

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin vážného incidentu
letadla ATR 42 - 500 poznávací značky OK - JFJ
na LKPR dne 31. 10. 2012**

Praha

Květen 2014

Toto šetření bylo prováděno v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010, zákonem č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a Přílohou č. 13 k Úmluvě o mezinárodním civilním letectví. Jediným účelem je prevence budoucích nehod a incidentů bez určování viny či odpovědnosti. 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.

Vysvětlení použitých zkratk

AGL	Above Ground Level / Nad úrovní země
AFM	Airplane Flight Manual / Letová příručka letadla
AOA	Angle of Attack / Úhel náběhu
AMSL	Above Mean Sea Level / Nad střední hladinou moře
ATC	Air Traffic Control / Služba řízení letového provozu
ATPL(A)	Airline Transport Pilot Licence / Průkaz dopravního pilota letounů
ATR	Aircraft manufacturer / Výrobce Avions de Transport Régional
BEA	Bureau d'Enquêtes et d'Analyses / Francouzský úřad pro vyšetřování
CAP	Crew Alerting Panel / Varovný panel
CAS	Calibrated Airspeed / Kalibrovaná rychlost
CM1	Crew Member 1 / Člen letové posádky 1
CM2	Crew Member 2 / Člen letové posádky 2
CSAT	Czech Airlines Technics
ČSA a.s.	Czech Airlines J.S.C./ České aerolinie, a.s.
ČHMÚ Czech	Hydrometeorological Institute / Český hydrometrologický ústav
Cu	Cumulus / Kumulus
DFDR	Digital Flight Data Recorder/ Digitální Zapisovač letových údajů
daN	Dekaneuton (unit of force- kg m.s^{-2}) /Dekaneuton (jednotka síly- kg m.s^{-2})
EGPWS	Enhanced Ground Proximity Warning System / Rozšířený systém varování před srážkou se zemí
FCOM	Flight Crew Operating Manual / Provozní příručka letové posádky
FH	Flight Hour / Letová hodina
FI (A)	Flight Instructor / Letový instruktor
FIN	Functional Item Number / Funkční číslo položky
FIR	Flight Information Region / Letová informační oblast
FL	Flight Level / Letová hladina
ft	Feet (unit of length-0,3048 m) / Stopa (měrová jednotka-0,3048 m)
g	Gravitational acceleration ($9,81 \text{ m.s}^{-2}$) / Tíhové zrychlení ($9,81 \text{ m.s}^{-2}$)
h	Hour (unit of measurement of time) / Hodina (jednotka času)
IAS	Indicated airspeed / Indikovaná vzdušná rychlost
JIC	Job Instruction Card / Technologická karta
Kg	Kilogram (unit of mass) / Kilogram (jednotka hmotnosti)
km	Kilometre (unit of length) / Kilometr (jednotka délky)
kt	Knot (unit of speed- $1,852 \text{ km h}^{-1}$) / Uzel (jednotka rychlosti- $1,852 \text{ km h}^{-1}$)
LC	Line Check / Traťové přezkoušení

LKMT	Ostrava Mošnov airport / Veřejné mezinárodní letiště Ostrava Mošnov
LKPR	Praha Ruzyne airport / Veřejné mezinárodní letiště Praha/Ruzyně
m	Meter (unit of length) / Metr (jednotka délky)
MAC	Mean Aerodynamic Chord / Střední aerodynamická těliva
METAR	Aviation routine weather report / Pravidelná letecká meteorologická zpráva
MFC	Multi Function Computer / Multifunkční počítač
min	Minute (unit of time) / Minuta (jednotka času)
N	Newton (derived unit of force) / Newton (jednotka síly)
OAT	Outside Air Temperature / Teplota venkovního vzduchu
QAR	Quick Access Recorder / Provozní zapisovač letových dat
RA	Radio altitude / Radiovýška
s	Second (unit of time) / Sekunda (jednotka času)
SAT	Static Air Temperature / Statická teplota vzduchu
SC	Stratocumulus (druh oblačnosti)
SCT	Scattered / Polojasno
SEP (Land)	Single Engine Piston (Land) / Kvalifikace pro jednomotorový pístový letoun
SIM	Simulator / Pilotní cvičná kabina
TAS	True airspeed / Pravá vzdušná rychlost
TAT	Total Air Temperature / Celková teplota vnějšího vzduchu
TRI	Type Rating Instructor / Instruktor typové kvalifikace
TST (MPA)	Test Flights (Multi-pilot aeroplane) / Zkušební lety (vícepilotní letoun)
UTC	Co-ordinated Universal Time / Světový koordinovaný čas
VMC	Visual Meteorological Conditions / Meteorologické podmínky pro let za viditelnosti
VRTG	Vertical Acceleration / Vertikální zrychlení
VSR	Reference Stall speed / Vztažná pádová rychlost
ÚCL	Civil Aviation Authority / Úřad pro civilní letectví
ÚZPLN	Air Accidents Investigation Institute / Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod
°C	Temperature on the Celsius scale / Teplota ve stupních Celsia

A) Úvod

Provozovatel: České aerolinie, a.s.
Výrobce a model letadla: Avions de Transport Régional, ATR 42 - 500
Poznávací značka: OK - JFJ
Místo: Prostor TRA70, FIR Praha
Datum a čas: 31. 10. 2012, 10:40 (všechny časy jsou UTC)

B) Informační přehled

Dne 31. 10. 2012 byla během předávacího a zkušebního letu letadla ATR 42 - 500 testována funkčnost systému Stick Shaker / Stick Pusher při letu na minimální rychlosti. V průběhu testu nedošlo k aktivaci signalizace překročení kritického úhlu náběhu a neaktivoval se systém Stick Pusher (systém varování proti pádu). Došlo k pádu letadla s významným levým náklonem.

Informace významné pro stanovení příčiny vzniku a šetření události byly poskytnuty provozovatelem a výrobcem.

Příčinu události zjišťovala komise ÚZPLN ve složení:

Předseda: Ing. Lubomír Stříhavka
Členové: Ing. Zdeněk Formánek
Ing. Josef Procházka
Ladislav Musil
Ing. Tomáš Rozsypal
Ing. Petr Voldán

Závěrečnou zprávu vydal:

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD
Beranových 130
199 01 PRAHA 99
Dne 26. května 2014

C) Hlavní část zprávy obsahuje:

- 1) Faktické informace
- 2) Rozbory
- 3) Závěry
- 4) Bezpečnostní doporučení
- 5) Příloha

1 Faktické informace

1.1 Průběh letu

1.1.1 Všeobecně

V rámci předání letadla novému provozovateli a na základě jeho požadavku ČSA a.s. ve spolupráci s CSAT připravily ve dnech 6. 10. – 31. 10. 2012 plán technických a provozně letových opatření. Součástí požadavků byla i změna vrchního nátěru letadla, které za tímto účelem bylo přistaveno do externí firmy, která provedla jeho přelakování. Další technická opatření a letové zkoušky byly prováděny na mateřské základně ČSA a.s. a CSAT.

