

Marcin Mieteń, Jarosław Kończak, Jerzy Grzesiak

Wojskowy Instytut Techniki Pancерnej i Samochodowej

WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII 3D DO BADAŃ MOŻLIWOŚCI PRZEWOZU POJAZDÓW SPECJALNYCH TRANSPORTEM LOTNICZYM

Rękopis dostarczono: marzec 2018

Streszczenie: Autorzy w pracy skupili się na możliwości wykorzystania inżynierii odwrotnej do badań możliwości przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym. Wykorzystanie skanera 3D daje możliwość odwzorowania w postaci chmury punktów rzeczywistego pojazdu ze wszystkimi wadami i niedociągnięciami, które powstały na linii produkcyjnej. W Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej służy tylko 5 samolotów transportowych typu Hercules C-130. Z tego prostego względu dostęp do tych samolotów jest ograniczony. Stanowisko w technologii 3D stanowisko daje możliwość sprawdzenia możliwości załadunku pojazdu do ładowni samolotu.

Słowa kluczowe: podatność transportowa, transport lotniczy, Hercules C-130

1. WSTĘP

Możliwość przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym jest bardzo ważnym elementem ich eksploatacji oraz stanowi kluczową część systemu transportowego Sił Zbrojnych. W dobie konfliktów międzynarodowych pojazdy Sił Zbrojnych powinny mieć możliwość przemieszczania się między teatrami walki. Najszybszym transportem jest oczywiście transport lotniczy. Jednak ten transport jest najbardziej rygorystyczny. Przepisy dotyczące transportu lotniczego kładą szczególnie nacisk na spełnienie wymagań odnośnie wytrzymałości węzłów mocujących na odpowiednie wartości przyspieszeń, gabarytu pojazdu w odniesieniu do wymiarów ładowni samolotu oraz ograniczeń związanych z rampą załadunkową [1, 2, 5]. Istotne są też wielkości masowe (nacisk na osie, naciski jednostkowe). Obecnie samolot Hercules C-130 (rys. 1.1) jest największą jednostką transportową w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (SZ RP) i ma strategiczne znaczenie dla obronności kraju. Ten samolot jako jedyna jednostka w SZ RP jest w stanie transportować na swoim pokładzie ciężarowe pojazdy kołowe.

Nowe pojazdy wdrażane do SZ RP mają postawione zazwyczaj wymagania mówiące o przystosowaniu do transportu lotniczego. Możliwość załadunku badanego pojazdu do samolotu jest ograniczona ze względu na fakt, że ten samolot stacjonuje tylko w jednej bazie lotniczej na terenie RP. Na rys. 1.2 przedstawiono zdjęcia z powyższych badań. Drugim

ograniczeniem jest liczba tego typu samolotów, SZ RP posiadają jedynie 5 sztuk pozyskanych od armii Stanów Zjednoczonych w 2009 r. Dlatego w Wojskowym Instytucie Techniki Pancernej i Samochodowej podjęto prace nad wirtualnym stanowiskiem badawczym, które ma umożliwić wirtualne wpasowanie pojazdu do przestrzeni ładunkowej samolotu.



Rys. 1.1. Widok samolotu Hercules C-130

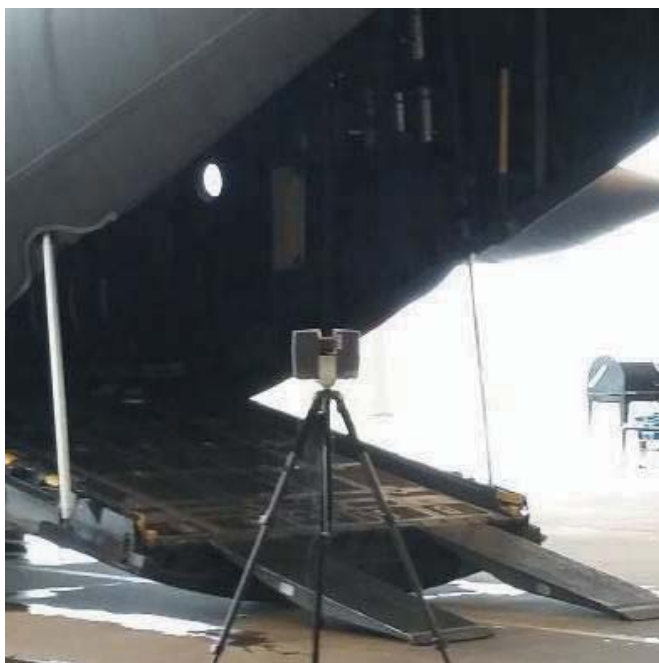


Rys. 1.2. Widok z praktycznej próby załadunku pojazdu wojskowego do samolotu Hercules C-130

