że z zestawionego bloku regałowego wysuwa się na czas obsługi kolumna regałowa. Przyświeca temu zamysł podziału na odmiany, które będą

różniły się między sobą dopuszczalną nośnością kolumny regałowej: 10, 20, 40 ton. Wpływie to również na konstrukcje podwozia jezdnego, zastosowanych napędów. W dalszej perspektywie jest opracowanie konstrukcji umożliwiającej przemieszczanie bloków regałowych. Działanie proponowanego rozwiązania przedstawia rys.8.



Rys. 8. Regały "szufladowe" na podstawie [28].

Na podstawie wykonanego przeglądu literatury możemy stwierdzić, że istnieje zależność pomiędzy cechami fizycznymi jednostki ładunkowej, a sposobem ich składowania i możliwością użycia właściwych urządzeń pomocniczych. Wyznaczają one rodzaj technologii w zakresie prac przeładunkowych, transportu i składowania. Różnią się między sobą rodzajem i typem regałów magazynowych, które mogą znaleźć zastosowanie w przypadku (mikrojednostek, jednostek ładunkowych paletowych, jednostek ładunkowych pakietowych).

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Niemczyk A.: Zapasy i Magazynowanie Tom II. Biblioteka Logistyka, Poznań 2008.
2. Raczyk R.: Środki transportu bliskiego i magazynowania. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2013.
3. Jankowski S.: Opakowania transportowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.
4. Polska Norma PN - 89/O - 79021. Opakowania, system wymiarowy.
5. Polska Norma PN - 69/O - 79020. System wymiarowy opakowań, środków transportu i składowania. Podstawowe wymiary współzależne.
6. Polska Norma PN - 97/M - 78216. Palety ładunkowe płaskie jednopłytowe drewniane czterowieściowe bez skrzydeł 800 x 1200.
7. Norma ISO 3394: 2012. Dimension of rigid rectangular packages - Transport packages.
8. Norma pr. EN 17-32-1 Podstawy, pr. EN 1732-2. Terminologia.
9. Dostęp elektroniczny.: [www.combilift.pl](http://www.combilift.pl), (02.10.2108, godzina 12:12).
10. Dostęp elektroniczny.: [www.salzgittershandel.pl](http://www.salzgittershandel.pl), (02.10.2108, godzina 12:13).
11. Markusik S.: Infrastruktura logistyczna w transporcie. Tom I - Środki transportu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.
12. Dostęp elektroniczny.: [www.baks.com.pl](http://www.baks.com.pl), (02.10.2108, godzina 12:47).
13. Dostęp elektroniczny.: [www.pkp.cargo.com.pl](http://www.pkp.cargo.com.pl), Katalog wagonów (02.10.2108, godzina 12:50).
14. Dostęp elektroniczny.: [www.kaessbohrer.com.pl](http://www.kaessbohrer.com.pl), Katalog naczep samochodowych (02.10.2108, godzina 14:01).
15. Wasiak M., Jacyna - Gołda I.: Transport drogowy w łańcuchach dostaw. Wyznaczanie kosztów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
16. Basiewicz T., Gołaszewski A.: Infrastruktura transportu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
17. Polska Norma PN - 82/M - 78202. Paletowe i bezpaletowe jednostki ładunkowe uformowane z ładunków sztukowych.
18. Norma ISO 3676: 2012. Packaging - Complete, filled transport packages and unit loads. Unit load dimensions.
19. Binkowski W., Piórkowski L., Roźniewski T.: Transport wewnętrzny. Politechnika Śląska, Gliwice 1976.
20. Dostęp elektroniczny.: [www.lagertechnik.pl](http://www.lagertechnik.pl), (02.10.2108, godzina 14:32).

21. Fertsch M.(Redaktor).: Słownik terminologii logistycznej. Wydanie drugie. Instytut Logistyki i Magazynowanie, Poznań 2016.
22. Polska Norma PN - 87/M - 8106. Pojemniki magazynowo - transportowe. Główne wymiary.
23. Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 25 kwietnia 2017. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa, dnia 27 kwietnia 2017 r., poz.854.
24. Dostęp elektroniczny.: [www.bekuplast.pl](http://www.bekuplast.pl), (02.10.2108, godzina 14:57).
25. Matulewski M., Korzecka S., Fajfer P., Wojciechowski A.: Systemy logistyczne. Komponenty. Działania. Przykłady. Instytut Logistyki i Magazynowania. Poznań 2008r.
26. Polska Norma PN - 81/B - 01012. Budowle magazynowe. Podział, nazwy i określenia.
27. Dostęp elektroniczny.: [www.swisslog.com](http://www.swisslog.com), (02.10.2108, godzina 15:11).
28. Główny Urząd Patentowy. Zgłoszenie projektowe nr.: 418251, 418252, 42198, 424196.