Dne 31. 10. 2012 byl po návratu z přelakování připraven zkušební a předávací let. Účelem letu bylo prověřit letadlo a jeho systémy podle Plánu údržby ČSA a.s (Czech Airlines Maintenance Program), kromě vypínání a spuštění motorů za letu. Součástí programu letu byla mimo jiné i prověrka systému Stick Shaker/Stick Pusher, a to pro různé konfigurace vztakových klapek (dále jen klapky) s aktivovaným i deaktivovaným systémem posunutí hranice varování před pádem (StallWarning) a hranice aktivace Stick Pusher za podmínek námrazy indikace Icing Angle of Attack.

1.1.2 Vyhodnocení průběhu kritického letu z dat QAR a DFDR

Vzlet byl zahájen v 9:44:45. CM1 zahájil rotaci v 09:45:01 při hodnotě IAS 108 kt. Po dvou sekundách se letadlo odpoutalo od země. V souladu s postupem TEST FLIGHTS APPENDIX 1 potlačil CM1 sloupek řízení, letadlo začalo klesat, až došlo k aktivaci EGPWS (varování "DON'T SINK"). Podvozek letadla byl zasunut v 09:45:50 ve výšce 2 450 ft, RA 1 103 ft, klapky byly zasunuty v 09:46:56 v hladině 5 237 ft, RA 3 697 ft. Autopilot byl zapnut v 09:48:33, při průletu hladinou 9 300 ft. Mezi 09:54 a 09:56 byl autopilot několikrát posádkou vypnut a znovu zapnut. Poté ponechala posádka autopilot v zapnuté poloze.

Od 09:56:30 byly zaznamenány konstantní hodnoty úhlu náběhu snímačů AOA č. 1 - 6,5° a č. 2 - 5,8°. V té chvíli byla zaznamenána hodnota TAT -25°C, což odpovídalo vypočtené SAT -29,5°C. Letadlo v tu chvíli prostoupávalo hladinu 21 300 ft s cílem dosáhnout FL 250. FL 250 bylo dosaženo v 10:10:00.

V 10:12:20 začala posádka klesat a vypnula autopilot. Hodnota IAS se během sestupu dočasně zvýšila na hodnotu 251 kt a poté posádka zastavila klesání ve FL 170 v 10:16:00 a byl zapnut autopilot.

V čase 10:21:35 posádka vypnula autopilot a začala mírně klesat s IAS v rozmezí od 215 kt do 225 kt, do hladiny FL 160. Na volnoběžném letovém režimu motorů posádka decelerovala přibližně o 1 kt. V 10:22:52 se rozsvítila signalizace ICING AOA a zůstala rozsvícená i v okamžiku, kdy letadlo zpomalovalo pod rychlost 123 kt (předpokládaná rychlost spuštění varování před pádem - Stall Warning v námrazových podmínkách). Snižování rychlosti pokračovalo, signalizace ICING AOA nebyla resetována. Letadlo dosáhlo rychlosti 101 kt (předpokládaná rychlost spuštění varování před pádem - Stall Warning v normálních podmínkách) a dále zpomalovalo.

V 10:24:02, při hodnotě IAS 94 kt došlo na hladině 15 820 ft k pádu letadla doprovázeného náhlou změnou násobku přetížení (g – break), který poklesl z 0,98 g na cca 0,85 g za méně než 0,5 sekundy. Podélný sklon byl cca 12°. Pád letadla byl provázen náhlou ztrátou vztaku na levém křídle a následným významným levým náklonem. Signalizace ICING AOA nesvítila.

V 10:24:06 dosáhl levý náklon hodnoty 88,9°, podélný sklon se snižoval a za dvě sekundy byla jeho hodnota 26,1° dolů (přechod do strmého letu). Při pádu CM1 použil pravá křídélka (výchylka křidélek 9°) a následně bylo přitaženo výškové kormidlo (vychýleno z hodnoty -11° na -18°). Během tohoto přitažení byla zmenšena pravá výchylka křidélek. CM2 pak razantně potlačil (sílou větší než 10 daN) a použil plnou pravou výchylku křidélek (hodnota výchylky křidélek byla 13°). Během pádu zaznamenaná rychlost IAS poklesla na hodnotu 89 kt. Posádce se podařilo

srovnat náklon a podélný sklon v hladině 13 800 ft po uplynutí 25 sekund od započetí pádu a v 10:25:15 bylo letadlo převedeno do stoupání.

V 10:26:41, zatímco letadlo prostoupávalo hladinu 15 700 ft, začala posádka s další decelerací, která byla rychlejší než v prvním případě. Během snižování rychlosti letadlo dosáhlo FL160. Signalizace ICING AOA svítila a před pádem nebyla resetována.

V 10:27:06 došlo k druhému pádu letadla při IAS 92 kt a s násobkem přetížení (g - break) 0,93 g. Letadlo začalo klonit doleva, posádka současně rychle použila pravou výchylku křidélek a potlačila. Před tím byly klapky vysunuty do polohy 15°. Levý náklon dosáhl hodnoty 33,8° a podélný sklon měl hodnotu 9,0° dolů. Za 20 sekund po pádu bylo letadlo stabilizované ve FL 150.

Posádka vystoupala opět do FL 160 a znovu decelerovala stále s klapkami v poloze 15° a se svítící signalizací ICING AOA. Decelerace byla zahájena v 10:28:12. Podélný sklon dosáhl hodnoty 9,8° v čase 10:28:34. Posádka pokračovala v letu bez náklonu, CM1 potlačením snížil podélný sklon na hodnotu 2° dolů v průběhu 5 sekund. Nejnižší hodnota IAS 82 kt byla zaznamenána v 10:28:37. Nedošlo k pádu letadla.

Letová posádka později provedla stejný manévr se zasunutými klapkami a se svítící signalizací „ICING AOA“. Nejnižší hodnota IAS 94 kt byla zaznamenána, v 10:37:12. Letadlo nezačalo klonit a nebyl zaznamenán pád. Zbytek letu proběhl bez komplikací a posádka přistála v 11:10:35.

1.1.3 Průběh проверки systému podle výpovědi pilota

Podle výpovědi pilota byl let proveden ve FIR Praha. Testům letů při nízké rychlosti byly vyhrazeny letové hladiny v rozpětí FL100 - FL170. Let byl proveden za denního světla.

Pilotem letícím (CM1) byl pilot, který letěl tento let jako součást výcviku podle programu pro získání kvalifikace zkušebního pilota provozovatele (Test Flight Qualification Course). Velitel letadla byl CM2. Na palubě bylo přítomno dalších 6 členů posádky.