2. SKANOWANIE PLATFORMY ŁADUNKOWEJ SAMOLOTU HERCULES C-130

Pierwszym krokiem w tworzeniu wirtualnego stanowiska do badań możliwości przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym było zeskanowanie platformy ładunkowej samolotu Hercules C-130E (rys. 2.1) w trzech różnych przypadkach:

- a) przy otwartej rampie,
- b) przy otwartej rampie z pojazdem,
- c) zamkniętej rampie (pozycja transportowa).



Rys. 2.1. Widok podczas skanowania ładowni samolotu [1]

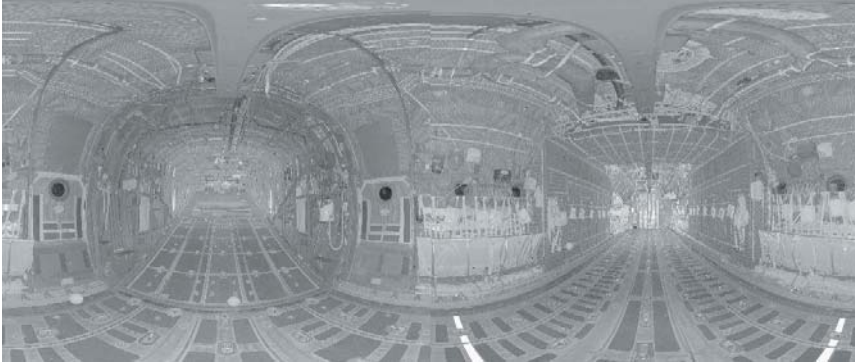
Skany 3D platformy ładunkowej trzeba było wykonywać etapami ze względu na ograniczenia skanera i wielkość platformy ładunkowej. Dla zamkniętej platformy ładunkowej wykonane zostały 3 skany 3D (rys. 2.2), w trzech różnych miejscach tak aby zmaksymalizować dokładność modelu 3D. Skaner ustawiano w następujących miejscach:

- a) przód ładowni przy kabinie pilota,
- b) środek ładowni,
- c) tył ładowni przy rampie.

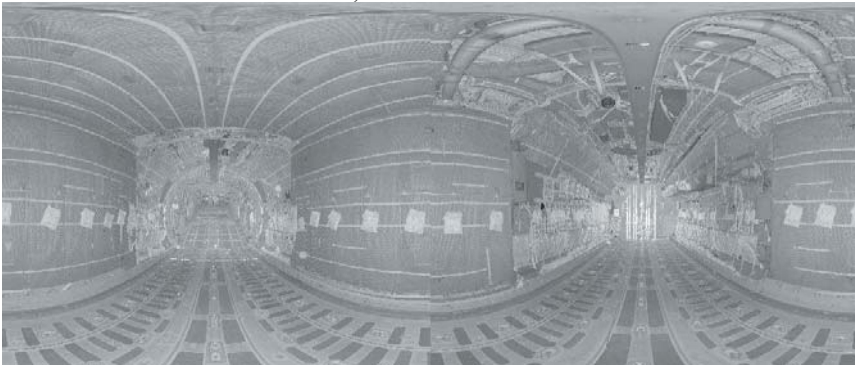
Wszystkie skany były wykonane dla pełnego zakresu skanera 360° i maksymalnej jakości i rozdzielczości. Czas pojedynczego skanu to około 2 godziny.

Dla otwartej platformy ładunkowej wykonano również 3 skany: jeden skaner we wnętrzu skierowany w stronę rampy, dwa kolejne na zewnątrz samolotu aby dokładnie uchwycić rampę wjazdową na pokład samolotu (rys. 2.3). W tym przypadku nie wykonywano skanów 360° ze względu na to, że powierzchnie ładowni uchwycono w poprzednich skanach dla zamkniętej ładowni. To pozwoliło zaoszczędzić czas i ograniczyć powstałą chmurę punktów. Pojedynczy skan trwał około 1 godziny.

