

OPAKOWANIA W TRANSPORCIE LOTNICZYM

LOADING UNITS IN AIR TRANSPORT

Jarosław ZELKOWSKI

jaroslaw.zelkowski@wat.edu.pl

Paola KOŁODZIEJ

paola.kolodziej@student.wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna

Wydział Mechaniczny

Instytut Logistyki

Streszczenie: Przedstawione opracowanie zawiera treści związane z transportem frachtu lotniczego. Celem artykułu jest wskazanie możliwości zwiększenia wykorzystania przestrzeni ładunkowej samolotów transportowych dzięki odpowiedniemu doborowi ULD (Unit Load Devices). W opracowaniu poszczególnych elementów rozważanego zagadnienia zostały zastosowane metody: dedukcji, analiza dokumentów, metody matematyczne oraz modelowanie opisowe. W części pierwszej artykułu została przedstawiona charakterystyka ULD, w części drugiej zaprezentowano wpływ doboru ULD na wykorzystanie przestrzeni ładunkowej samolotów transportowych.

Abstract: Summary: The presented study touches upon the issue connected with the transport of air cargo. The aim of the article is showing the possibilities of increasing the use of cargo area of cargo planes thanks to proper choice of ULD (Unit Load Devices). In the development of particular elements of the considered issue the following methods have been used: deduction, the analysis of documents, mathematical methods and descriptive modelling. In the first part of the article the author presents the characteristics of ULD, in the second part the influence of choice of ULD on the use of cargo area of cargo planes has been presented.

Słowa kluczowe: jednostkowe urządzenie ładunkowe, transport lotniczy, samolot transportowy, fracht lotniczy
Key words: Unit Load Devices, air transport, cargo aircraft, airfreight

WSTĘP

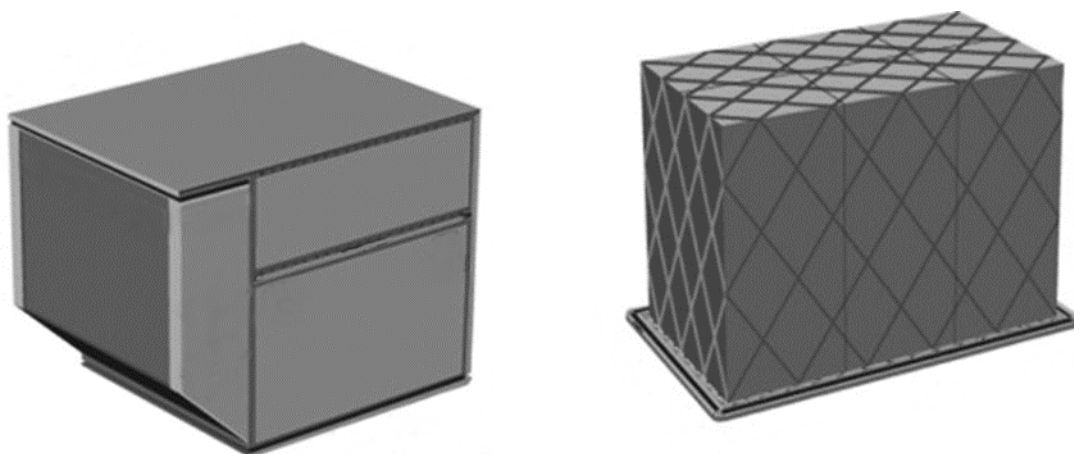
Transport lotniczy stanowi kluczowy element funkcjonowania współczesnej gospodarki oraz społeczeństwa. Jest on istotnym katalizatorem ekonomicznym przyrównywalnym do światowego sektora bankowego, ponieważ pozwala na rozwój globalnej gospodarki poprzez umożliwienie transportu ludzi i towarów na dalekie odległości w relatywnie niedługim czasie. O transporcie lotniczym można już mówić od czasu pierwszego lotu mającego miejsce w roku 1903. Lot ten odbyty przez braci Wright zapoczątkował rozwój branży lotniczej będącej obecnie krwioobiegiem światowej gospodarki. Od tamtego czasu przewozy lotnicze jako gałąź globalnej gospodarki stały się znaczącym i ciągle dynamicznie rozwijającym się światowym biznesem. Nieodzownym zagadnieniem związanym z transportem lotniczym są opakowania wykorzystywane do przewozu frachtu lotniczego. Stanowią one bezpośrednie zabezpieczenie dla towaru, jak również dla samolotu. Pozwalają zniwelować negatywnie oddziałujące czynniki na ładunek podczas transportu. Redukują pracochłonność prac załadunkowych

