



INSTYTUT LOTNICTWA

Al. Krakowska 110/114, 02-256 Warszawa
Tel. +48 22 846 00 11 wew. 219, 651,
Fax: +48 22 846 37 52
www.ilot.edu.pl, podwozia@ilot.edu.pl



AB 131

EGZ. NR :

LABORATORIUM BADAŃ PODWOZI LOTNICZYCH
Akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji
Certyfikat Akredytacji Laboratorium Badawczego Nr AB 131

RAPORT Z BADAŃ

Tytuł:

Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.

Numer Raportu:
0168/32/LW/2015/RAP

Ilość stron: 16

Badania wykonano dla:

AT-P AVIATION

Adres: ul. Jugosłowiańska 15 lok. 239, 03-984 Warszawa

Prowadzący badania:

Data: 2015-11-05

.....
mgr inż. A. Tywoniuk

Sprawdził (autoryzował):


Urząd Lotnictwa Cywilnego

.....
mgr inż. R. Harla

Kierownik Laboratorium:

.....
mgr inż. R. Harla

Warszawa, LISTOPAD, 2015

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 2/16

Dotyczy koncesji MSWiA Nie dotyczy koncesji MSWiA

TYTUŁ PRACY:	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.
RODZAJ PRACY:	Badawcza, Raport
ZLECENIODAWCA:	AT-P AVIATION, ul. Jugosłowiańska 15 lok. 239, 03-984 Warszawa
OBIEKT BADAŃ:	Podwozie przednie rys. AT5.42.000.00.0 małego samolotu AT-5
NR ZLECENIA ILOT:	CSWP.51173.01
RAPORT ZAWIERA:	16 stron, 6 tabel, 3 wykresów
DATA ROZPOCZĘCIA	02.09.2013r
DATA ZAKOŃCZENIA	15.05.2015r
SYMBOLE DOKUMENTÓW ZWIĄZANYCH:	Umowa 226/DU/2013/CNT, Książka Prób nr 0168/006/KP/LW/2015, KOB /LW/007/2014, IO.18/LW51, IO.08/LW51, JPB.01/LW, JPB.02/LW, JPB.03/LW, JPB.04/LW, JP.15/LW, JP.17/LW
SŁOWA KLUCZOWE:	samolot hybrydowy TSA, podwozie główne, amortyzator, certyfikacja podwozia, CS-VLA
PLIK:	0168-32-LW-2015-RAP_AT_5_PP.docx
PROWADZĄCY PRACĘ:	mgr inż. A. Tywoniuk
OPRACOWAŁ:	mgr inż. I. Paprzycki
Sprawdził (autoryzował):	mgr inż. R. Harla
WYKONAWCY:	mgr inż. A. Tywoniuk, mgr inż. R. Harla, tech. G. Balcerkiewicz, mgr inż. P. Podsiadło, mgr inż. I. Paprzycki, mgr inż. R. Jakubowski, mgr inż. P. Grygorcewicz, mgr inż. Z. Skorupka, tech. J Pacholski

**WYNIKI BADAŃ PODANE W NINIEJSZYM SPRAWOZDANIU ODNOSZĄ SIĘ WYŁĄCZNIE DO BADANYCH OBIEKTÓW
SPRAWOZDANIE MOŻE BYĆ POWIELANE JEDYNIEM W CAŁOŚCI, PO UZYSKANIU PISEMNEJ ZGODY KIEROWNIKA
KOMÓRKI ORGANIZACYJNEJ**

**DOKUMENT I INFORMACJE W NIM ZAWARTE SĄ OPRACOWANIEM
INSTYTUTU LOTNICTWA I PODLEGAJĄ OCHRONIE PRAWEM AUTORSKIM**


All rights reserved. Disclosure to third parties of this document or any part thereof, or the use any information contained therein for purposes other provided for by this document, is not permitted, except with prior and express written permission.

STRESZCZENIE

W raporcie przedstawiono wyniki prób dynamicznych podwozia przedniego małego samolotu AT-5 nr rys. AT5.42.000.00.0 o masie do lądowania 780 kg na zgodność z przepisami lotniczymi CS-VLA. Próby wykonano na urządzeniach badawczych Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych ILOT.

Celem badań było potwierdzenie pochłaniania energii przez podwozie dla obciążenia energią dopuszczalną i nadmiarową. Próby zrealizowano z udziałem przedstawicieli klienta w uzgodnieniu z jednostką ULC.

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	


	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 3/16

ROZDZIELNIK:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Archiwum LW | Egz. Nr 1 |
| 2. LW | Egz. Nr 2 |
| 3. AT-P AVIATION, ul. Jugosłowiańska 15 lok. 239,
03-984 Warszawa | Egz. Nr 3 |

WYKAZ ZMIAN I UZUPEŁNIEŃ:

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 4/16

SPIS TREŚCI:

str.