První prověrka systému byla zahájena v čisté konfiguraci s aktivovanou signalizací ICING AOA přibližně ve FL160. Podle dokumentace mělo dojít k aktivaci systému Stick Shaker pro dané podmínky při rychlosti cca 123 kt IAS. Tato skutečnost nenastala, načež posádka pokračovala ve vytrácení rychlosti a udržování vodorovného přímočarého letu tak, aby našla práh aktivace varování před pádem. Při rychlosti cca 92 kt IAS došlo k pádu letadla bez významných předcházejících aerodynamických projevů (třepání apod). Systém Stick Shaker/ Stick Pusher se neaktivoval. Pád letadla byl provázen náhlou ztrátou vztlaku na levém křídle následným významným levým náklonem. Z pohledu pilota se jednalo o počáteční fázi pádu letadla do vývrtky. Na tuto skutečnost reagovali oba piloti postupem pro zabránění pádu do vývrtky.

Po stabilizaci letu byly následně provedeny ještě dva pokusy prověrky systému varování před pádem s maximální možnou změnou centráže. Při jednom z pokusů byli ostatní členové posádky přemístěni do zadní části kabiny a při dalším do přední. Ani v jednom případě nedošlo k aktivaci ověřovaného systému, a proto piloti shledali tento systém za nefunkční. Při klesání na přiblížení se rozsvítila signalizace Stick Shaker/Stick Pusher Fault, která cca za 10 sekund opět zhasla.

1.2 Zranění osob

Zranění	Posádka	Cestující	Ostatní osoby (obyvatelstvo apod.)
Smrtelné	0	0	0
Těžké	0	0	0
Lehké/bez zranění	0/8	0/0	0/0

Během celého letu letadla nebyl nikdo z osob na palubě zraněn.

1.3 Poškození letadla

Během letu nedošlo k poškození letadla. Po letu byla provedena preventivní výměna obou MFC, obou snímačů AOA a relé FIN 29GB.

1.4 Ostatní škody

NIL

1.5 Informace o posádce

1.5.1 Pilot letadla - na levém sedadle (CM1)

Muž - věk:	37 let
Typ pilotního průkazu:	ATPL (A) vydaný 8. 2. 2011 TRI (ATR 42/72) platný do 28. 2. 2014
Osvědčení zdravotní způsobilosti:	platné do 1. 2. 2014
Nálet celkem:	5469 h 06 min
Nálet jako PIC:	2533 h 56 min
Nálet na typu ATR:	2533 h 56 min
Za posledních 30 dní:	29 h 10 min

Pilot letadla měl před službou odpočinek v délce 13 h a v době vážného incidentu byl ve službě 6 h 52 min. Poslední přezkoušení absolvoval v rozsahu LC 27. 1. 2012 a SIM 19. 7. 2012. Obě přezkoušení s výsledkem PASSED.

1.5.2 Velitel letadla - na pravém sedadle (CM2)

Muž - věk:	37 let
Typ pilotního průkazu:	ATPL (A) vydaný 28. 2. 2012 FI (A) platný do 31. 7. 2014 TRI (ATR 42/72) platný do 31. 3. 2013 TST (MPA) platné neomezeně další kvalifikace – SEP (Land) platná do 30. 6. 2013
Osvědčení zdravotní způsobilosti:	platné do 21. 11. 2013
Nálet celkem:	3996 h 34 min
Nálet jako PIC:	2389 h 51 min
Nálet na typu ATR:	3981 h 27 min
Za posledních 30 dní:	40 h 34 min

Velitel letadla měl před službou odpočinek v délce 13 h a v době vážného incidentu byl ve službě 6 h 52 min. Poslední přezkoušení absolvoval v rozsahu LC 26. 1. 2012 a SIM 27. 8. 2012. Obě přezkoušení s výsledkem PASSED.

1.5.3. Další členové posádky

Posádku dále tvořili tři technici CSAT, jeden zástupce ČSA a.s. a dva zástupci budoucího provozovatele.

1.6 Informace o letadle

1.6.1 Základní informace o letadle

ATR 42-500 je dvoumotorové turbovrtulové dopravní letadlo určené pro kratší regionální tratě. Je výrobkem italsko-francouzské společnosti Avions de Transport Régional.

Typ:	ATR 42-500
Poznávací značka:	OK-JFJ
Provozovatel:	ČSA a.s.
Výrobce:	Avions de Transport Régional
Rok výroby:	2004
Výrobní číslo:	623
Celkový nálet:	17 891 FH
Osvědčení kontroly letové způsobilosti:	platné
Potvrzení o údržbě a uvolnění do provozu:	platné
Pojištění odpovědnosti za škodu:	platné

1.6.2 Pohonné jednotky

Motor č. 1

Typ:	PW 127E
Výrobce:	Pratt & Whitney, Canada
Výrobní číslo:	EB0202
Celkový nálet:	13 676 FH
Vrtule - typ:	6 - listá, Hamilton Standard 568F-1
Celkový nálet:	7 758 FH
Výrobní číslo:	FR20050352

Motor č. 2

Typ:	PW 127E
Výrobce:	Pratt & Whitney, Canada
Výrobní číslo:	EB0189
Celkový nálet:	14 677 FH
Vrtule - typ:	6 - listá, Hamilton Standard 568F-1
Celkový nálet:	16 051 FH
Výrobní číslo:	FR20040751

1.6.3 Provoz letadla

Je uveden stručný přehled prací na letadle v období před a po vážném incidentu.

6. 10. 2012	Poslední komerční let u ČSA – nebyla hlášena závada systému varování před pádem (<i>no Stall Warning fault/alert reported</i>).
6. - 21. 10. 2012	V rámci předání letadla jinému provozovateli provedení prohlídek: 1YE, 2YE, 8YE, A, 2A, 3A, 4A, 4000 FH, před zahájením prací provedeno vnější i vnitřní čištění letadla.
21. 10. 2012	Nekomerční let LKPR-LKMT, jako přelet letadla na lakovací práce. Nebyla hlášena závada systému varování před pádem (<i>no Stall Warning fault/alert reported</i>).

28. 10. 2012	Provedení prohlídek Line Check a Weekly Check v LKMT (<i>workorders 125582 and 1254718</i>).
28. 10. 2012	Nekomerční let LKMT-LKPR - návrat přelakovaného letadla na základnu – nebyla hlášena závada systému varování před pádem (<i>no Stall Warning fault/alert reported</i>).
29. 10. 2012	Práce na letadle po přelakování (<i>workorder 1252908</i>).
30. 10. 2012	Provedení prohlídky Line Check v LKPR (<i>workorder 1255902</i>).
31. 10. 2012	Provedení prohlídky External Inspection (<i>workorder 1256264</i>).
31. 10. 2012	Provedení předávacího letu, při kterém došlo ke vzniku kritické situace. Systém varování před pádem byl posádkou prohlášen za nefunkční (<i>Stall Warning fault</i>).
1. 11. 2012	Přezkoušení systému varování před pádem dle JIC 273600-FUT-10010, nebyla zjištěna žádná závada systému (<i>no failure reported</i>). Před letem byla provedena preventivní výměna obou počítačů (MFC), obou snímačů AOA a relé FIN 29GB.
2. 11. 2012	Provedení opakovaného zkušebního letu před předáním – systém zapracoval dle požadavku technických podmínek, nebyla hlášena závada systému varování před pádem (<i>no Stall Warning fault/alert reported</i>).
7. 11. 2012	Předání letadla novému provozovateli.
11. 11. 2012	Přelet letadla s novou registrací k novému zákazníkovi (letadlo OK-JFJ již není provozováno ČSA).