i rozładunkowych. Przede wszystkim umożliwiają zwiększenie wykorzystania przestrzeni ładowni samolotów oraz zwiększają bezpieczeństwo transportu lotniczego. Już w roku 1958 zaczęto zastanawiać się nad usprawnieniem przewozu frachtu lotniczego poprzez wprowadzenie lotniczych jednostek ładunkowych tak, aby skonsolidować ładunki, zwiększyć bezpieczeństwo i wykorzystanie przestrzeni samolotów. W tym celu wprowadzono „Paul Bunyan Box” pierwszy na świecie kontener lotniczy. Od tamtego czasu dzięki rozwojowi technologii opakowania lotnicze w znaczący sposób ewoluowały. Obecnie setki tysięcy kontenerów i palet lotniczych określanych jako Unit Load Devices (ULD) czyli jednostkowe urządzenie ładunkowe, są wykorzystywane przez wszystkie linie lotnicze i firmy zajmujące się przewozem frachtu i pocztowych przesyłek lotniczych. Wraz z rozwojem światowych gospodarek wzrasta również zapotrzebowanie na przewozy frachtu lotniczego. W związku z tym powstaje potrzeba opracowania efektywnego wykorzystania przestrzeni ładunkowej samolotów transportujących fracht lotniczy.

1. UNIT LOAD DEVICES (ULD) – JEDNOSTKOWE URZĄDZENIE ŁADUNKOWE

Terminem ULD określa się jednostki ładunkowe stosowane do przewozu ładunków w transporcie lotniczym, czyli kontenery i palety lotnicze. Pozwalają one na łączenie dużych ilości ładunków w zwarte jednostki dzięki czemu towary są przemieszczane szybko, bezpiecznie oraz ekonomicznie. Wykorzystując ULD można transportować ładunki wszelkiego rodzaju, począwszy od walizek pasażerów poprzez towary nietrwałe, pocztę, do koni czy bolidów Formuły 1. Zastosowanie ULD eliminuje konieczność ręcznego ładowania i rozładowywania, chroni towary przed uszkodzeniem, maksymalizuje wykorzystanie przestrzeni ładunkowej samolotu jak i umożliwia w razie konieczności szybki transfer ładunków między samolotami. Samoloty wyposażone są w układy ładujące i zabezpieczające ULD, blokują one na określonym miejscu palety czy kontenery, tak że stają się częścią samolotu. Towary na paletach zabezpieczane są siatką, która mocowana jest do obręczy palety. Kontenery są zazwyczaj lekkimi konstrukcjami wykonanymi z aluminium lub kompozycji aluminium i poliwęglanu. Składają się z podstawy, ramy z bocznymi i dachowymi panelami oraz solidnych drzwi ewentualnie tkaniny. Istnieje wiele rodzajów kontenerów, niektóre są składane, wentylowane czy też izolowane lub chłodzone. Palety lotnicze są tańsze niż

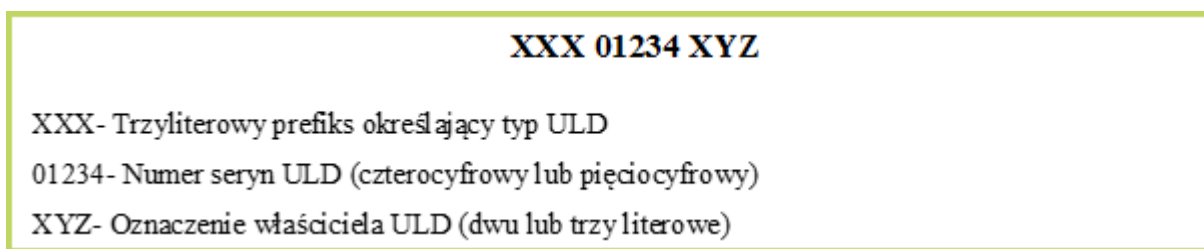
kontenery, ponadto można transportować na nich ładunki, które trudno byłoby umieścić w kontenerze np. ładunki ponadgabarytowe. Jak również można je układać w stosy, więc są łatwe do przechowywania w stanie wolnym jak i drodze powrotnej w samolocie. Kontenery lotnicze powodują że załadunek i rozładunek samolotów jest łatwiejszy, zapewniają ochronę przed warunkami pogodowymi, chronią ładunek przed uszkodzeniami mechanicznymi jak również zapewniają ochronę samolotu przed uszkodzeniami jakie mógłby spowodować towar. Ponadto zapobiegają nieuprawnionemu dostępowi do towaru. Na rysunku 1 zostały przedstawiony przykładowy kontener oraz paleta lotnicza z ładunkiem zabezpieczonym siatką.



