

Evidenční číslo: CZ-22-1373

Výtisk č.: 1
Počet listů: 8
Počet listů příloh: 0

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

o odborném šetření příčin vážného incidentu.

Datum, čas: 29. 4. 2022, 13:45 SELČ

Místo: Letiště Frýdlant

Typ: Ellipse Spirit

Poznávací značka: D – MKGE

Informativní přehled:

Při vzletu na dráze 26 letiště Frýdlant došlo ve fázi rozjezdu po vjetí do rozmoklého terénu k zasunutí přední podvozkové nohy s následným poškozením vrtule a krytu motoru.

Složení komise:

Předseda komise: Zdeněk Doubek, hlavní inspektor provozu ULL a ULK LAA ČR

Členové komise: Ing. Petr Chvojka, inspektor techniky ULL LAA ČR

Ing. Jan Špaček, inspektor provozu ULL LAA ČR

Závěrečná zpráva, zjištění a závěry v ní uvedené, týkající se leteckých nehod a incidentů, eventuálně systémových nedostatků ohrožujících provozní bezpečnost, mají pouze informativní charakter a nemohou být použity jinak než jako doporučení pro realizaci opatření, která by zabránila vzniku dalších leteckých nehod a incidentů s obdobnými příčinami. Zhotovitel závěrečné zprávy výslovně prohlašuje, že závěrečná zpráva nemůže být použita pro stanovení viny či odpovědnosti v souvislosti s určením příčin letecké nehody či incidentu a nemůže být použita ani pro uplatnění nároků v případě vzniku pojistné události.

1. ODBORNÉ ŠETŘENÍ

1.1 Průběh letu a události

Pilot UL letounu prováděl vzlet z letiště Frýdlant nad Ostravicí na dráze 26. Po ujetí cca 250 m při rychlosti cca 80 km/h bez nadzvednutí předního kola došlo v rozmoklém terénu k boření podvozku do povrchu dráhy. Zvýšené namáhání způsobilo destrukci zlamovací vzpěry, následovalo zasunutí přední podvozkové nohy, poškození vrtule a přední části trupu.

1.2 Zranění osob

Bez zranění.

1.3. Poškození SLZ

Zničená vrtule, poškozený spodní kryt motoru, poškozená dvířka zavíracího podvozku, zlomená vzpěra předního podvozku.



Obr. č. 1 – Poškození předového podvozku UL letounu

1.4. Ostatní škody

Nebyly hlášeny.

1.5. Informace o posádce

Pilot: věk 42 let, cizí státní příslušník

Pilotní průkaz č. DAeC-A 29876-12, vydán 10. 5. 2012,

Celkový nálet 56,8 hodin (na uvedeném typu UL letounu)

Zdravotní způsobilost: třída 2 / LAPL, platná od 12.10.2021 do 11.10.2023

Další osoba na palubě: muž, cizí státní příslušník, věk 51 let, pilot ULL

1.6. Informace o SLZ

Typ: Ellipse Spirit RG, výrobní číslo: ES-53/20

Rok výroby: 2020

Výrobce: Ellipse Aero s.r.o., U Hellady 697/4, 140 00 Praha 4

Celkový nálet UL letounu: 56,8 hodin

Motor: ROTAX 912 iS 3

Vrtule: MTV-33-1-A/175-200

Technický průkaz: platný od 6. 4. 2022

Pojištění SLZ: číslo pojistky H54/16 941 693, platné od 1. 1. 2022 do 1. 1. 2023

Majitel: Kontest GmbH, Německo

1.7. Meteorologická situace

Vítr 2 m/s ze směru 260°, CAVOK.

1.8. Radionavigační prostředky

Nebyly použity.

1.9. Spojovací služba

Nebyla použita.

1.10. Informace o letišti

Stav dráhy letiště Frýdlant měl vliv na vznik vážného incidentu.

V době události byl na letišti LKFR vydán NOTAM na sníženou únosnost RWY z důvodu podmáčení a vzlety a přistání doporučeny provádět na severním okraji RWY.

1.11. Letové zapisovače

V UL letounu byl instalován přístroj Kanardia Nesis zaznamenávající provozní hodnoty s intervalem záznamu 1 sec.