1. PRZEDMIOT PRÓB	6
2. PODSTAWA I ZAKRES PRÓB.....	6
3. POMIARY	7
4. WYNIKI PRÓBY.....	8
4.1.SPRAWDZENIE UGIĘCIA STATYCZNEGO PODWOZIA PRZEDNIEGO	9
4.2.SPRAWDZENIE CHARAKTERYSTYKI DYNAMICZNEJ PODWOZIA PRZY LĄDOWANIU Z DOPUSZCZALNĄ PRĘDKOŚCIĄ OPADANIA (ENERGIĄ DOPUSZCZALNĄ) (CS-VLA § 23.723(A), 725)	11
4.3.SPRAWDZENIE CHARAKTERYSTYKI DYNAMICZNEJ PODWOZIA PRZY LĄDOWANIU ENERGIĄ NADMIAROWĄ (CS-VLA § 23.723)	13
5. SPIS DOKUMENTÓW ZWIĄZANYCH	15


Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	



UŻYTE OZNACZENIA:

Oznaczenie	Jednostki	Opis
E_{DOP}	kJ	energia dopuszczalna
Q_K	daN	ciężar masy zrucanej wyznaczony na podstawie CS.23.725 (b)
P_z	daN	siła nośna
V_z	m/s	prędkość lądowania pionowa
V_x	m/s	prędkość lądowania pozioma
U_K	mm	ugięcie kosza
U_A	mm	ugięcie amortyzatora
F_z	kN	reakcja pionowa na płycie zrzutowej
F_x	kN	reakcja pozioma na płycie zrzutowej
φ	[°]	kąt pochylenia „POM” do ziemi
n_a	[-]	współczynnik przeciążenia w SC samolotu, zmierzony przy użyciu akcelerometru
n_p	[-]	współczynnik przeciążenia w SC samolotu, wyznaczony przy użyciu płyty tensometrycznej
P_o	MPa	ciśnienie oleju
P_1	MPa	Ciśnienie ładowania amortyzatora
H	mm	Wysokość zrzutu
P_{OP}	MPa	ciśnienie napełniania opony

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 6/16

1. PRZEDMIOT PRÓB

Przedmiot prób stanowi podwozie przednie nr rys. AT5.42.000.00.0 małego samolotu AT-5 o masie do lądowania 780 kg (ciężarze do lądowania 765,2 daN).

Do prób dostarczono podwozie przednie kpl. rys. AT5.42.000.00.0 w następującej kompletacji (wymieniono główne zespoły i wyroby):

- Goleń amortyzowana rys. AT5.42.100.00.0,
- Zastrzał nr rys. AT5.42.200.00.0,
- Wyrzutnik awaryjny nr rys. AT5.42.300.00.0,
- Siłownik nr rys. AT5.42.400.00.0,
- Koło Beringer RA-002(A),
- Opona Michelin 5.00-5 10PR TL.

Próby koła nie wchodzą w zakres niniejszych badań.
Producentem podwozia jest firma AT-P Aviation.

2. PODSTAWA I ZAKRES PRÓB

Podstawowe dokumenty to:

1. Przepisy lotnicze CS-VLA
2. Dokument „Obciążenia podwozia samolotu AT-5 wg przepisów CS-VLA dla masy startowej 780kg” z dnia 28.03.2014
3. Dokumentacja konstrukcyjna podwozia przedniego samolotu AT-5, nr rys. AT5.42.000.00.0
4. Książka prób pt. „Badania dynamiczne podwozia przedniego do samolotu AT-5” nr 0168/006/KP/LW/2015
5. Dane przekazane przez firmę AT-P Aviation
6. Uzasadnienie do programu prób podwozia przedniego samolotu AT-5 - 0168/11/CNTB/2015/PRG
7. Program prób pt. „Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA”, nr 0168/10/CNTB/2015/PRG

Podstawę wykonania prób stanowiły procedury badawcze:

- | | | |
|------------|---|---|
| JPB.01/LW | – | Sposoby realizacji obciążeń stosowane w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych |
| JPB.02/ LW | – | Podstawowe techniki pomiarowe stosowane w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych |
| JPB.03/ LW | – | Badania statyczne i quasistatyczne kompletnych konstrukcji mechanicznych, ich zespołów lub elementów, bądź fragmentów konstrukcji w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych |
| JPB.04/ LW | – | Badania dynamiczne kompletnych konstrukcji mechanicznych, ich zespołów lub elementów, bądź fragmentów konstrukcji w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych |

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 7/16

- JP.15/ LW – Realizacja badań. Przebieg procesu badawczego w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
- JP.17/LW – Obliczanie niepewności pomiarowych

Celem prób jest wykonanie zrzutów podwozia przedniego nr rys. AT5.42.000.00.0 z energią dopuszczalną oraz nadmiarową w/g wymagań przepisów CS-VLA §723(a) (Shock absorption tests), 725 (Limit drop tests) i 727 (Reserve energy absorption drop tests).

3. POMIARY

Zrzuty podwozia wykonano na młocie 10T - zgodnie z Instrukcją obsługi młota nr IO.08/W51.