1.6.4 Systém ochrany proti pádu (Stall Protection System)

Letadlo ATR 42-500 je vybaveno systémem ochrany proti pádu, který zahrnuje zvukovou výstrahu, Stick Shaker a Stick Pusher. Systém je aktivován multifunkčním počítačem (MFC), když průměrná hodnota obou úhlu náběhu snímaných snímači AOC překročí mezní hodnoty, které jsou definovány v FCOM 01.02.10.

Tabulky uvedené v FCOM poskytují hodnoty referenčního AOA, nikoliv lokálního AOA (viz příloha - ATR Technical Directorate Technical Note). Aktivace systému Stick Shaker / Stick Pusher je založena na mezní hodnotě lokálního AOA. S klapkami 0° při nízkém výkonu motoru je mezní hodnota lokálního AOA pro aktivaci Stick Shaker 18,5° a pro aktivaci Stick Pusher 22°. V podmínkách námrazy (cestovní režim letu) odpovídá příslušným hodnotám 10,4° a 13,5°. Mezní hranice Stick Pusher se snižuje v závislosti na rychlosti změny úhlu náběhu. Je-li rychlost změny lokálního úhlu náběhu vyšší než $4,87^\circ \text{ s}^{-1}$, je mezní hodnota lokálního AOA snížena o 3°.

Poznámka: pokud rozdíl mezi dvěma lokálními úhly náběhu přesáhne hodnotu 4°, funkce Stick Shaker/Pusher je dočasně potlačena. Je-li je takový rozdíl potvrzen po dobu 5 s, potom se na tablu CAP rozsvítí závada Stick Shaker/Pusher a systém není aktivní.

1.6.5 Hmotnost a vyvážení letadla

Podle údajů poskytnutých provozovatelem letadlo odstartovalo se vzletovou hmotností 14 292 kg (s polohou těžiště na 22,2% MAC) a předpokládanou přistávací hmotností 13 792 kg (s polohou těžiště na 21,7% MAC). Na základě množství spotřebovaného paliva lze určit, že v době prvního pádu letadla (přibližně 40 minut po vzletu) byla hmotnost letadla 13 912 kg (s polohou těžiště na 22% MAC).

Pro tuto hmotnost AFM publikuje vztažnou pádovou rychlost (VSR) s klapkami v poloze 0°, se zasunutým podvozkem přibližně na 96 kt CAS. Proto je tedy maximální hodnota rychlosti pro aktivaci varování před pádem 1,05 násobek VSR nebo VSR + 5 kt, což je 101 kt.

1.6.6 Lety při nízké rychlosti

Pro lety letadel po dokončení výroby používá výrobce ATR příslušný manuál popisující zkušební lety, které jsou prováděny posádkami zkušebních letů.

STALL CLEAN CONFIGURATION	- PWR MGT MCT - At 160 KT PLA to FI CALL ON PA Cabin System Specialist before next Manoeuvre - Record trim at 1.3 Vs1g - LH HORN ON then OFF - Decelerate to SW icing - Depress ICING AOA P/b - Decelerate to stall at a rate of 1 kt/sec approx.				Fu : TQ ≈ 0
	WEIGHT	TRIM	SW		Trims : IAS : Pitch : 1,6UP ± 0,6 Roll : Yaw: (0,5 L to 1,0 R) ICING AOA illuminated ICING AOA extinguished
			ICING	NORMAL	
	13,5	124	121	100	IAS
	14	126	123	101	
	14,5	128	125	103	
	15	130	127	105	
					TQ(SP) = ≥ 5%

Tabulka hodnot zaznamenávaných při zkušebních letech za malých rychlostí

Postup je zaměřen na ověření, zda zařízení systému ochrany proti pádu (Stall Warning, Stick Shaker, Stick Pusher) pracují v odpovídajících režimech. Posádka předpokládá, že dojde k aktivaci zařízení při odpovídajících rychlostech. Nedojde-li k aktivaci zařízení, je test letu při nízkých rychlostech ukončen.

Jako první se provádí prověrka se zapnutou signalizací "ICING AOA" (nižší mezní hodnoty AOA) v čisté konfiguraci, protože je zde zajištěná dostatečná záloha rychlosti vůči pádové rychlosti. Po aktivaci výstražného systému s nižšími mezními hodnotami je tlačítko "ICING AOA" resetováno a varování je vypnuto. Další deceleraci letadla dojde k opětovnému spuštění varování při mezních hodnotách AOA v normálních podmínkách (bez námrazy).



Obr. 1 Snímač úhlu náběhu

1.6.7 Vybrání pádu

V části „Emergency procedures“ AFM pro ATR 42-500 obsahuje v kapitole 4.5 postup "Recovery after stall or abnormal roll control", který je zobrazen níže:

4.05.06 - RECOVERY AFTER STALL OR ABNORMAL ROLL CONTROL

CONTROL WHEEL	PUSH FIRMLY
■ If flaps 0° configuration	
FLAPS	15°
PWR MGT	MCT
CL 1 + 2	100% OVRD
PL 1 + 2	NOTCH
ATC	NOTIFY
■ If flaps are extended	
PWR MGT	MCT
CL 1 + 2	100% OVRD
PL 1 + 2	NOTCH
ATC	NOTIFY
NOTE: This procedure is applicable regardless the LDG GEAR position is (DOWN or UP).	

Poznámka: nejdůležitějším bodem postupu je vysunutí klapek do polohy 15° (pokud již nebyly vysunuty) a potlačení sloupku řízení.

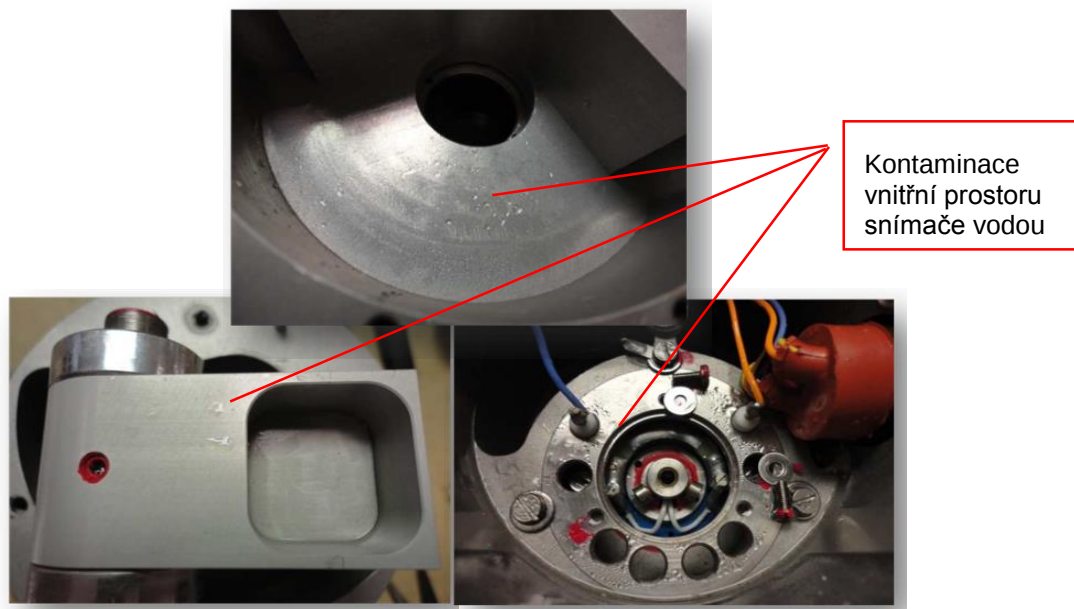
1.6.8 Lakování letadla

Přelet letadla do lakovny v Ostravě – Mošnov (LKMT) byl proveden dne 21. 10. 2012. Podle požadavku CSAT byl z letadla odstraněn starý nátěr a letadlo bylo přelakováno bílou barvou v souladu s výkresovou dokumentací zadavatele a dle technických podmínek pro nátěr letadla ATR42/72 (*Repainting of CSA/HCA Aircraft-Technical Conditions for ATR 42/72*). Nová registrační značka, národní vlajka ani vlajka Evropské unie nebyla aplikována. Řídící plochy byly přelakovány a znovu vyváženy až na mateřské základně (*workorder číslo 1252908*). Zpáteční přelet do Prahy byl proveden dne 28. 10. 2012.

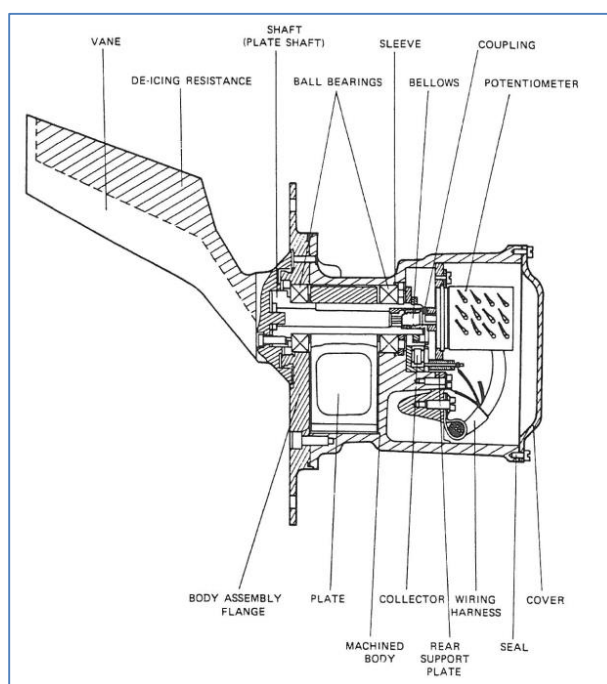
Ve výše uvedených technických podmínkách je zdůrazněno důkladné zakrytí všech částí, které nebudou lakovány, včetně lopatek snímačů AOA, aby nemohlo dojít k poškození systému.

1.6.9 Vyjádření výrobců

Oba snímače AOA p/n C16363AAA (s/n 788 a s/n 2246) byly demontovány z letadla a předány výrobcí a opravci - firmě Thales Avionics S.A. Firma Thales Avionics S.A. byla požádána o vyjádření se ke zjištěnému stavu snímačů a vydala „Teardown report“. Ve zprávě bylo uvedeno, že byla provedena jejich úplná demontáž a že během demontáže nebyla pozorována žádná vada na těsnění snímačů. Uvnitř kuličkového ložiska osy křidélek snímačů byla nalezena koroze. Její vznik je spojován se zjištěnou přítomností vody uvnitř snímačů AOA. Koroze způsobila zvýšení hodnoty síly potřebné k otáčení křidélek snímačů. Naměřená hodnota síly byla 0,12 N namísto povolené hodnoty 0,03 N. Naměřená hodnota ohmického odporu topného tělesa odmrazování snímače byla mimo toleranci.



Obr. 2 Fotografie rozebraných snímačů úhlů náběhu (AOA), na nichž je vidět přítomnost vody v tělesech obou snímačů



Obr. 3 Řez snímačem úhlů náběhu

V rámci hlášení o provozuschopnosti byl výrobce letadla informován o vzniklém problému. Výrobce provedl analýzu dat DFDR z posledních tří letů před událostí, z čehož dva lety (6. 10. a 21. 10. 2013), které vyhodnotil, byly provedeny před přelakováním letadla. Dále zjistil, že během prvního letu po přelakování letadla (28. 10. 2013) došlo k zablokování obou snímačů AOA, podobně jako nastalo zablokování snímačů AOA při kritickém zkušebním letu (31. 10. 2013). Výrobce ve své zprávě (Technical Directorate Technical Note, Identification: DT/F-522/13) uvedl, že snímače AOA byly kontaminovány rozprášenými částicemi vody při čištění letadla před nebo po přelakování.

1.7 Meteorologická situace

1.7.1 Stav počasí podle ČHMÚ

Z odborného odhadu ČHMÚ Odboru letecké meteorologie byla meteorologická situace v místě vážného incidentu pravděpodobně následující:

Situace: v týlu tlakové výše nad Černomořím proudil do střední Evropy (zejména ve vyšších hladinách atmosféry) teplejší vzduch od jiho-jihozápadu.

Přízemní vítr: 140° - 190° / 6 - 10 kt
Výškový vítr: 2000 ft AGL 150°/05 kt, +8°C, 5000 ft AMSL 150°/12 kt, 0°C, 10000 ft AGL 230°/16 kt, - 4°C
Dohlednost: nad 10 km
Stav počasí: skoro jasno, beze srážek
Oblačnost: SCT Cu, SC 2500- 3500/6000 - 7000 ft AGL
Výška nulové izotermie: 1500 ft AMSL
Námraza: NIL

1.7.2 Výpis ze zprávy METAR

Výpis ze zpráv METAR na LKPR 0930-1130 UTC

LKPR 310930Z 16007KT 9999 FEW036 08/03 Q1007 NOSIG RMK REG QNH 1002

LKPR 311000Z 14009KT 9999 FEW036 08/03 Q1007 NOSIG RMK REG QNH 1002

LKPR 311030Z 14006KT 9999 FEW036 08/03 Q1006 NOSIG RMK REG QNH 1002

LKPR 311100Z 15007KT 9999 FEW025 09/03 Q1006 NOSIG RMK REG QNH 1002

LKPR 311130Z 16007KT 9999 FEW030 10/03 Q1006 NOSIG RMK REG QNH 1002

1.7.3 Stav počasí podle výpovědi pilota

„Zkušební let provázely po celou dobu letu „nadstandardní“ VMC podmínky. Žádné povětrnostní a ani jiné anomálie se nevyskytly.“

1.8 Radionavigační a vizuální prostředky

NIL

1.9 Spojovací služba

Celý let probíhal ve FIR Praha a posádka byla ve spojení s příslušnými stanovišti ATC.

1.10 Informace o letišti

Vzlet a přistání proběhlo na LKPR.

1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

Pro stanovení příčiny vzniku události byla zajištěna kompletace datových souborů o události ze záznamu zapisovače DFDR (typ 2100-4043-00) a zapisovače QAR (typ 214-021-0000101). Dodané záznamy k analýze byly čitelné a úplné.

1.12 Popis místa letecké nehody a trosek

NIL

1.13 Lékařské a patologické nálezy

NIL

1.14 Požár

NIL

1.15 Pátrání a záchrana

NIL

1.16 Testy a výzkum

Provozovatel se v rámci hlášení o provozuschopnosti obrátil na výrobce letadla a ten zaslal vyjádření „ATR Technical Directorate Technical Note, DT/F-522/13“, k možným příčinám vzniku kritické situace. Vyjádření bylo poskytnuto komisi ÚZPLN. Vyjádření výrobce je součástí neveřejné přílohy závěrečné zprávy.

1.17 Informace o provozních organizacích

Provozovatel měl platné Osvědčení leteckého provozovatele číslo CZ – 1. Smluvní údržbová organizace měla platnou licenci na provádění údržby, oprav a modifikaci civilních letadel a letadel patřících ČSA a.s.

Lakýrnické práce na letadle prováděla externí zahraniční firma v souladu se schválenou technologií CSAT.

1.18 Doplnkové informace

NIL

1.19 Způsoby odborného zjišťování příčin

Odborné zjišťování příčin vážného incidentu probíhalo podle národního předpisu L 13, v souladu s Nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 996/2010.

V průběhu šetření bylo využito závěrů ze zprávy výrobce letadla „ATR Technical Directorate Technical Note“ a dále bylo ověřeno dodržování stanovené technologie obnovy nátěrů letadel u externí lakýrnické firmy, která sídlí na letišti Ostrava Mošnov. S vedením této firmy byly probrány technologické postupy ochrany důležitých systémů s důrazem na postup ochrany snímače AOA a možné důsledky na provoz letadla daného typu.

2 Rozbory

2.1 Všeobecně

Komise při stanovení příčin vzniku vážného incidentu vycházela z analýzy letových dat z kritického letu, z výpovědi pilotů a údajů z technické dokumentace letadla.

2.2 Provozní aspekty

2.2.1 Kvalifikace a zkušenosti posádky

- CM1- pilot letící prováděl let jako součást výcviku podle Test Flight Qualification Course,
- CM2- velitel letadla, plnil funkci instruktora výcviku,
- Oba piloti měli platné průkazy způsobilosti člena letové posádky s odpovídající kvalifikací.

2.2.2 Stav letadla

Údržba a provoz letadla a motorů byly prováděny v souladu s požadavky výrobce letadla. Výskyt vody uvnitř tělesa snímače AOA lze spojit s technologickým procesem při odstranění starého nátěru letadla. Avšak s ohledem na technologickou náročnost celého procesu přelakování letadla nebylo možné jednoznačně posoudit, v jaké fázi procesu došlo k průniku vody do sondy, zda nedostatečnou ochranou kritického místa nebo průnikem vody na chráněné místo. Při normálním provozu letadla nedochází k průniku vody dovnitř tělesa snímače AOA. V minulosti bylo zjištěno, že tato skutečnost může nastat u letadel, která byla čištěna tlakovou vodou bez ochrany snímače AOA. Průnik vody do tělesa snímače může být příčinou zablokování vnitřních pohyblivých dílů snímače AOA v prostředí s teplotou pod bodem mrazu, kdy dojde ke zmrznutí vody uvnitř tělesa snímače. Během přeletu letadla na lakování a přeletu po přelakování nebyla posádce vada snímače AOA signalizována.

2.2.3 Snímač úhlu náběhu v průběhu kritického letu

Zaznamenané údaje obou snímačů AOA vykazovaly neměnné hodnoty od střední fáze stoupání až po střední fázi klesání. Skutečnost, že snímače indikovaly správně během vzletu, počátečního stoupání, závěrečného sestupu a přistání ukazuje na to, že nejpravděpodobnější příčinou bylo dočasné zablokování snímačů. Vzhledem k tomu, že oba snímače vykazují podobné chování téměř ve stejnou dobu, je velmi pravděpodobné, že příčinu tohoto zablokování je nutné hledat ve spojitosti s fází letu, kdy dochází k poklesu hodnot teploty vnějšího prostředí pod bod mrazu.

Oba snímače se zablokovaly poté, co letadlo dosáhlo hladiny 22 000 ft. Změřená hodnota TAT byla -25°C , což odpovídá hodnotě OAT přibližně $-29,5^{\circ}\text{C}$. V tu chvíli byly hodnoty TAT a také OAT nižší než 0°C po dobu asi 10 minut. Pohyb snímačů byl znovu obnoven při klesání ve výšce 8 000 ft (levý snímač AOA), resp. 6 500 ft (pravý snímač AOA). Kladná hodnota TAT byla naměřena přibližně 1 až 2 minuty před obnovením pohybu snímačů.

Poznámka: průběh zablokování snímačů AOA je velmi podobný události, která se stala na letadle typu A320 v listopadu 2008. Při zkušebním letu, po novém nátěru, letadlo havarovalo poblíž města Perpignan (Francie). Úřadem BEA (francouzský úřad pro vyšetřování) a výrobcem letadla Airbus byl proveden následný zkušební let posádkou firmy Airbus zaměřený na sledování funkce snímačů AOA. Tento test ukázal, že vnitřní teplota snímače kopírovala se zpožděním, v řádu 1 až 2 minut hodnoty TAT. Snímač byl zablokován asi po 10 až 15 minutách poté, co hodnota TAT poklesla pod 0°C a byl odblokován asi po 5 minutách poté, co hodnota TAT vystoupala nad 0°C . Zkoumáním snímače po letu se potvrdilo, že i malé množství vody ve snímači, při záporné teplotě, může zablokovat mechanismus snímače ledem.

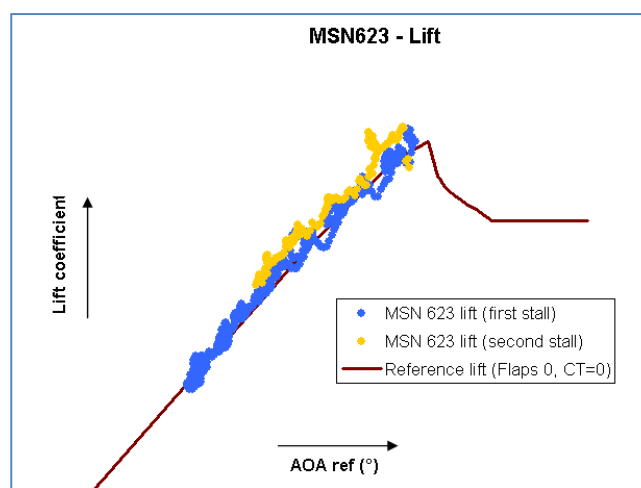
2.2.4 Systém ochrany proti pádu (Stall protection system)

Jednotlivé komponenty systému ochrany proti pádu (Stall Warning, Stick Shaker, Stick Pusher) jsou aktivovány, jsou-li dosaženy mezní hodnoty (viz 1.6.4), tj. průměr hodnot získaných z obou snímačů AOA. V případě zablokování obou snímačů AOA na hodnotách nižších než jsou mezní hodnoty, nedojde k aktivaci žádného z komponentů systému ochrany proti pádu (toto byl případ letadla OK - JFJ).

Pokud dojde k zablokování pouze jednoho ze dvou snímačů úhlu náběhu AOA, může se systém ochrany proti pádu aktivovat, ale při hodnotách AOA vyšších než je hodnota nominální uvedená v tabulce. Zvětšení hodnoty AOA potřebného pro spuštění systému je závislé na zablokované hodnotě AOA. Například, při letu s klapkami v poloze 0°, při letovém volnoběhu, je hranice pro aktivaci Stick Shaker 18,5°. V případě, že je jeden snímač zablokován na hodnotě 17° musí druhý snímač indikovat hodnotu $(2 \times 18,5) - 17 = 20^\circ$ pro spuštění Stick Shaker. Pokud je hodnota zablokovaného snímače 2° a více pod mezní hodnotou pro aktivaci, musí druhý snímač indikovat hodnotu AOA o 4° větší než je hodnota zablokovaného snímače AOA, aby došlo k aktivaci systému ochrany proti pádu. Nicméně to by se nestalo, protože v takovém případě zablokování, je systém ochrany proti pádu nefunkční (viz poznámka v bodě 1.6.4).

2.2.5 Analýza průběhu pádů

Během zkušebního letu došlo ke dvěma pádům letadla. Pro každý z nich byl stanoven koeficient aerodynamického vztlaku ze zaznamenaných dat během decelerace. Koeficient byl porovnán s odpovídajícími referenčními údaji (klapky 0°, zasunutý podvozek, letový volnoběh) pro hmotnost letadla 14 000 kg. Je třeba zdůraznit, že kvůli blokováním snímačům úhlu náběhu v průběhu události, musely být parametry rekonstruovány z jiných zaznamenaných dat. Trajektorie pohybu letadla byla vypočtena z hodnot TAS a vertikální rychlosti.



Obr. 4 Referenční úhly náběhu vynesené do křivky koeficientu vztlaku

Srovnání koeficientů aerodynamického vztlaku ze zaznamenaných dat bylo v souladu s referenčními údaji pro letadlo bez námrazy v čisté konfiguraci, a to bez ohledu na nepřesnost určení úhlu náběhu nebo výpočtu vztlaku.

První pád nastal při maximální hodnotě úhlu náběhu 16° a rychlosti IAS 94 kt v hladině 15 800 ft. K pádu letadla došlo v mírné levé zatáčce s levým náklonem 2°, rychlost změny kurzu letadla byla asi $0,3^\circ \text{ s}^{-1}$ a rychlost klesání dosahovala hodnoty -750 ft min^{-1} . Hodnota IAS klesala přibližně o 1 kt s^{-1} . Pád byl obzvláště umocněn dynamikou klonění, která se zvýšila z 10° s^{-1} až na 30° s^{-1} .

Posádka řešila vybírání pádu potlačením a srovnáním náklonu opačnou výchylkou křidélek. Výrobce ATR má pro pády zpracovaný postup "Recovery after stall or abnormal roll control" (viz 1.6.7). Doporučený postup výrobce nebyl posádkou při vybírání pádu důsledně aplikován.

Z analýzy datových souborů a záznamu zapisovače vyplynulo, že posádka reagovala během jedné sekundy použitím přibližně 2/3 maximální výchylky pravých křidélek a levou

výchylkou směrového kormidla 8° . V první sekundě byl podélný sklon mírně snížen (výškové kormidlo povoleno z -14° na -12°), následovalo krátké a silné přitažení (výchylka výškového kormidla $-18,6^\circ$), a poté bylo výškové kormidlo uvolněno a dosáhlo hodnoty $3,5^\circ$ v průběhu jedné sekundy. V té době mělo letadlo levý náklon 74° a průměrný úhel náběhu dosahoval hodnoty větší než 29° . Potlačení snížilo hodnotu úhlu náběhu AOA a v kombinaci s pravou výchylkou křidélek bylo zastaveno klonění a obnovena podélná řiditelnost na hladině 13 800 ft. Během manévru úhel podélného sklonu dosáhl max. hodnoty 26° dolů a levý náklon byl 89° .

K druhému pádu došlo při hodnotě IAS 91 kt v hladině FL160. Letadlo bylo bez náklonu. Maximální levý náklon 35° byl dosažen za 2,5 sekundy. Podélný sklon 9° dolů byl dosažen za 5 sekund. Na druhý pád letadla posádka reagovala výrazným potlačením výškového kormidla (výškové kormidlo přešlo z výchylky -17° na výchylku $+3^\circ$ během 2 sekund) a plnou pravou výchylkou křidélek během 1 sekundy. Tento postup snížil úhel náběhu, zvýšil rychlost letu a zastavil klonění. Posádka pak nastoupala zpět do FL160. V případě druhého pádu letadla bylo z doporučených postupů aplikováno vysunutí vztakových klapek do polohy 15° , rychlé použití pravé výchylky křidélek a potlačení.