Rys. 1. Przykładowe ULD: Kontener AKE (lewy) i paleta PMC (prawy)
Źródło: opracowanie własne.

Znakowanie, rodzaje, wymiary ULD

Każdy ULD musi mieć oznaczenia, które określają jego typ, wymiary, masę brutto, masę własną. Specyfikację techniczną ULD oraz kwestie związane z ich wytwarzaniem, rejestracją, obsługą i konserwacją określa międzynarodowa organizacja IATA- International Air Transport Association. W związku z tym, że ULD są transportowane między różnymi liniami lotniczymi i portami lotniczymi na całym świecie, było konieczne stworzenie znormalizowanego sposobu oznaczania, w celu szybkiego rozpoznania konkretnego ULD. W tym celu IATA wprowadziło globalny system identyfikacji, każdej paletce jak i kontenerowi przypisywany jest indywidualny kod, który jest wyraźnie widoczny na danej jednostce ładunkowej. Kod ULD składa się z dziewięciu do jedenastu znaków. Pierwsze trzy stanowią literowy prefiks określający typ ULD, po nim kolejne cztery lub pięć stanowią numer seryjny odróżniający go od innego ULD tego samego typu. Ostatnie dwie lub trzy litery oznaczają właściciela. Poniżej na rysunku 2 został ukazany schemat zapisu kodu ULD.



Rys.2. Schemat kodu identyfikacyjnego ULD wg IATA

Źródło: opracowanie własne na podstawie IATA Unit Load Device Regulations.

Prefiks czyli trzy pierwsze litery mają najważniejsze znaczenie. Służą do identyfikacji rodzaju, rozmiaru i kształtu ULD. Informacja ta ma zasadnicze znaczenie przy określeniu ładunku jaki może zawierać dany ULD, ale także samolotu z którym będzie zgodny. Znaczenie pierwszej litery prefiksu, przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Rodzaje ULD

Pierwsza litera prefiksu	Rodzaj ULD
A	Certyfikowany kontener
D	Niecertyfikowany kontener
F	Niecertyfikowana paleta
H	Certyfikowany kontener dla koni
K	Certyfikowany kontener dla bydła
L	Certyfikowany wielozakresowy kontener
M	Niecertyfikowany, termiczny kontener
P	Certyfikowana paleta
Q	Certyfikowany, hartowany kontener
R	Certyfikowany, termiczny kontener
V	Stojak do transportu samochodów
X,Y,Z	Zarezerwowany do użytku wewnętrznego linii lotniczych

Źródło: opracowanie własne na podstawie IATA Unit Load Device Regulations.

Druga litera prefiksu opisuje wymiary bazowe jednostki, czyli długość i szerokość podstawy. W tabeli 2 zaprezentowane są oznaczenia literowe poszczególnych wymiarów bazowych, stosowane są w odniesieniu do ULD wyprodukowanych po 01.10.1990 roku.

Tabela 2. Wymiary bazowe ULD

Druga litera prefiksu	Wymiary bazowe ULD
-----------------------	--------------------

A	2235 x3175 mm
B	2235 x2743 mm
G	2438 x6058 mm
K	1534 x1562 mm
L	1534 x3175 mm
M	2438 x3175 mm
N	1562 x2438 mm
P	1198 x1534 mm
Q	1534 x2438 mm
R	2438 x4978 mm
S	1562 x2235 mm

Źródło: opracowanie własne na podstawie IATA Unit Load Device Regulations.