Mierzono następujące wielkości:

- Tor pomiaru ciężaru kosza Q_k , za pomocą siłomierza kontrolnego składającego się z przetwornika siły i wzmacniacza pomiarowego (świadcstwo wzorcowania 2486.3-M33-4180-382/13 z dn. 11.07.2013r). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych, względna niepewność pomiaru dla $k=2$ wynosi 0,12 %
- Pomiar siły nośnej P_z , pośrednio poprzez pomiar ciśnienia w odbojach p_{ODB} , za pomocą manometru KFM_510 o zakresie 3MPa (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 18/LW/2013/SPW oraz 16/LW/2014/SPW). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,0004[MPa].
- Tor pomiaru wysokości H zrzutu i ugięcia kosza U_k za pomocą czujnika przemieszczeń liniowych TLM2000 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 9/LW/2014/SPW z dnia 07.08.2014r.). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,78[mm]
- Pomiar prędkości lądowania poziomej V_x , pośrednio za pomocą przetwornika optyczno - impulsowego (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 26/LW/2014/SPW z dn. 16.12.2014r). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,84$ wynosi $\pm 3,62$ [obr/min]
- Pomiar ciśnienia napełniania amortyzatora P_1 , za pomocą manometru o zakresie 10MPa (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 20/LW/2014/SPW z dnia 30.09.2014r) Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k = 2$ wynosi 0,0003[MPa]).
- Pomiar ciśnienia napełniania opony P_{OP} , za pomocą manometru o zakresie 1 MPa (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 19/LW/2013/SPW z dnia 16.09.2013r. oraz 17/LW/2014/SPW z dn. 30.09.2014) Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k = 2$ wynosi 0,0003[MPa]).
- Tor pomiaru siły F_z - za pomocą wagi tensometrycznej stanowiącej płaszczyznę zrzutów podwozia (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 4/LW/2014/SPW z dnia 15.05.2014r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,12[kN].
- Tor pomiaru siły F_x - za pomocą wagi tensometrycznej stanowiącej płaszczyznę zrzutów podwozia (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 5/LW/2014/SPW z dnia 15.05.2014r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,24[kN])

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 8/16

- Tor pomiaru ugięcia amortyzatora U_A , za pomocą przetwornika przemieszczeń liniowych HBM W100 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 1/LW/2015/SPW z dnia 20.02.2015r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,74$ wynosi 0,92[mm])
- Tor pomiaru przyspieszenia n_a , za pomocą przetwornika przyspieszeń MEAS 4810A (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 09/LW/2013/SPW z dn. 08.05.2013r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,03)
- Tor pomiaru ciśnienia oleju p_o , za pomocą przetwornika ciśnienia MPXG200 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 9/LW/2015/SPW z dnia 01.04.2015r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,79$ wynosi 0,05[MPa])
- Tor pomiaru ciśnienia gazu p_a , za pomocą przetwornika ciśnienia MPXG200 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 10/LW/2015/SPW z dnia 01.04.2015r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,87$ wynosi 0,06[MPa])
- Pomiar warunków środowiskowych T, W za pomocą termohigrometru Testo 610 (świadcstwo wzorcowania nr 2865/2013 z dn. 13.11.2013r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,15[°C] 1,2[%])

4. WYNIKI PRÓBY

Wszystkie próby podwozia przedniego opisane w niniejszym raporcie przeprowadzono na egzemplarzu podwozia przedniego kpl. rys. AT5.42.000.00.0 z parametrami przedstawionymi w tabeli 1.

Współczynnik obciążeń n został zmierzony dwoma metodami: z pomiaru reakcji F_z na płycie tensometrycznej (n_p) oraz przy użyciu przetwornika przyspieszeń (n_a) MEAS 4810A i odpowiada współczynnikowi obciążeń n w S.C. samolotu.

W stanowisku badawczym symulowany jest wpływ siły nośnej stąd zmierzone wartości n_p, n_a odpowiadają n liczonemu wg CS-VLA 725(e).

Różnice w wynikach pomiarów współczynników obciążeń n_a oraz n_p wynikają z błędów metod ich wyznaczania: niepewności pomiaru, filtracji sygnału pomiarowego, obliczeń współczynnika z pomiarów trzech wielkości fizycznych (siły F_z , ciężaru masy zrucanej Q_k , siły nośnej P_z). Z tego powodu potwierdzenie spełnienia wymagań CS-VLA wykonano poprzez pomiar współczynnika obciążeń dwoma metodami.

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	


	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 9/16

Tabela 1. Parametry prób pochłaniania energii dopuszczalnej i nadmiarowej podwozia przedniego samolotu AT-5.

Nazwa	Wartość	Jednostka	Numer dokumentu (rozd. 5)
masa samolotu do lądowania	780	kg	2
ciężar samolotu do lądowania	765,2	daN	2
ciężar masy zrzucanej	296,1	daN	CS-VLA 725(b)
prędkość lądowania pionowa (dopuszczalna)	2,67	m/s	2
prędkość lądowania pozioma	36,1	m/s	2
współczynnik przeciążenia przy lądowaniu z prędkością pionową dopuszczalną	3,05		2
ciśnienie napełniania opony	0,3	MPa	4
ugięcie maksymalne opony	80	mm	2
ciśnienie napełniania amortyzatora	0,5	MPa	4
skok maksymalny amortyzatora	206	mm	3
skok maksymalny osi koła	200	mm	2
kąt pochylenia osi amortyzatora	13	°	3
kąt pochylenia „POM” do ziemi przy lądowaniu poziomym	0	°	3

4.1. SPRAWDZENIE UGIĘCIA STATYCZNEGO PODWOZIA PRZEDNIEGO

Próbe wykonano na młocie 10T, zgodnie z Instrukcją obsługi młota nr IO.08/W51. Kompletne podwozie zamocowano na koszu młota do prób dynamicznych poprzez zawieszenie, które ustawia je w położeniu jakie podwozie przybiera przy lądowaniu samolotu z kołem przednim tuż nad ziemią ($\varphi = 0^\circ$).

Amortyzator napełniony był do ciśnienia $P_a = 0,5 \pm 0,05$ MPa.

Oponę napełniono do ciśnienia $P_{OP} = 0,3$ MPa.

Próbe wykonano obciążając podwozie powoli rosnącą siłą F_z , a następnie w taki sam sposób odciążając, rejestrując przy tym ugięcie pionowe kosza U_K oraz ugięcie amortyzatora U_A .

Wyniki sprawdzenia ugięcia statycznego przedstawiono dla ciężaru kosza równego $Q_K = 296,1$ daN na wykresie 1.

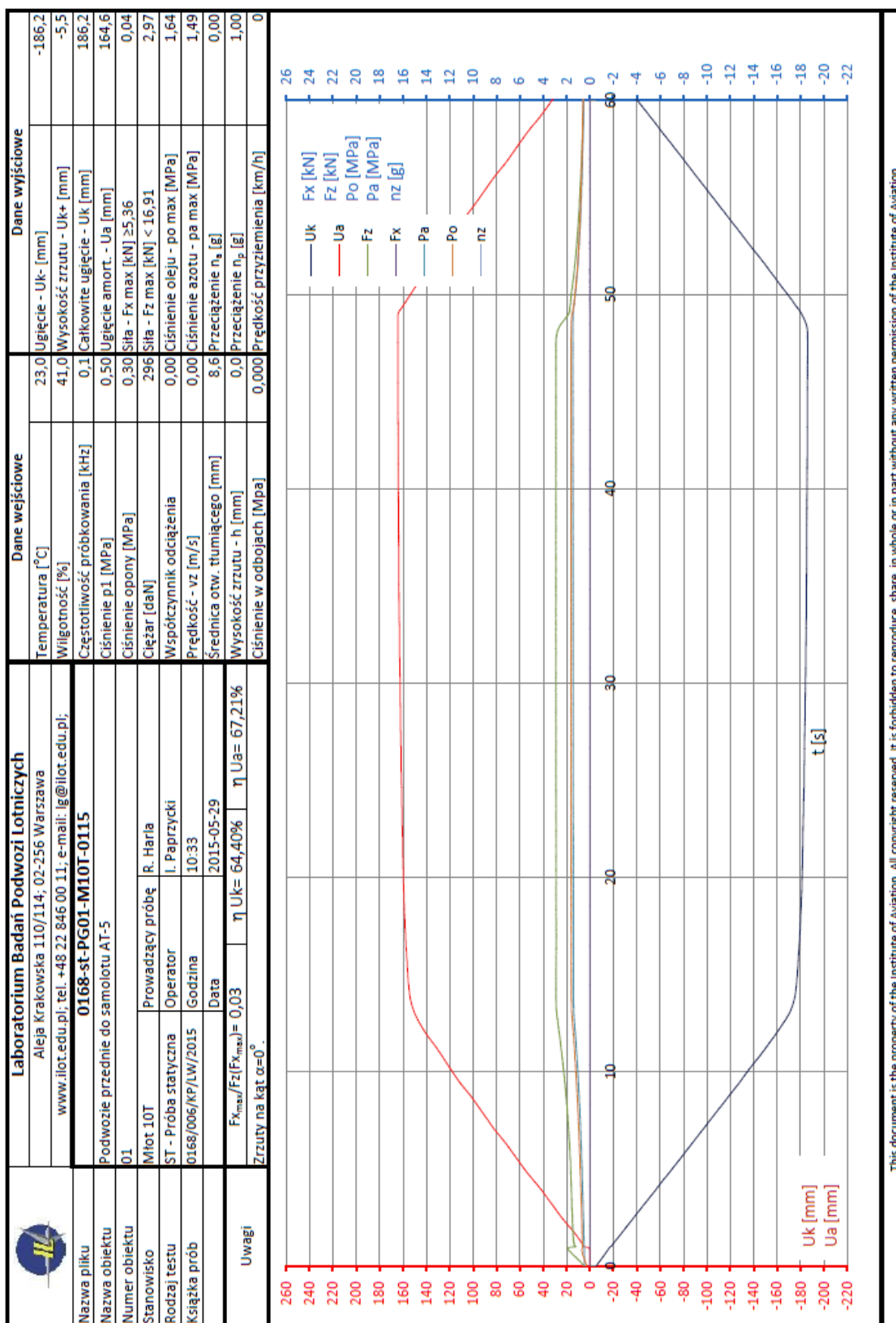
Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	



Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.

Numer dokumentu:
0168/32/LW/2015/RAP

Strona:
10/16




This document is the property of the Institute of Aviation. All copyright reserved. It is forbidden to reproduce, share, in whole or in part without any written permission of the Institute of Aviation.

Wykres 1. Próba ugięcia statycznego podwozia przedniego dla $m_k=296daN$.

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE. OPRAWOWANIE I INFORMACJE W NIM ZAWARTE PODLEGAJĄ OCHRONIE PRAWEM AUTORSKIM. POWIELANIE KOPIOWANIE W JAKIKOLWIEK SPOŚÓB ORAZ UDOSTĘPNIANIE CAŁOŚCI LUB FRAGMENTÓW DOKUMENTU STRONOM TRZECIM, BEZ UZYSKANIA WCZEŚNIEJ PISEMNEJ ZGODY INSTYTUTU LOTNICTWA, JEST ZABRONIONE.

ALL RIGHTS RESERVED. DISCLOSURE TO THIRD PARTIES OF THIS DOCUMENT OR ANY PART THEREOF, OR THE USE OF ANY INFORMATION CONTAINED THEREIN FOR PURPOSES OTHER THEN PROVIDED FOR BY THIS DOCUMENT, IS NOT PERMITTED, EXCEPT WITH PRIOR AND EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF INSTITUTE OF AVIATION.

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 11/16

4.2. SPRAWDZENIE CHARAKTERYSTYKI DYNAMICZNEJ PODWOZIA PRZY LĄDOWANIU Z DOPUSZCZALNĄ PRĘDKOŚCIĄ OPADANIA (ENERGIĄ DOPUSZCZALNĄ) (CS-VLA § 23.723(A), 725)

Próbkę wykonano na młocie 10T, zgodnie z Instrukcją obsługi młota nr IO.08/W51.

Podwozie zamocowano na koszu młota w położeniu jakie przyjmuje ono przy lądowaniu poziomym samolotu, z kołem przednim tuż nad ziemią ($\varphi=0^\circ$, płaszczyzna pozioma montażowa samolotu równoległa do ziemi).

Wykonano zrzuty podwozia z rozkręconym kołem do prędkości obwodowej V_x , na poziomą płaszczyznę oporową płyty pomiarowej.

Tabela 2. Parametry próby zrzutu z energią dopuszczalną.

Nazwa	Symbol	Wartość	Jednostka	Numer dokumentu (rozdz.. 5)
ciężar masy zrucanej	Q_K	296,1	daN	CS-VLA 725(b)
siła nośna	P_z	197,5	daN	CS-VLA 725(b)
prędkość lądowania pionowa	$V_z=W_N$	2,67	m/s	2
prędkość lądowania pozioma	V_x	36,1	m/s	2
współczynnik tarcia między oponą, a płaszczyznę oporową	μ	min 0,8		CS.23.479(b)

Wyniki zrzutu podwozia przedniego samolotu AT-5 z energią dopuszczalną przedstawiono w tabeli Tabela 3 oraz na wykresie 2.

Tabela 3. Parametry zarejestrowane podczas próby zrzutu podwozia przedniego samolotu AT-5 z energią dopuszczalną.

Wyniki zrzutów						
F_z	F_x	U_K	U_A	n_p	n_a	Nr wyk.
kN	kN	mm	mm	-	-	-
6,28	1,90	228,5	185,7	2,79	2,89	2

Tabela 4 Porównanie teoretycznego współczynnika n wyznaczonego w obliczeniach obciążeń od ziemi (poz. 7 pkt. 5) i zmierzonego n podczas próby (za CS-VLA 725(f)).

n	n_p	n_a
-	-	-
3,05	2,79	2,89

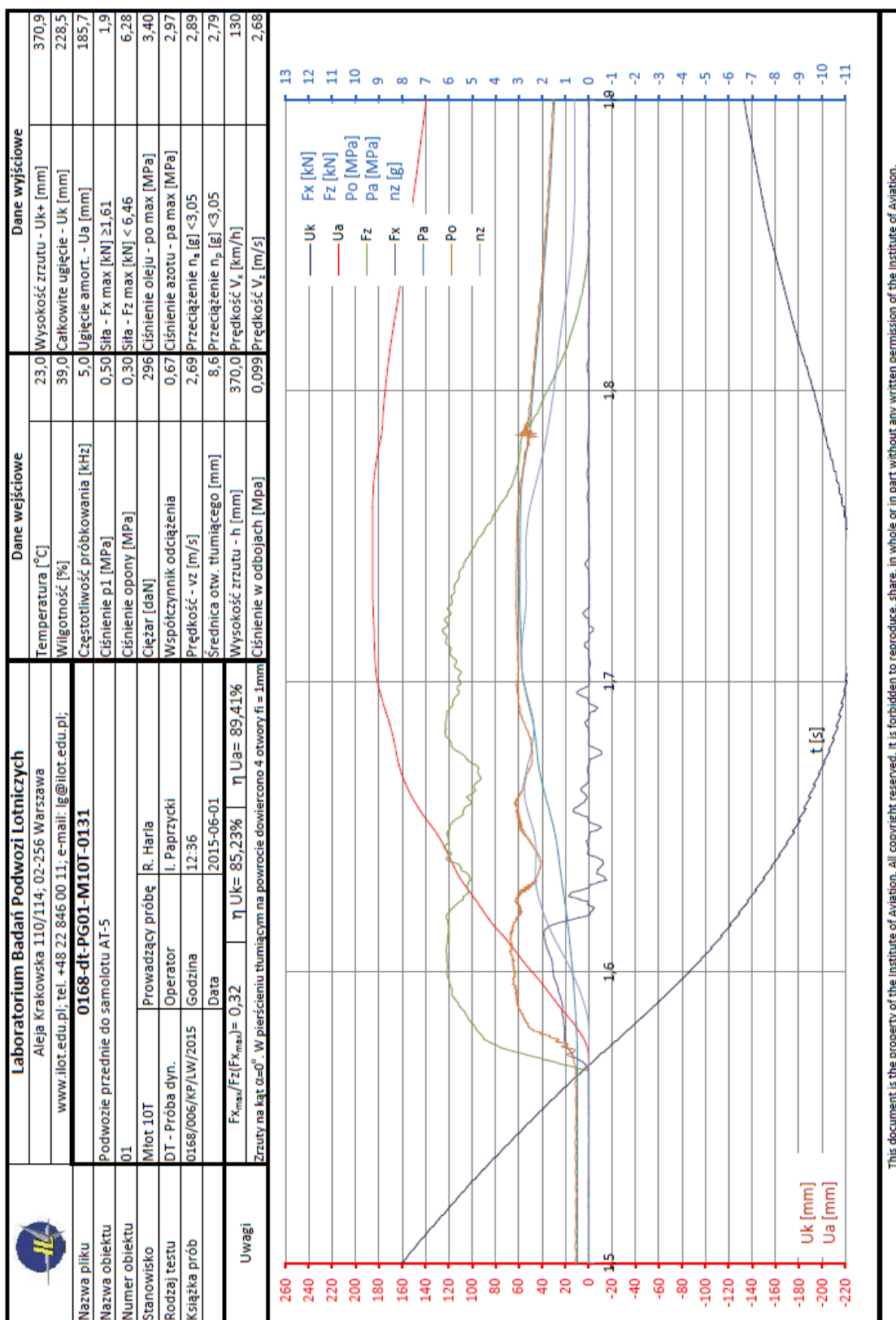
Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	



Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.

Numer dokumentu:
0168/32/LW/2015/RAP

Strona:
12/16




This document is the property of the Institute of Aviation. All copyright reserved. It is forbidden to reproduce, share, in whole or in part without any written permission of the Institute of Aviation.

Wykres 2. Zrzut podwozia przedniego samolotu AT-5 z energią dopuszczalną, lądowanie poziome $\varphi=0^\circ$.

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE. OPACOWANIE I INFORMACJE W NIM ZAWARTE PODLEGAJĄ OCHRONIE PRAWEM AUTORSKIM. POWIELANIE KOPIOWANIE W JAKIKOLWIEK SPOŚOB ORAZ UDOSTĘPNIANIE CAŁOŚCI LUB FRAGMENTÓW DOKUMENTU STRONOM TRZECIM, BEZ UZYSKANIA WCZEŚNIEJ PISEMNEJ ZGODY INSTYTUTU LOTNICTWA, JEST ZABRONIONE.

ALL RIGHTS RESERVED. DISCLOSURE TO THIRD PARTIES OF THIS DOCUMENT OR ANY PART THEREOF, OR THE USE OF ANY INFORMATION CONTAINED THEREIN FOR PURPOSES OTHER THAN PROVIDED FOR BY THIS DOCUMENT, IS NOT PERMITTED, EXCEPT WITH PRIOR AND EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF INSTITUTE OF AVIATION.

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 13/16

Po zakończeniu prób dokonano przeglądu technicznego podwozia przedniego. Stwierdzono brak odkształceń i uszkodzeń. Wykonano pomiar kontrolny przed i po próbach.

4.3. SPRAWDZENIE CHARAKTERYSTYKI DYNAMICZNEJ PODWOZIA PRZY LĄDOWANIU ENERGIĄ NADMIAROWĄ (CS-VLA § 23.723)

Próby wykonano na młocie 10T, zgodnie z Instrukcją obsługi młota nr IO.08/W51. Podwozie zamocowano na koszu młota w położeniu jakie przyjmuje ono przy lądowaniu poziomym samolotu, z kołem przednim tuż nad ziemią ($\varphi=0^{\circ}$, płaszczyzna pozioma montażowa samolotu równoległa do ziemi).

Wykonano zrzuty podwozia z rozkręconym kołem do prędkości obwodowej V_x , na poziomą płaszczyznę oporową płyty pomiarowej.

Tabela 5. Parametry próby zrzutu z energią nadmiarową.

Nazwa	Symbol	Wartość	Jednostka	Numer dokumentu (rozdz. 5)
ciężar masy zrzucanej	Q_K	296,1	daN	CS-VLA 725(b)
siła nośna	P_z	296,1	daN	CS-VLA 723(b)
prędkość lądowania pionowa	$V_z=W_L$	3,2	m/s	CS-VLA 723(b)
prędkość lądowania pozioma	V_x	36,1	m/s	2
współczynnik tarcia między oponą, a płaszczyznę oporową	μ	min 0,8		CS-23.479(b)

Wyniki zrzutu podwozia przedniego samolotu AT-5 z energią nadmiarową przedstawiono w tabeli Tabela 6 oraz na wykresie 3.

Tabela 6. Parametry zarejestrowane podczas próby zrzutu podwozia przedniego samolotu AT-5 z energią nadmiarową.

Wyniki zrzutów						
F_z	F_x	U_K	U_A	n_p	n_a	Nr wyk.
kN	kN	mm	mm	-	-	-
7,52	2,30	230,7	185,8	3,21	3,37	3

Po zakończeniu prób dokonano przeglądu technicznego podwozia przedniego. Stwierdzono brak odkształceń trwałych i uszkodzeń. Podwozie zachowało pełną funkcjonalność (zgodnie z CS-VLA 723(b)).

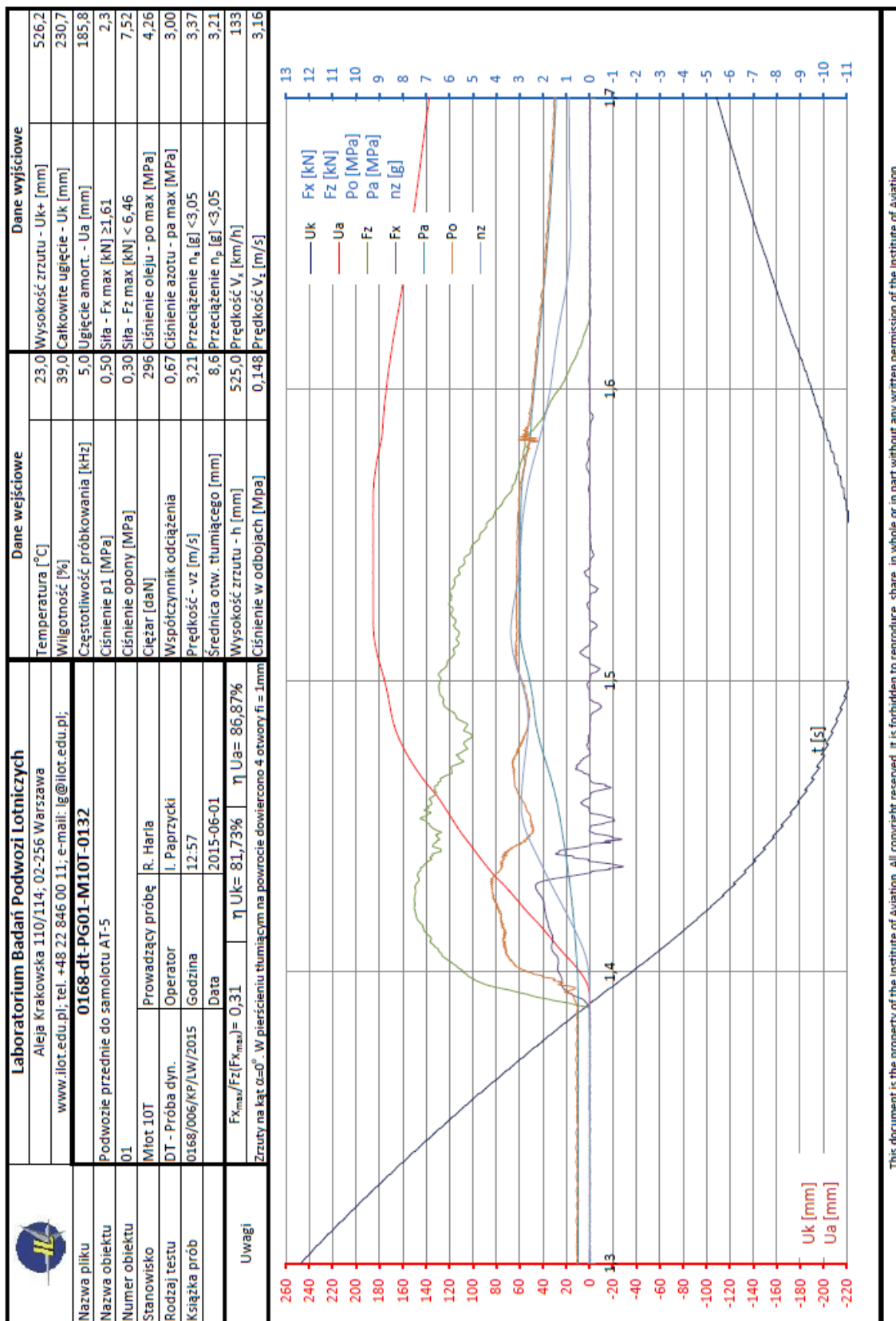
Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	



Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.

Numer dokumentu:
0168/32/LW/2015/RAP

Strona:
14/16



This document is the property of the Institute of Aviation. All copyright reserved. It is forbidden to reproduce, share, in whole or in part without any written permission of the Institute of Aviation.

Wykres 3. Zrzut podwozia przedniego samolotu AT-5 z energią nadmiarową, lądowanie poziome $\varphi=0^\circ$.

Opracował	Data	Sprawił	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE. OPRAWOWANIE I INFORMACJE W NIM ZAWARTE PODLEGAJĄ OCHRONIE PRAWEM AUTORSKIM. POWIELANIE KOPIOWANIE W JAKIKOLWIEK SPOŚÓB ORAZ UDOSTĘPNIANIE CAŁOŚCI LUB FRAGMENTÓW DOKUMENTU STRONOM TRZECIM, BEZ UZYSKANIA WCZEŚNIEJ PISEMNEJ ZGODY INSTYTUTU LOTNICTWA, JEST ZABRONIONE.

ALL RIGHTS RESERVED. DISCLOSURE TO THIRD PARTIES OF THIS DOCUMENT OR ANY PART THEREOF, OR THE USE OF ANY INFORMATION CONTAINED THEREIN FOR PURPOSES OTHER THAN PROVIDED FOR BY THIS DOCUMENT, IS NOT PERMITTED, EXCEPT WITH PRIOR AND EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF INSTITUTE OF AVIATION.