1.12. Popis místa vážného incidentu

Místo znatelné stopy boření předního kola UL letounu do rozměklého terénu bylo cca 250 m od začátku dráhy 26, poté došlo k destrukci zlamovací vzpěry a zasunutí přední podvozkové nohy během dalších cca 50 m dopředného pohybu, kdy UL letoun zachytil vrtulí a dopadl přední částí trupu na zem.



Obr. č. 2 – Stopy podvozku a záseky vrtule v rozmoklé travnaté dráze

1.13. Lékařské a patologické nálezy

Nebylo třeba provádět.

1.14. Požár

Nevznikl.

1.15. Pátrání a záchrana

Nebylo třeba provádět.

1.16. Testy a výzkumy

Při testu materiálu zlomovací vzpěry byly ověřovány dva vzorky, které z ní byly odebrány. Bylo ověřeno, že první vzorek má pevnost 760 MPa a druhý vzorek 570 MPa. Minimální uváděná pevnost použité oceli tř. 15130.1 je 669 MPa. Druhý vzorek tedy vykázal pevnost o cca 15 % menší, zatímco první vzorek o cca 14 % vyšší než minimální normová hodnota. Konstrukce podvozku byla navržena a odzkoušena na provozní i početní zatížení, kde při početním zatížení je bezpečnostní rezerva 50 %. Při namáhání v rozsahu provozních zatížení nemá pokles pevnosti použitého materiálu o 15 % vliv na normální provoz.

Stav letounu těsně před poruchou.

V následující tabulce jsou uvedené hodnoty zaznamenané přístrojem Kanardia Nesis v místě na předchozím obrázku označeném „Měkká část RWY“ (sloupec 1) a „Kontakt vrtule se zemí“ (sloupec 2).

	Měkká část RWY	Kontakt vrtule se zemí	
Ujetá vzdálenost	242	267	[m]
Rychlost (ground speed) dle gps	79	81	[km/h]
Indikovaná rychlost	77	77	[km/h]
Otáčky motoru	5690	2500	[ot/min]
Plnicí tlak motoru	0,95	0,98	[at]
Podélný sklon letadla	-2,8	-24	[°]

Ze záznamu je patrné, že motor v průběhu vzletu fungoval normálně a byly dosaženy obvyklé hodnoty pro rozjezd letounu.

Ze záznamu Kanardia Nesis je dále patrné, že po celou dobu rozjezdu měl letoun přibližně konstantní podélný sklón, okolo -3° . Z toho lze usuzovat, že po celou dobu nedošlo k odlehčení příďového kola.

Přibližný výpočet zatížení příďového kola při poruše.

Pro přibližný výpočet zatížení kola byly použity hodnoty rychlosti a polohy změřené přístrojem Kanardia Nesis v posledních dvou intervalech před kontaktem vrtule se zemí. Poslední úsek „1“ byl použit pro vlastní výpočet zatížení a předposlední „2“ pro kontrolu naměřených údajů.

Hodnoty použité pro výpočet jsou uvedeny v následující tabulce.

	Úsek 1	Úsek 2	
Délka úseku	24	21,5	[m]
Doba projetí úseku	1	1	[s]
Průměrná rychlost v úseku (vypočteno z délky a času)	24	21,5	[m/s]
Průměrná rychlost dle Nesis (měřeno v krajních bodech úseku)	22,22	21,53	[m/s]

Z tabulky je zřejmé, že zatímco v kontrolním úseku 2 rychlost vypočtená odpovídá rychlosti změřené, tak v úseku 1 je rychlost vypočtená o 1,78m/s vyšší než naměřená. To odpovídá tomu, že v průběhu průjezdu úsekem 1 došlo ke skokovému zpomalení při vjezdu do měkké části RWY.

Pro účely následujícího výpočtu bude zpomalení uvažováno jako 1,78m/s i když pro dosažení rozdílu ve vypočtené a změřené rychlosti by muselo být větší.