Trzecia litera prefiksu opisuje kontur kontenera ukształtowany tak, aby zmieścił się we wnętrzu samolotu. W przypadku palet opisuje ona system przytrzymujący, w którym jest klasyfikowana dana paleta. Kontur ULD ma na celu maksymalizację ilości przewożonego ładunku i jest uzależniony od tego czy ULD jest przeznaczony na górny czy dolny pokład samolotu. Przykładowo ULD o kodzie AKN 01234 BA, będzie oznaczać certyfikowany kontener lotniczy o wymiarach 153cm szerokości, 200cm długości i 162cm wysokości z otworami w konstrukcji umożliwiającym wprowadzenia wideł wózka widłowego oraz będzie on należał do British Airways. Oprócz kodu identyfikacyjnego ULD na kontenerach i paletach musi znaleźć się informacja na temat wagi brutto-MGW (Maximum Gross Weight) jak i aktualna waga opakowania-TW (Tare Weight) podane w kilogramach oraz funtach.

2. ZWIĘKSZENIE WYKORZYSTANIA PRZESTRZENI ŁADUNKOWEJ SAMOLOTU TRANSPORTOWEGO

Przy projektowaniu ULD zwraca się uwagę na optymalne wykorzystanie przestrzeni ładunkowej samolotu. Niestety samoloty mają różną konstrukcję i rozmiary, w wyniku czego ULD muszą występować w wielu kształtach i wielkościach. ULD są często przemieszczane między różnymi typami samolotów, co powoduje powstanie trzech rodzajów dopasowania ULD do przestrzeni samolotu: optymalne dopasowanie, nieoptymalne dopasowanie oraz brak dopasowania. W optymalnym dopasowaniu kontur ULD jest taki sam jak samolotu, w nieoptymalnym dopasowaniu kontur ULD nie pasuje dokładnie, a przy

braku dopasowania ULD nie pasuje w ogóle do ładowni samolotu. Optymalnie dopasowany ULD do luku, maksymalizuje wykorzystanie przestrzeni ładunkowej. Ponadto ULD może być optymalny dla jednego lub kilku statków powietrznych. Nie oznacza to że nie może być stosowany w innych typach samolotów, w rzeczywistości może być kompatybilny z wieloma samolotami, po prostu nie wykorzysta w pełni dostępnej przestrzeni ładunkowej. Nie wykorzystana przestrzeń przekłada się na mniejszą ilość transportowanego frachtu. Już samo zastosowanie kontenerów i palet lotniczych zwiększa wykorzystanie przestrzeni ładunkowej samolotu. Ich odpowiedni dobór pod względem typu, ilości, jak i rozmieszczenia pozwala na maksymalizację ilości towarów transportowanych na pokładzie.

Określanie ilości ładunku

Zwiększenie wykorzystania objętości ładowni samolotów po przez odpowiedni dobór i rozmieszczenie ULD ma bezpośredni wpływ na ilość przewożonych opakowań zbiorczych towarów. Można to zobrazować stosując poniższe obliczenia. W celu obliczenia ilości jednostek ładunku w kontenerze wymagane jest uwzględnienie parametrów takich jak współczynniki sztauerskie ładunku i kontenera. Współczynnik sztauerski ładunku (SF_P) jest to iloraz objętości do masy ładunku, zwiększony o średnią stratę sztauerską, podawany w m^3/t . Strata sztauerska zwiększa się wraz ze wzrostem wolnej przestrzeni między ładunkami, wyrażona jest w procentach.

$$SF_P = \frac{V_P}{M_P} \cdot (1 + s) \quad (1)$$

gdzie:

SF_P –współczynnik sztauerski ładunku [m^3/t]

V_P –objętość ładunku [m^3]

M_P –masa brutto ładunku [t]

s –strata sztauerska [%]

Współczynnik sztauerski kontenera (SF_C) jest to iloraz pojemności kontenera i jego nośności.