2.3 Analýza postupu posádky při zkoušce systému ochrany proti pádu

Zkušební let letadla ATR byl prováděn v souladu se směrnicí CZECH AIRLINES MAINTENANCE PROGRAM SECTION III – TEST FLIGHTS, kde je popsán postup a pořadí letových zkoušek. Posádkou byl použit při zkušebním letu formulář ATR 42-500-E3/4 z části APPENDIX 1. Ve formuláři byly popsány postupy jednotlivých zkoušek. Do formuláře zapisuje posádka požadované letové údaje a parametry. Při testech letů při nízké rychlosti (low speed test) posádka nezapsala hodnoty rychlosti IAS z důvodu nefunkčnosti systému. Postupy provozovatele (MAINTENANCE PROGRAM SECTION III TEST FLIGHTS APPENDIX 1) neobsahovaly pro žádnou zkoušku údaje o rychlosti, kdy dojde podle dokumentace výrobce letadla pro příslušnou hmotnost a konfiguraci k aktivaci jednotlivých částí systému ochrany proti pádu. Postupy také neobsahovaly mezní (nejmenší) rychlost pro příslušnou hmotnost a konfiguraci, pod kterou nesmí klesnout rychlost letadla v případě nefunkčnosti systému pro ochranu proti pádu nebo jeho části, tzn., že nebyla specifikována rychlost, při které musí být zkouška ukončena.

Posádka při provádění zkoušky letu při nízkých rychlostech cíleně pokračovala ve snižování rychlosti letu až k pádové rychlosti i přesto, že nedošlo k aktivaci Stick Shaker/Stick Pusher při očekávané rychlosti, se snahou nalézt práh aktivace systému. Podle vyjádření výrobce letadel ATR ze dne 8. 2. 2013 byla činnost posádky nesprávná.

Poznámka: ověřování fyzikální hranice pádu letadla provádějí vyškolení zalétávací piloti výrobce v rámci certifikačních záletů. Zkušební piloti jednotlivých provozovatelů by se neměli při záletech pohybovat rychlostí nižší než je rychlost aktivace Stick Shakeru. Tato rychlost musí být určena před každým zkušebním letem pro příslušnou hmotnost a konfiguraci letadla.

3 Závěry

Zjištění:

- piloti měli platné průkazy způsobilosti, kvalifikace pro daný let a platná osvědčení o zdravotní způsobilosti,
- letadlo mělo platné Osvědčení o kontrole letové způsobilosti a platné Potvrzení o údržbě a uvolnění do provozu,
- meteorologické podmínky nebyly pro uskutečnění letu omezující,
- změna výšky a spolu s ní měnící se teplota, zvláště při poklesu pod bod mrazu měla rozhodující vliv na funkčnost vodou kontaminovaných snímačů AOA,

- čištění potahu letadla tlakovou vodou při odstraňování starého nátěru bylo pravděpodobně provedeno bez dostatečné ochrany snímačů AOA,
- během zkušebního letu došlo ke dvěma po sobě jdoucím pádům letadla, pády vznikly jako následek nesprávné činnosti posádky při prověrci funkčnosti systému ochrany proti pádu,
- systém ochrany proti pádu (Stall Warning, Stick Shaker/Stick Pusher) nebyl aktivován, protože snímače úhlu náběhu byly zablokovány během stoupání, pravděpodobně zamrznutím vnitřních pohyblivých částí snímače,
- postup pilotů pro ukončení zkoušky u letů při nízké rychlosti, v případě nefunkčnosti systému ochrany proti pádu nebo jeho části, nebyl v platné dokumentaci ČSA a.s. pro provádění záletů specifikován,
- posádka po vzniku kritické situace stabilizovala let zásahy do řízení tak, že při prvním pádu byla ztráta výšky nutná k vybrání 2 000 ft a ve druhém případě 1 000 ft, doporučený postup výrobce pro vybírání pádu nebyl posádkou dodržen.

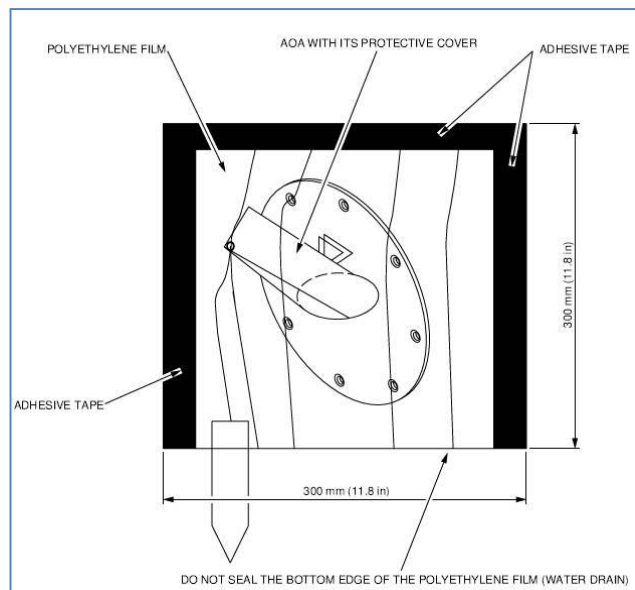
Příčiny

K pádu letadla došlo při provádění testů letu za nízkých rychlostí, kdy posádka cíleně pokračovala ve snižování rychlosti až na pádovou rychlost i přesto, že nedošlo k aktivaci Stick Shaker/Stick Pusher, vyvolané zamrznutím snímačů AOA. Zablokované snímače AOA způsobily následnou nefunkčnost systému ochrany proti pádu (Stall Warning, Stick Shaker/Stick Pusher). S největší pravděpodobností došlo k průniku vody do snímačů AOA při čištění potahu letadla tlakovou vodou v lakovně externího dodavatele, bez dostatečné ochrany snímačů AOA, což způsobilo zablokování vnitřních pohyblivých dílů systému AOA ledem v prostředí s teplotou pod bodem mrazu.

4 Bezpečnostní doporučení

ÚZPLN vydal v průběhu šetření doporučení, aby:

- a) CSAT a provozovatel letadla ČSA a.s. přijaly okamžité opatření:
 - do Manuálu pro provádění nátěrů letadel (Repainting Technical Conditions) byla zapracována povinnost zakrytí snímačů AOA před zahájením mytí tlakovou vodou v souladu s níže uvedeným obrázkem.



- b) provozovatel doplnil dokumentaci pro zkušební lety pro příslušné hmotnosti a konfigurace letadla o:
- rychlosti, kdy dojde k aktivaci Stick Shakeru při zapnutém AOA
 - rychlosti, kdy dojde k aktivaci Stick Shakeru při vypnutém AOA
 - rychlosti, kdy dojde k aktivaci Stick Pusheru.
- c) provozovatel doplnil dokumentaci pro zkušební lety o postup při nefunkčním systému varování před pádem.

EASA v květnu 2011 vydala Safety Information Bulletin č. 2011-07 k problematice zkušebních nekomerčních letů a v návaznosti dne 30. července 2012 vydala oznámení na změny (Notice of Proposed Amendment) č. NPA 2012. Provozovatelům a údržbovým organizacím provádějících organizaci a provádění těchto letů doporučuji, aby se seznámili se zněním výše uvedených dokumentů.

Příloha 5

EASA SIB (Safety Information Bulletin) No. 2011-07 vydaný dne 5. května 2011 je dostupný na <http://ad.easa.europa.eu/ad/2011-07>.