Výpočet zatížení podvozku je uveden v následující tabulce:

Dráha pro zpomalení (viz obrázek vyjeté koleje)	s	2	[m]
Rychlost, ze které došlo ke zpomalení	V_0	24	[m/s]
Doba zpomalování	t	0,83	[s]
Zpomalení na rychlost	V_1	22,2	[m/s]
Zpomalení $a = \frac{v_0 - v_1}{t} = \frac{24 - 22,2}{0,83}$	a	21,47	[m/s ²]
Hmotnost letounu	m	600	[kg]
Brzdná síla $F = m \cdot a = 600 \cdot 21,47$	F	12880	[N]
Síla na kolo při rovnoměrném rozložení	F_k	4293	[N]

Z výše vypočtených hodnot brzdné síly je vidět, že i při rovnoměrném rozložení síly (všechna kola stejně) je dosaženo síly 4293 N což je 437,7 kg.

Už tato síla překračuje jak požadované provozní (266,8 kg), tak početní (400,2 kg) zatížení příďové nohy. Podle hloubky kolejí lze předpokládat, že zatížení příďové nohy, bylo vlivem klopného momentu, způsobeného brzdícím účinkem měkké RWY, vyšší než u kol hlavního podvozku.

Zlamovací vzpěra.

Zavření příďového podvozku bylo způsobeno poruchou zlamovací vzpěry, která nevydržela namáhání při průjezdu měkkým terénem. Došlo k ohnutí vzpěry a jejímu prolomení na opačnou stranu, než při zavírání podvozku.



Obr. 3 – Zlamovací vzpěra předového podvozku

Rozměry vzpěry a průměry použitých trubek odpovídají výkresové dokumentaci a vzorku, na kterém byla provedena pevnostní zkouška.

Ze zlamovací vzpěry byly odebrány vzorky pro zkoušku pevnosti materiálu. Změřená pevnost prvního vzorku byla 760MPa, pevnost druhého vzorku byla 570MPa. Minimální pevnost pro předepsaný materiál ocel 15130.1 je 669MPa. To znamená, že část vzpěry byla vyrobena z materiálu s pevností o 15% nižší, než je předepsáno ve výkresové dokumentaci.

Závěr

Z uvedených skutečností vyplývá, že k poruše předové nohy (zlamovací vzpěry) došlo při rychlosti přibližně 80 km/h po ujetí 260 m při plném výkonu motoru. Ze záznamu lze usuzovat, že při rozjezdu nedošlo k nadzvednutí předového kola, jak je při vzletu obvyklé. To prodloužilo délku vzletu (obvyklá délka dle letových zkoušek 190 – 220 m) a vedlo k nadměrnému namáhání předové nohy při vjetí do měkké části RWY.

K poruše mohla přispět snížená pevnost materiálu zlamovací vzpěry, která byla na jednom ze vzorků o 15 % nižší, než je požadovaná normou pro materiál 15130.1. Nicméně, snížená pevnost byla prokázána pouze na jednom vzorku z poškozené vzpěry, zatímco ostatní vzorky vykazovaly pevnost o 13,6 % vyšší, než je požadavek normy. Během pevnostní zkoušky předového podvozku bylo zjištěno, že zlamovací vzpěra je schopna bez trvalé deformace vydržet zatížení 1,5krát vyšší, než je maximální provozní zatížení. To znamená, že při zkoušce nebylo dosaženo ani meze kluzu materiálu vzpěry (436MPa). Z toho vyplývá, že rezerva pevnosti vzpěry, vztažená k provoznímu zatížení, je výrazně vyšší než snížení pevnosti kontrolovaného vzorku. Proto lze předpokládat, že síla působící na nohu podvozku při nehodě výrazně překročila vypočtené provozní zatížení, na které byla konstruována.

Z přibližného výpočtu zatížení předové nohy vyplývá, že bylo překročeno jak provozní zatížení, tak početní zatížení, pro které byl díl navržen a vyzkoušen.

Byl vyhodnocen záznam ze zařízení Kanardie Nesis, kde byly kromě jiného zjištěny přesné hodnoty rychlosti, hodnoty sklonu podélné osy UL letounu a otáčky motoru. Ze záznamu vyplývá, že pilot ujel na plném plynu cca 250 m až do rychlosti cca 80 km/h bez nadzvednutí předního kola, kdy vlivem sklonu dráhy a vjetí do rozmoklého povrchu došlo k boření předního kola do povrchu dráhy. Toto způsobilo enormně zvýšené namáhání předního podvozku překračující provozní i početní hodnoty a v konečném důsledku to vedlo k destrukci zlamovací vzpěry podvozku a zaklopení přední nohy zatahovacího podvozku.