5. SPIS DOKUMENTÓW ZWIĄZANYCH

1) Procedury badawcze:

- JPB.01/ LW – Sposoby realizacji obciążeń stosowane w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
- JPB.02/ LW – Podstawowe techniki pomiarowe stosowane w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
- JPB.03/ LW – Badania statyczne i quasistatyczne kompletnych konstrukcji mechanicznych, ich zespołów lub elementów, bądź fragmentów konstrukcji w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
- JPB.04/ LW – Badania dynamiczne kompletnych konstrukcji mechanicznych, ich zespołów lub elementów, bądź fragmentów konstrukcji w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
- JP.15/ LW – Realizacja badań. Przebieg procesu badawczego w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
- JP.17/LW – Obliczanie niepewności pomiarowych

2) Instrukcja Obsługi Prasa 40/20T nr IO.18/LW51

3) Instrukcja Obsługi Młota 10T nr IO.08/LW51

4) Protokoły sprawdzeń/wzorcowań wewnętrznych:

- Tor pomiaru ciężaru kosza Q_k , za pomocą siłomierza kontrolnego składającego się z przetwornika siły i wzmacniacza pomiarowego (świadczenie wzorcowania 2486.3-M33-4180-382/13 z dn. 11.07.2013r). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych, względna niepewność pomiaru dla $k=2$ wynosi 0,12 %
- Pomiar siły nośnej P_z , pośrednio poprzez pomiar ciśnienia w odbojach pODB, za pomocą manometru KFM_510 o zakresie 3MPa (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 18/LW/2013/SPW oraz 16/LW/2014/SPW). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,0004[MPa].
- Tor pomiaru wysokości H zrzutu i ugięcia kosza U_k za pomocą czujnika przemieszczeń liniowych TLM2000 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 9/LW/2014/SPW z dnia 07.08.2014r.). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,78[mm]
- Pomiar prędkości lądowania poziomej V_x , pośrednio za pomocą przetwornika optyczno - impulsowego (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 26/LW/2014/SPW z dn. 16.12.2014r). Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,84$ wynosi $\pm 3,62$ [obr/min]
- Pomiar ciśnienia napełniania amortyzatora P_1 , za pomocą manometru o zakresie 10MPa (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 20/LW/2014/SPW z dnia 30.09.2014r) Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k = 2$ wynosi 0,0003[MPa]).
- Pomiar ciśnienia napełniania opony P_{OP} , za pomocą manometru o zakresie 1 MPa (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 19/LW/2013/SPW z dnia 16.09.2013r. oraz 17/LW/2014/SPW z dn. 30.09.2014) Niepewność

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	

	Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA.	Numer dokumentu: 0168/32/LW/2015/RAP
		Strona: 16/16

- pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k = 2$ wynosi 0,0003[MPa]).
- Tor pomiaru siły F_z - za pomocą wagi tensometrycznej stanowiącej płaszczyznę zrzutów podwozia (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 4/LW/2014/SPW z dnia 15.05.2014r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,12[kN]).
- Tor pomiaru siły F_x - za pomocą wagi tensometrycznej stanowiącej płaszczyznę zrzutów podwozia (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 5/LW/2014/SPW z dnia 15.05.2014r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,24[kN])
- Tor pomiaru ugięcia amortyzatora U_A , za pomocą przetwornika przemieszczeń liniowych HBM W100 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 1/LW/2015/SPW z dnia 20.02.2015r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,74$ wynosi 0,92[mm])
- Tor pomiaru przyspieszenia n_a , za pomocą przetwornika przyspieszeń MEAS 4810A (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 09/LW/2013/SPW z dn. 08.05.2013r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,03)
- Tor pomiaru ciśnienia oleju p_o , za pomocą przetwornika ciśnienia MPXG200 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 9/LW/2015/SPW z dnia 01.04.2015r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,79$ wynosi 0,05[MPa])
- Tor pomiaru ciśnienia gazu p_a , za pomocą przetwornika ciśnienia MPXG200 (protokół wzorcowania wewnętrznego nr 10/LW/2015/SPW z dnia 01.04.2015r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=1,87$ wynosi 0,06[MPa])
- Pomiar warunków środowiskowych T, W za pomocą termohigrometru Testo 610 (świadectwo wzorcowania nr 2865/2013 z dn. 13.11.2013r. Niepewność pojedynczego pomiaru wielkości wynikowych dla $k=2$ wynosi 0,15[oC] 1,2[%])

5) Program prób pt. „Wykonanie próby zrzutowej z energią dopuszczalną i nadmiarową podwozia przedniego nr. AT5.42.000.00.0 do samolotu AT-5, na zgodność z przepisami CS-VLA”, nr 0168/10/CNTB/2015/PRG

6) Przepisy lotnicze CS-VLA

7) Dokument „Obciążenia podwozia samolotu AT-5 wg przepisów CS-VLA dla masy startowej 780kg” z dnia 28.03.2014

8) Dokumentacja konstrukcyjna podwozia przedniego samolotu AT-5, nr rys. AT5.42.000.00.0

9) Książka prób pt. „Badania dynamiczne podwozia przedniego do samolotu AT-5” nr 0168/006/KP/LW/2015

10) Dane przekazane przez firmę AT-P Aviation

11) Uzasadnienie do programu prób podwozia przedniego samolotu AT-5 - 0168/11/CNTB/2015/PRG

12) Umowa nr 226/DU/2013/CNT.

KONIEC

Opracował	Data	Sprawdził	Data	Instytut Lotnictwa Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych
	11.2015		11.2015	