Podawany w m^3/t .

$$SF_C = \frac{V_C}{M_C} \quad (2)$$

gdzie:

SF_C –współczynnik sztauerski kontenera [m^3/t]

V_C –pojemność ładunkowa kontenera[m³]

M_C –nośność kontenera[t]

Jeżeli współczynniki sztauerskie kontenera i ładunku są równe sobie, to wtedy przy obliczaniu ilości jednostek ładunku w kontenerze, wykorzystywana jest zarówno jego pojemność jak i jego nośność. W sytuacji kiedy jeden z współczynników jest większy: gdy $SF_C > SF_P$ wykorzystuje się w obliczeniach nośność kontenera, gdy $SF_P > SF_C$ to wykorzystywana jest w obliczeniach pojemność kontenera.

W pierwszym przypadku, gdy w obliczeniach ilości jednostek ładunku w kontenerze wykorzystywana jest nośność kontenera ($SF_C > SF_P$), stosuje się poniższy wzór:

$$N = \frac{M_C - M_S}{M_P} \quad (3)$$

gdzie:

N –liczba sztuk ładunku[sztuk]

M_C –nośność kontenera[t]

M_P –masa brutto jednej sztuki ładunku[t]

M_S –masa użytego materiału sztauerskiego[t]

W drugim przypadku, kiedy w obliczeniach wykorzystuje się pojemność kontenera ($SF_P > SF_C$), można zastosować następujący wzór:

$$N = \frac{V_C}{V_P \cdot (1+s)} \quad (4)$$

gdzie:

N –liczba sztuk ładunku[sztuk]

V_C –pojemność ładunkowa kontenera[m³]

V_P –objętość jednej sztuki ładunku[m³]

s –strata sztauerska[%]

W przykładzie zostaną rozpatrzone dwa warianty rozmieszczenia ULD dla ładowni głównego pokładu samolotu Airbus A330-200F. Zakładają one wykorzystanie trzech typów kontenerów: AAY o objętości 11,3m³ i masie netto 5804kg; kontener AYY o objętości 5,7m³ i masie netto 1694kg oraz kontenera AMJ o objętości 15,1m³ oraz masie netto 6482kg. Szacunkowa strata sztauerska wynosi 15%. Jako zbiorcze opakowania zawierające

towar zostały przyjęte prostopadłościennie pudełka o wymiarach 350mm x 160mm x 450mm i masie 4kg.

Najpierw należy obliczenia ilości opakowań zbiorczych jakie mogą się zmieścić w każdym z kontenerów. Do tego celu można wykorzystać powyżej przedstawioną metodę.

W pierwszym kroku obliczone zostaje SF_P (wzór 1):

$$V_P = 0,35 \cdot 0,16 \cdot 0,45 = 0,0252 \text{ [m}^3\text{]}$$

$$SF_P = \frac{0,0252}{0,004} \cdot (1 + 0,15) = 7,245 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{t}} \right]$$

W drugim kroku obliczone zostaje SF_C (wzór 2) dla każdego z kontenerów a następnie ilość opakowań jednostkowych:

Dla kontenera AAY:

$$SF_C = \frac{11,3}{5,804} = 1,95 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{t}} \right]$$

$$SF_P > SF_C$$

W tym przypadku współczynnik sztauerski ładunku SF_P jest większy od współczynnik sztauerski kontenera SF_C , dlatego do dalszych obliczeń przyjmuje się wzór (4):

$$N = \frac{11,3}{0,0252 \cdot (1 + 0,15)} = 389,92 \text{ [sztuk]}$$

$$N = 389 \text{ [sztuk]}$$

W kontenerze AAY zmieści się 389 zbiorczych opakowań.

Dla kontenera AYY:

$$SF_C = \frac{5,7}{1,694} = 3,36 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{t}} \right]$$

$$SF_P > SF_C$$

$$N = \frac{5,7}{0,0252 \cdot (1 + 0,15)} = 196,67 \text{ [sztuk]}$$

$$N = 196 \text{ [sztuk]}$$

W kontenerze AYY zmieści się 196 zbiorczych opakowań.

Dal kontenera AMJ:

$$SF_C = \frac{15,1}{6,482} = 2,33 \left[\frac{m^3}{t} \right]$$

$$SF_P > SF_C$$

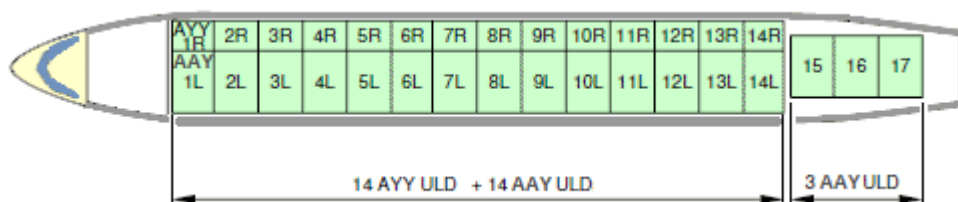
$$N = \frac{15,1}{0,0252 \cdot (1 + 0,15)} = 521,05 \text{ [sztuk]}$$

$$N = 521 \text{ [sztuk]}$$

W kontenerze AMJ zmieści się 521 zbiorczych opakowań.

Po określeniu liczby opakowań zbiorczych w poszczególnych typach kontenerów można teraz obliczyć liczbę tych opakowań w poszczególnych wariantach rozmieszczenia ULD w samolocie Airbus A330-200F.

Wariant 1

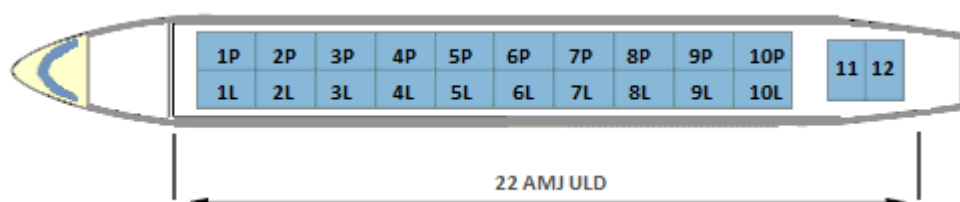


Rys. 3. Schemat rozmieszczenia ULD na głównym pokładzie A330-200F (wariant 1)
Źródło: opracowanie własne.

Wariant pierwszy przedstawiony na rysunku 3 zakłada użycie 14 kontenerów AYY i 17 kontenerów AAY. Wykorzystana objętość ładowni to 271,9m³. W sumie daje to 9357 opakowań zbiorczych z towarem.

Wariant 2

Wariant drugi zakłada rozmieszczenie na głównym pokładzie 22 kontenerów AMJ. Tak jak to zostało ukazane na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat rozmieszczenia ULD na głównym pokładzie A330-200F (wariant 2)
Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystana objętość ładowni wynosi $332,2\text{m}^3$. W sumie uzyskuje się w tym wariantcie 11462 zbiorczych opakowań z towarem.

Z obliczeń wynika, iż wariant drugi pozwala uzyskać więcej o 2105 zbiorczych opakowań niż wariant pierwszy. Dobór ilości i rodzaju kontenerów oraz sposób ich rozmieszczenia ma wpływ na wykorzystanie przestrzeni ładowni samolotu a tym samym na ilość ładunku. W wariantach tych nie zostały przekroczone dopuszczalne naciski powierzchniowe ani ładowność. W obrębie tego samego samolotu można zastosować wiele różnych konfiguracji ULD. Poprzez odpowiedni dobór i rozmieszczenie palet oraz kontenerów na pokładzie samolotów można zwiększyć wykorzystanie przestrzeni ładowni. Analogiczne analizy zostały przeprowadzone dla różnych konfiguracji kontenerów i palet lotniczych w kilku różnych typach samolotów transportowych, pozwoliły one na sformułowanie poniższych wniosków.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Rozważając różne warianty załadunku ULD zarówno dla głównego i dolnego pokładu można stwierdzić, iż dobór ULD ma znaczący wpływ na wykorzystanie przestrzeni ładowni samolotów transportowych. W przypadku pokładu głównego konfiguracje z większą liczbą palet niż kontenerów wypełniały lepiej przestrzeń ładowni. Jedynie w przypadku, gdy wszystkie kontenery są idealnie dopasowane do danego modelu samolotu, a tym samym przestrzeni ładowni, objętość ta jest zbliżona do objętości uzyskiwanej przy wykorzystaniu palet.

Zastosowanie palet o większym wymiarze bazowym takich jak palety „szesnastostopowe” i „dwudziestostopowe” w większości przypadków powoduje wzrost wykorzystanej przestrzeni ładowni. Zastosowanie palet o dużym wymiarze bazowym możliwe jest w większych samolotach transportowych. Stosowanie większy palet ma jednak swoją wadę, często ładunek musi najpierw zostać posortowany zanim trafi w miejsce docelowe, stosując większą liczbę mniejszych palet można od razu wysłać taką jednostkę ładunkową w całości do odbiorcy.

W przypadku dolnego pokładu ładowni samolotów transportowych można zaobserwować odwrotną tendencję. W wariantach, w których występuje większa liczba kontenerów czy też cały dolny pokład jest wypełniony kontenerami wykorzystana objętość ładowni jest większa

niż w wariantach z zastosowaniem palet. Wynika to z przekroju dolnego pokładu, który jest węższy w dolnej części i rozszerza się w górnej. Kontenery przeznaczone dla dolnego pokładu posiadają identyczny kontur, dzięki temu w pełni się dopasowują. W przypadku palet, uformowanie w ten sposób ładunku jest trudne.

Dla głównego pokładu stosowanie wariantów z większą liczbą palet zwiększa wykorzystanie przestrzeni ładowni, jednak nie wszystkie ładunki mogą być transportowane na paletach. Nie zawsze da się uniknąć stosowania kontenerów, podczas transportu produktów wymagających chłodzenia, towarów wartościowych, poczty czy koni, zastosowanie kontenerów jest konieczne. Ponadto mogą one pełnić dodatkowe funkcję, zwiększać bezpieczeństwo transportu, tak jak to ma miejsce w przypadku kontenerów ognioodpornych, których technologia wciąż się rozwija.

LITERATURA

1. Rogers B. (2014). ULD Explained. Montreal: ULD CARE.
2. Ładunkowej. Szczecin: Link I Maciej Wędziński.
3. Grandjot H.H., Roessler I., Roland A. (2007). Air Cargo Guide: An Introduction to the Air Cargo Industry. Munich: Huss-Verlag.
4. IATA Unit Load Device Regulations, 5th Edition, 01.01.2017.
5. Świdorski A., Dębicka E. Wybrane aspekty zarządzania konfiguracją w logistyce. Systemy Logistyczne Wojsk nr 39, Warszawa 2013.
6. [Dudkiewicz-Fierek D., Marchlewicz M., Świdorski A. Logistics processes as a factor improving activities of the enterprise. Systemy Logistyczne Wojsk nr 41, Warszawa 2014.
7. Świdorski A., Jasińska J., Pokora W.: Selected aspects of modelling estimating risk in providing logistics services. Systemy Logistyczne Wojsk nr 42, Warszawa 2015.
8. Świdorski A.: Jakość i bezpieczeństwo żywności i żywienia dla potrzeb Sił Zbrojnych RP. Systemy Logistyczne Wojsk nr 43, Warszawa 2015.
9. Ślaski, P., Waśniewski, T.R. (2016). Zastosowanie dronów do inwentaryzacji magazynów otwartych wielkopowierzchniowych. Logistyka w XXI wieku, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk.
10. Waśniewski T. R., Ślaski P. Modelowanie procesu automatycznego rozpoznawania i identyfikowania pojazdów w oparciu o technologię RFID, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, nr 5, 2018, PWE.
11. Waśniewski T. R., Ślaski P., Modelowanie procesu identyfikowalności wyrobów za pomocą technologii RFID, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, nr 5, 2018, PWE.
12. Waśniewski T.R., Laskowski, D., Wirtualne sterowanie magazynami, Systemy Logistyczne Wojsk nr 44, 2016, WAT

14. Waśniewski T. R.; Ignaciuk P., Osowski, Rafał; ,RFID to use customers of service, Systemy Logistyczne Wojsk nr 46, 2017, WAT
15. Waśniewski T. R, Krupnik D, Sustainability of urban transportation main developments, TRANSPORT MEANS 2017,3 ,2017,KAUNAS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
16. Wiśnicki B.(2006) Vademecum konteneryzacji – Formowanie kontenerowej jednostki