1.17. Doplnující informace

Zápis o vážném incidentu a vyhodnocení záznamu z Kanardie Nesis

Zaznamenané hodnoty při rozjezdu letadla

Výběr důležitých hodnot ze záznamu přístroje Kanardia Nesis je uveden v následující tabulce. Žlutě je zvýrazněn řádek se záznamem, při kterém došlo ke kontaktu vrtule se zemí.

Date	Time	Lat	Lon	Alt-GPS	IAS	GS	Pitch	OAT	GPS-sat	MAP	Engine-RPM	Oil-press	Fuel-press	Oil-t.	Water-t.	Fuel-level-1	Fuel-level-2	Fuel-flow	Current	Voltage
29.04.22	11:32:00	49.5900764	18.3846473	440	:0	11	-2.1	:15	10	0.50	3170	4.08	2.58	69	70	44	35	4.5	3.5	13.8
29.04.22	11:32:01	49.5900955	18.3846359	440	:0	11	-1.4	:15	10	0.50	3190	4.08	2.60	69	70	44	35	4.5	3.5	13.8
29.04.22	11:32:02	49.5901108	18.3846187	440	:0	11	-1.4	:15	10	0.51	3230	4.08	2.58	69	70	44	35	5.0	3.5	13.8
29.04.22	11:32:03	49.5901222	18.3845958	440	:0	11	-3.5	:15	10	0.83	4660	4.40	2.90	70	70	44	35	16.5	2.0	13.8
29.04.22	11:32:04	49.5901222	18.3845729	440	:0	13	-2.1	:15	10	0.91	5340	4.68	2.98	70	70	45	35	19.0	3.5	13.7
29.04.22	11:32:05	49.5901222	18.3845424	440	:0	14	-2.1	:15	10	0.94	5410	4.72	2.98	70	70	45	35	20.0	4.0	13.7
29.04.22	11:32:06	49.5901222	18.3844299	440	:27	20	-4.2	:15	10	0.94	5610	4.68	2.98	70	70	45	35	23.5	4.0	13.7
29.04.22	11:32:07	49.5901222	18.3842811	440	:29	25	-2.1	:15	10	0.94	5610	4.72	2.98	70	70	45	35	25.0	3.5	13.8
29.04.22	11:32:08	49.5901222	18.3841304	440	:29	31	-2.1	:15	10	0.94	5630	4.68	2.98	70	70	45	35	26.0	3.5	13.7
29.04.22	11:32:09	49.5901108	18.3839740	440	:36	38	-2.8	:15	10	0.94	5620	4.68	2.96	70	70	45	35	26.0	2.0	13.7
29.04.22	11:32:10	49.5900955	18.3837967	440	:40	43	-3.5	:15	10	0.94	5630	4.72	2.98	70	70	45	35	26.0	4.0	13.7
29.04.22	11:32:11	49.5900764	18.3835849	440	:49	49	-2.8	:15	10	0.94	5630	4.68	2.98	70	70	45	35	26.0	4.0	13.7
29.04.22	11:32:12	49.5900535	18.3832435	440	:56	54	-2.8	:15	10	0.94	5640	4.72	2.98	70	70	45	35	26.5	4.0	13.7
29.04.22	11:32:13	49.5900345	18.3829822	440	:61	59	-2.8	:15	10	0.94	5650	4.68	2.96	70	70	45	35	26.5	4.0	13.7
29.04.22	11:32:14	49.5900192	18.3827018	440	:65	65	-2.1	:15	10	0.95	5670	4.76	2.98	70	70	45	35	26.5	4.0	13.7
29.04.22	11:32:15	49.5900001	18.3824119	440	:65	68	-3.5	:15	10	0.95	5670	4.76	3.00	70	70	45	35	26.5	4.0	13.8
29.04.22	11:32:16	49.5899811	18.3821373	440	:68	72	-3.5	:15	10	0.95	5670	4.64	3.00	71	71	45	35	26.5	3.5	13.7
29.04.22	11:32:17	49.5899658	18.3818359	440	:68	74	-2.8	:15	10	0.95	5680	4.72	3.00	71	71	45	35	27.0	4.0	13.7
29.04.22	11:32:18	49.5899429	18.3815307	435	:72	76	-2.8	:15	10	0.95	5690	4.64	3.00	71	71	45	35	27.0	4.0	13.8
29.04.22	11:32:19	49.5899276	18.3812255	435	:77	79	-2.8	:15	10	0.95	5690	4.64	2.98	71	71	45	35	27.0	4.0	13.7
29.04.22	11:32:20	49.5899086	18.3808784	435	:77	81	-24.0	:15	10	0.98	2500	2.16	2.60	71	71	45	35	9.5	-7.0	6.5
29.04.22	11:32:21	49.5898971	18.3806018	435	:61	58	-26.1	:15	10	0.98	0	2.16	2.62	71	71	45	35	9.5	-11.5	6.5
29.04.22	11:32:22	49.5898971	18.3803901	435	:49	40	-26.1	:15	10	0.98	0	2.16	2.64	71	71	45	35	9.5	-7.5	6.5
29.04.22	11:32:23	49.5898971	18.3802318	435	:36	40	-25.4	:15	10	0.98	0	2.16	2.66	71	71	45	35	9.5	-7.5	6.5
29.04.22	11:32:24	49.5898971	18.3801231	435	:0	23	-26.8	:15	10	0.98	0	2.16	2.68	71	71	45	35	9.5	-7.0	6.5
29.04.22	11:32:25	49.5898971	18.3801231	435	:0	7	-26.1	:15	10	0.98	0	2.16	2.70	71	71	45	35	9.5	-7.5	6.5
29.04.22	11:32:26	49.5898971	18.3801231	435	:0	7	-26.1	:15	10	0.98	0	2.16	2.72	71	71	45	35	9.5	-10.0	6.5