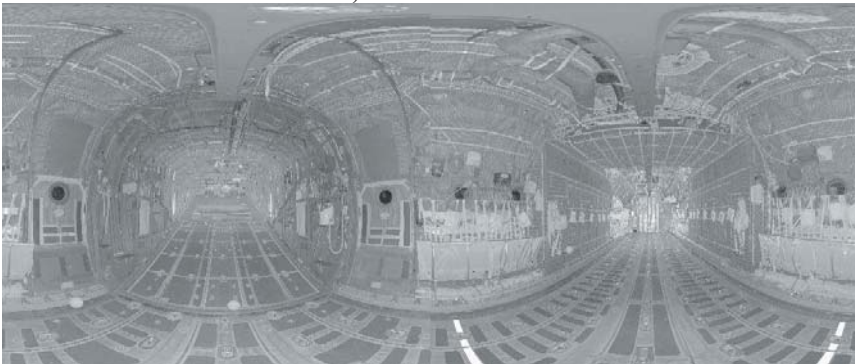
a) Skan ładowni 1/3



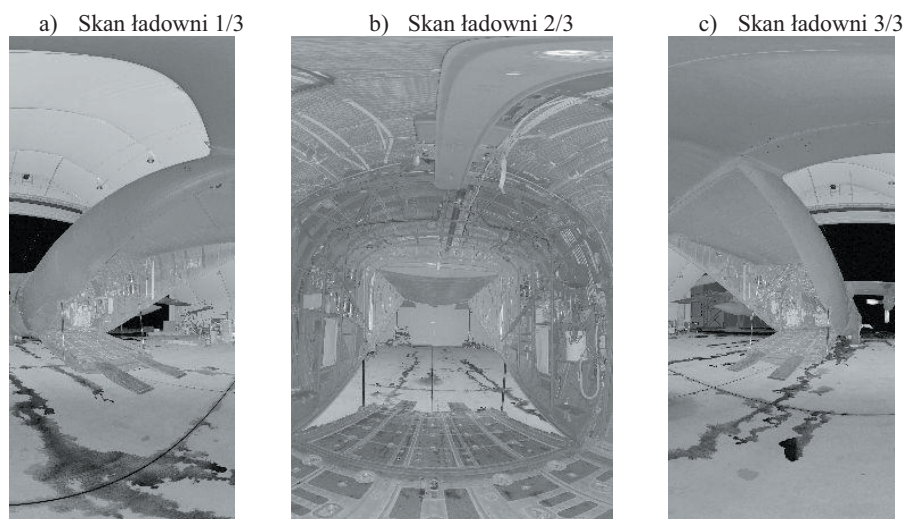
b) Skan ładowni 2/3



c) Skan ładowni 3/3

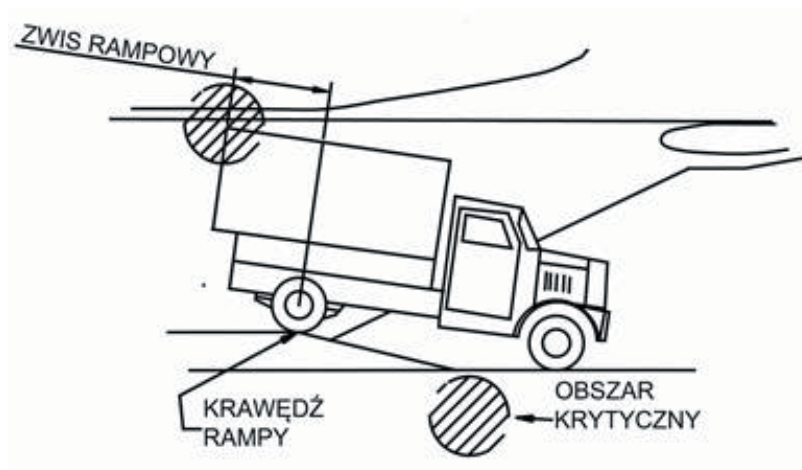


Rys. 2.2. Widok podglądu skanu 3D zamkniętej ładowni samolotu



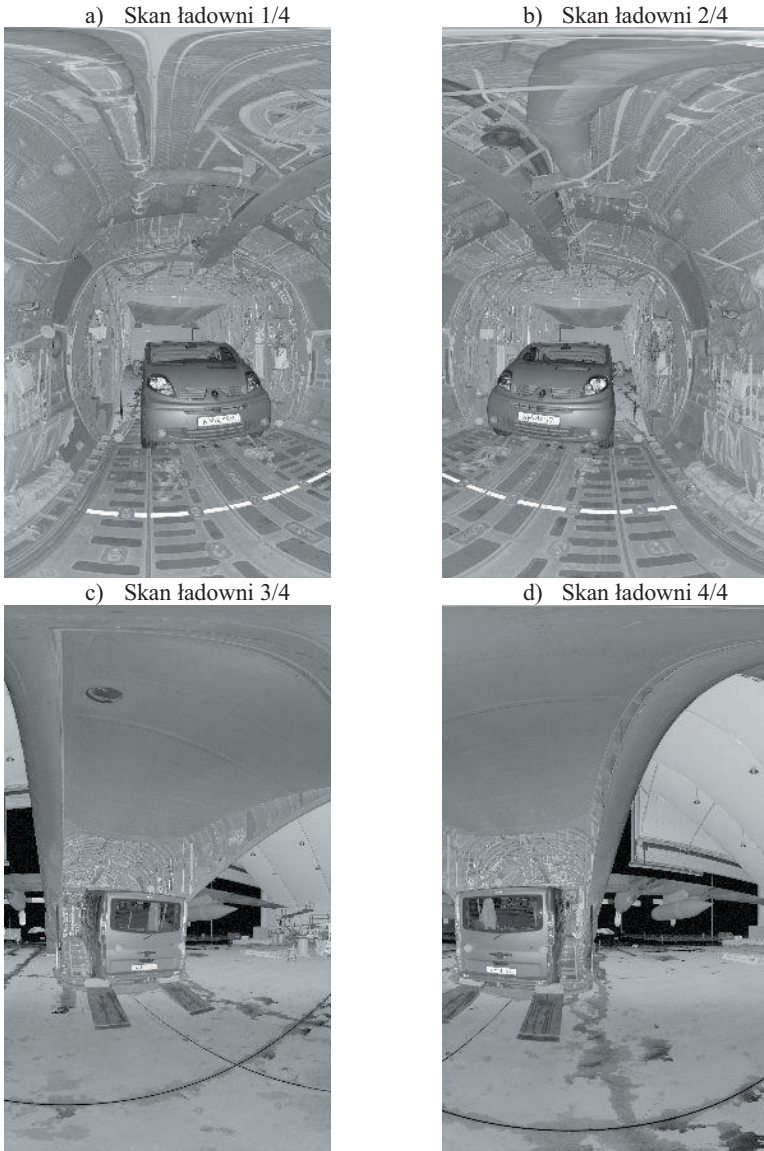
Rys. 2.3. Widok podglądu skanu 3D otwartej ładowni samolotu

Dla weryfikacji wirtualnego stanowiska wykonano również skan otwartej platformy ładunkowej z pojazdem na rampie samolotu. W tym przypadku skupiono się głównie na momencie wjazdu pojazdu po rampie do luku ładunkowego. Jak wiadomo jest to moment krytyczny, gdzie trzeba wziąć pod uwagę wymiary samochodu oraz zwis rampowy (rys. 2.4).



Rys. 2.4. Szkic momentu wjazdu pojazdu do ładowni samolotu [5]

Dla powyższej konfiguracji wykonano 4 skany ze względu na małą przestrzeń między pojazdem na ścianami ładowni samolotu (rys. 2.5).



Rys. 2.5. Widok podglądu skanu 3D otwartej ładowni samolotu z pojazdem

3. SKANOWANIE POJAZDU

Następnym etapem pracy było pozyskanie geometrii różnych pojazdów, które mogą być transportowane drogą powietrzną ze względu na szerokie potrzeby SZ RP. W tym celu wykonano skanowanie pojazdu polskiej produkcji o dopuszczalnej masie całkowitej 13 ton.

Skany wykonane były w zamkniętej hali pomiarowej, ten zabieg pozwala ograniczyć rozrzut punktów w skanie. Skaner ustawiano w miejscach odpowiadającym narożom pojazdu. Każdy skan trwał około jednej godziny.

a) Skan pojazdu 1/4



b) Skan pojazdu 2/4



c) Skan pojazdu 3/4



d) Skan pojazdu 4/4

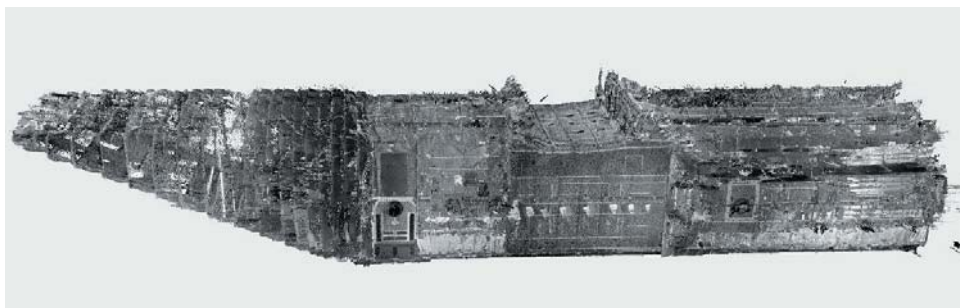


Rys. 3.1. Widok podglądu skanu 3D pojazdu

Baza danych Instytutu jest sukcesywnie wzbogacana o kolejne skany różnych pojazdów. W dalszej części artykułu przedstawiono wyniki analiz dla badanego pojazdu wojskowego o DMC 13 ton.

4. PRZETWARZANIE SKANÓW 3D

Przetwarzanie skanów 3D składa się z kilku etapów. Początkowym krokiem jest wstępna obróbka skanów usunięciu punktów, które są tzw. „śmieciami”. Następnie pojedyncze skany są scalane w jeden model 3D (rys. 4.1). Tak wykonany skan może już służyć jako element wirtualnego stanowiska do badań możliwości przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym. Uzupełnieniem tego stanowiska są: osprzęt informatyczny, odpowiednie oprogramowanie oraz umiejętności operatora – badacza.



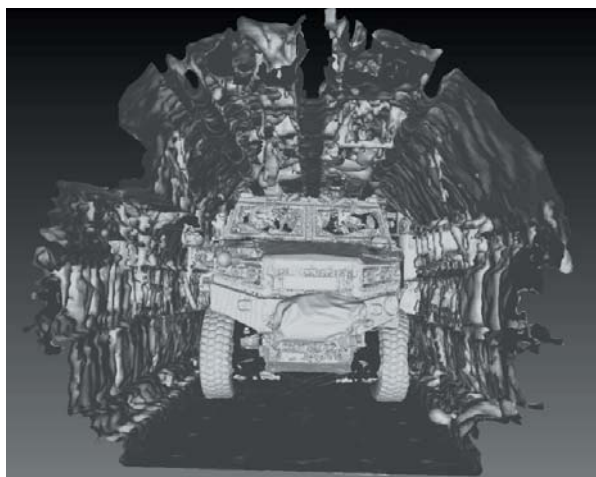
Rys. 4.1. Widok chmury punktów zamkniętej ładowni samolotu Hercules C-130 [4]

5. WIRTUALNE BADANIE MOŻLIWOŚCI PRZEWOZU POJAZDÓW SPECJALNYCH TRANSPORTEM LOTNICZYM

Wirtualne badanie możliwości przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym polega na złożeniu dwóch modeli 3D, które powstały w procesie skanowania 3D.

W wirtualnej przestrzeni 3D operator dokonuje analizy geometrii pojazdu umieszczonego w ładowni samolotu. Podczas tego typu badań można w bardzo przejrzysty sposób wytypować elementy pojazdu, które utrudniają lub uniemożliwiają transport pojazdu w przestrzeni ładunkowej wojskowego samolotu transportowego. Zgodnie z obowiązującymi w tym względzie przepisami i procedurami lotniczymi ważnym elementem są punkty mocowań do podłogi samolotu, geometryczne rozmieszczenie środka masy, odstępów pomiędzy pojazdem a poszyciem bocznym przestrzeni ładunkowej, czy rozmieszczenie instalacji wewnątrz samolotu. Należy w tym miejscu wspomnieć, że samoloty C-130 Hercules w wersji E, eksploatowane w Wojsku Polskim (WP) różnią się między sobą.

Sprawdzeniu także podlegają punkty skrajne podczas załadunku pojazdu do ładowni statku powietrznego.



Rys. 5.1. Widok wirtualnego badania możliwości przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym [4]

6. WNIOSKI

Wykorzystanie wirtualnego stanowiska do badania możliwości przewozu pojazdów specjalnych transportem lotniczym pozwala zaoszczędzić przede wszystkim czas i środki finansowe, które trzeba byłoby poświęcić na próbę załadunku badanego pojazdu kołowego do samolotu.

Podczas badań w środowisku wirtualnym w łatwy sposób możemy wskazać, które elementy pojazdu wpływają na to, że nie jest możliwy załadunek i przewóz pojazdu samolotem, w przeciwieństwie do badań tradycyjnych gdzie mamy wynik w dwóch postaciach: jest możliwy załadunek i transport pojazdu lub nie. Kolejną zaletą tej formy badań jest możliwość wykonywania sprawdzeń na etapie projektowania pojazdu.

Skanowanie 3D pozwala też w łatwy sposób sprawdzić możliwość przewozu starszych pojazdów eksploatowanych w WP transportem lotniczym, które nie były projektowane w technologii 3D. Dotyczy to będących od lat na stanie sił zbrojnych RP pojazdów typu Honker i Star 266, które uczestniczyły w misjach poza granicami kraju i musiały być przewożone transportem lotniczym.

Podziękowania: Artykuł powstał dzięki współpracy z 33 Bazą Lotniczą w Powidzu oraz Dowództwem Skrzydła Lotnictwa Transportowego.

Bibliografia

1. Grzesiak J., Kończak J., Mieteń M., Analysis of technical requirements related to new military vehicles in the scope of transportability, *Zeszyty Naukowe Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. Tadeusza Kościuszki Journal of Science of the gen. Tadeusz Kosciuszko Military Academy of Land Forces*, 49 (3), p. 90-105, Wrocław 2017.
2. Luty W., Zwierzyński M. Techniczne aspekty przystosowania pojazdów wojskowych do transportu lotniczego, [w:] red. W. Luty, Z. Ciekot, *Tendencje rozwojowe środków transportowych w Siłach Zbrojnych RP*, s. 80-97, 2015.
3. Karczewski M., Polak F., Szczęch L., Walentyłowicz J. Modelling of loading command system vehicles on the transport aircraft C-130, *Zeszyty Naukowe Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. Tadeusza Kościuszki Journal of Science of the gen. Tadeusz Kosciuszko Military Academy of Land Forces*, 48 (3) 2016, str. 100-111, 2016.
4. Kończak J., Mieteń M., Wykorzystanie skanera 3d w technice samochodowej. Rozwój, eksploatacja, przechowywanie i ochrona balistyczna środków transportu *Nowe trendy*, Bel Studio, ISBN 978-83-7798-620-2, Sulejówek 2017.
5. Technical Manual, Cargo Loading Manual, USAF Series, C-130A, C130B, C130E, C-130H, HC-130H, HC-130(H)N, HC-130N, HC130P, LC-130H, MC-130E, MC-130P, MC-130H and WC-130H Airplanes.

USE OF 3D TECHNOLOGY FOR AIR TRANSPORTABILITY TESTING

Summary: Authors at work focused on the possibilities of using reverse engineering to study transport susceptibility of vehicles for air transport. The use of a 3D scanner gives the possibility of mapping in the form of a point cloud of the actual vehicle with all the defects and shortcomings that arose on the production line. Only 5 Hercules C-130 transport aircraft are used in the Armed Forces of the Republic of Poland. For this simple reason, access to these aircraft is limited. The aircraft's reloaded in 3D technology gives the possibility of a virtual fitting of the tested vehicle to the plane.

Keywords: transportability, air transport, Hercules C-130