Trajektorie letadla s vyznačenými významnými body:

Body, kterými je zvýrazněna trajektorie letadla odpovídají zaznamenaným polohám z přístroje Kanardia Nesis. Poloha měkké části RWY byla určena pomocí souřadnic zaznamenaných spolu s pořízením fotografie kolejí vyjetých letadlem.



Obr. 4 – Pohyb UL letounu po RWY

2. ROZBORY

Pilot měl platný pilotní průkaz vydaný DAeC.

Pilot měl platné osvědčení o zdravotní způsobilosti třídy 2/LAPL.

Technický stav UL letounu neměl vliv na vznik vážného incidentu.

Technický průkaz UL letounu byl platný.

Zákonné pojištění bylo platné.

Meteorologická situace neměla vliv na vznik vážného incidentu.

V době vážného incidentu byl na letišti LKFR vydán NOTAM na sníženou únosnost dráhy, vzlety a přistání doporučeny provádět na severním okraji dráhy.

Pilot provedl vzlet přibližně uprostřed dráhy, v závěrečné fázi rozjezdu se znatelnou stopou zaboření předního kola do rozměklého terénu.

Letová příručka UL letounu Ellipse Spirit uvádí rychlost pro nadzdvihnutí předního podvozku při vzletu 65 km/hod.

3. ZÁVĚR

Hlavní příčina

Hlavní příčinou vážného incidentu byla chybná pilotáž - neodlehčení kola předového podvozku během vzletu, při kterém došlo k poruše předového podvozku způsobené jeho nadměrným namáháním.

Spolupůsobící příčiny

Provedení rozjezdu na části dráhy se sníženou únosností.

V důsledku výše uvedených faktorů došlo k překročení provozních i početních limitů zatížení, pro které je podvozek navržen.

4. NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI

Provést rozbor leteckého incidentu s pilotem.

Výrobní firma, přestože konstrukce UL letounu splnila požadavky technického předpisu a vyhověla při pevnostních zkouškách, provedla úpravu konstrukce zlamovací vzpěry, aby lépe odolávala i vyššímu namáhání při provozu, než požaduje předpis.

Datum: 18.04.2023

Předseda komise: