

ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ
PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD
Beranových 130
199 01 PRAHA 99

Č.j.: 329/06/ZZ

výtisk č. 1

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

**o odborném zjišťování příčin vážného incidentu
letounu Airbus A321, poznávací značky OK-CEC
na letišti Rijeka dne 18.7.2006**

Praha
červenec 2007

A) Úvod

Provozovatel:	České aerolinie a.s.
Výrobce a model letadla:	Airbus Industries, A321-211
Poznávací značka:	OK-CEC
Plánované místo přistání:	letišťe Praha (LKPR)
Náhradní místo přistání:	letišťe Pula (LDPL), Chorvatsko
Datum:	18.7. 2006
Čas:	20:29 UTC (dále všechny časy v UTC)

B) Informační přehled

Dne 19.7.2006 v 01:51h přijal ÚZPLN od provozovatele oznámení o vážném incidentu, který vznikl při vzletu letounu OK-CEC z letišťe Rijeka (LDRI). V průběhu vzletu došlo k vysazení levého motoru s následným oddělením žhavých kovových částí motoru. Vzhledem k dosažené rychlosti vyšší než v_1 se kapitán letounu rozhodl dokončit vzlet na jeden motor. Oddělené kovové částice motoru způsobily požár travnaté části plochy letišťe LDRI, která v důsledku požáru byla po dobu 50-ti minut mimo provoz. Vzhledem k tomu, že kapitán letounu nemohl použít letišťe vzletu pro bezpečnostní přistání využil nabídky ATCO LDRI a k přistání využil nejbližší náhradní letišťe LDPL. Let byl bezpečně dokončen na náhradním letišti. Ke zranění cestujících a dalšímu poškození letounu nedošlo.

Komise pro odborné zjišťování příčin incidentu

Předseda komise:	Ing. Lubomír Střihavka
Člen komise:	Ing. Josef Procházka Ladislav Musil, zmocněnec provozovatele Ing. Zdeněk Schmid, zástupce provozovatele Jan Kubač, zástupce provozovatele

Závěrečnou zprávu vydal :
ÚSTAV PRO ODBORNÉ ZJIŠŤOVÁNÍ PŘÍČIN LETECKÝCH NEHOD
Beranových 130
199 01 PRAHA 99

Dne 24. července 2007

C) Hlavní část zprávy obsahuje :

- 1) Faktické informace
- 2) Rozbory
- 3) Závěry
- 4) Bezpečnostní doporučení
- 5) Přílohy:
 - příloha A - Zpráva o poškození motoru
 - příloha B - Vyhodnocení záznamu DFDR
- 6) Seznam příloh (uložených pouze u výtisku č. 1 v archivu ÚZPLN)

Použité zkratky:

<i>AAll</i>	-	<i>Air Accidents Investigation Institute of the Czech Republic</i>
<i>ATCO</i>	-	<i>Air Traffic Controller</i>
<i>ATO</i>	-	<i>Aborted Take-Off</i>
<i>CC</i>	-	<i>cabin crew</i>
<i>CFM56</i>	-	<i>type of engine</i>
<i>CFM International-</i>		<i>engine manufacturer</i>
<i>CSLSV</i>	-	<i>cycles since last shop visit</i>
<i>CSN</i>	-	<i>cycles since new</i>
<i>ECU</i>	-	<i>Engine Control Unit</i>
<i>ECAM</i>	-	<i>Electronic Centralized Aircraft Monitoring</i>
<i>FC</i>	-	<i>flight crew</i>
<i>FCy</i>	-	<i>flight cycles</i>
<i>FCOM</i>	-	<i>Flight Crew Operating Manual</i>
<i>FH</i>	-	<i>flight hours</i>
<i>ESN</i>	-	<i>Engine Serial Number</i>
<i>FPI</i>	-	<i>Fluorescent Penetrant Inspection</i>
<i>FOD</i>	-	<i>Foreign Object Damage</i>
<i>GATX</i>	-	<i>owners of A/C</i>
<i>GE</i>	-	<i>General Electric - engine manufacturer</i>
<i>HPC</i>	-	<i>High Pressure Compressor</i>
<i>HPT</i>	-	<i>High Pressure Turbine</i>
<i>HPTACC</i>	-	<i>High Pressure Turbine Active Clearance Control</i>
<i>IFSD</i>	-	<i>In Flight Shut Down</i>
<i>LLP</i>	-	<i>Life Limit Part</i>
<i>LPC</i>	-	<i>Low Pressure Compressor</i>
<i>LPT</i>	-	<i>Low Pressure Turbine</i>
<i>LRU</i>	-	<i>Line Replaceable Unit</i>
<i>MRO</i>	-	<i>Maintenance, Repair & Overhaul</i>
<i>QEC</i>	-	<i>Quick Engine Change</i>
<i>TSLSV</i>	-	<i>time since last shop visit</i>
<i>TSN</i>	-	<i>time since new (hours)</i>
<i>TWR/APP</i>	-	<i>approach TWR</i>
<i>Snecma Services</i>	-	<i>engine manufacturer's Product Support organization for CSA and selected MRO Shop for CFM56-5B ESN 779275 investigation and repair activities</i>
<i>SEM</i>	-	<i>Scanning Electron Microscope</i>
<i>V_R</i>	-	<i>rotation speed</i>
<i>V₁</i>	-	<i>critical engine failure speed</i>

1 Faktické informace

1.1 Průběh letu

Popis průběhu letu byl zaměřen na reakci posádky na vzniklou situaci a dále na bezpečné dokončení letu na náhradní letiště.

1.1.1 Provoz letounu OK-CEC

Dne 18. 7. 2006 letoun přilétl do LDRI, kde přistál v 19:13 h. Z LDRI měl pokračovat jako charterový let CSA 8309 zpět do LKPR, kde měl plánované přistání v 21:10 h. V průběhu letu z LKPR do LDRI posádka nezaznamenala nenormálnosti v chodu motorů nebo systémů letadla. Podle výpovědi posádky během letu z LKPR do LDRI nebyl registrován střet s ptákem nebo nasátí cizích předmětů.

1.1.2. Linka CSA 8309 Rijeka - Praha

Let byl zahájen v 20:28 h. V průběhu vzletu došlo k vysazení levého motoru doprovázené silným zvukovým efektem. Podle indikace motorových přístrojů se jednalo o „severe damage“. Hodnota otáček N2 levého motoru byla rovna 0. Při řešení vzniklé situace posádka postupovala v souladu s postupy provozovatele standardním způsobem, podle odkazu ECAM.

Následnou radiokorespondencí s ATCO se posádka ujistila, že letoun nejevil známky požáru. Dále byla posádka informována, že letiště LDRI není z důvodu požáru podél RWY schopné pro přistání. ATCO nabídl posádce náhradní letiště LDPL, které posádka využila pro náhradní přistání. Následně letoun pokračoval na letiště LDPL, kde ve 20:55 h bezpečně přistál.

Během řešení této situace a v souvislosti s přistáním na náhradním letišti prováděli palubní průvodčí přípravu kabiny cestujících na možné nouzové přistání a případnou nouzovou evakuaci. V průběhu celého letu nedošlo mezi cestujícími k žádné panice.

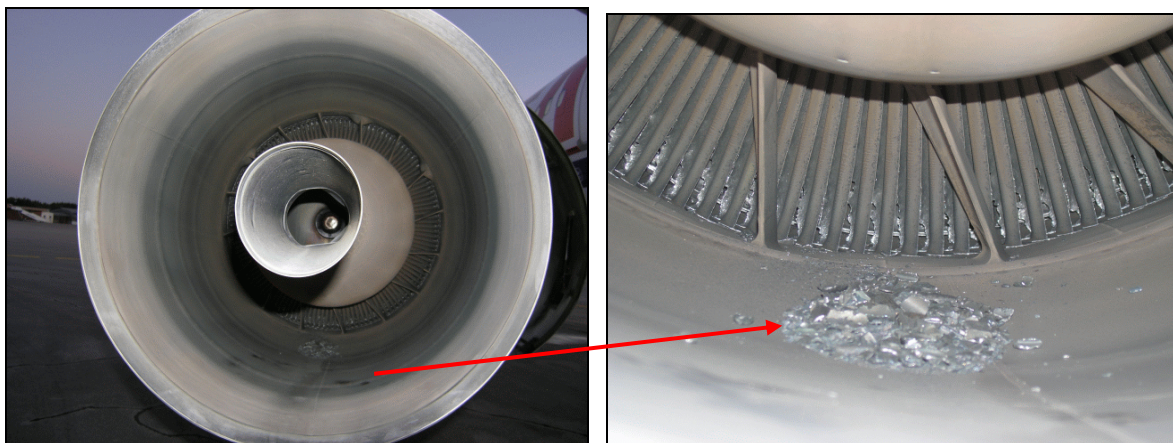
Po přistání a krátkém čekání na RWY z důvodů kontroly letounu posádka pokračovala v pojíždění na jeden motor na stojánku, kde cestující vystoupili.

1.2 Zranění osob

Zranění	Posádka	Cestující	Ostatní osoby (obyvatelstvo apod.)
Smrtelné	0	0	0
Těžké	0	0	0
Lehké/bez zranění	0/7	0/159	0

1.3 Poškození letadla

Při vysazení motoru došlo k poškození vnitřních částí levého motoru. Aerodynamický kryt motoru (Engine Cowling) ani další části letounu nebyly poškozeny.



Upřesnění rozsahu dalšího poškození motoru bylo provedeno u firmy Snecma Services v St. Ouentin, Francie. Rozsah poškození motoru je uveden ve zprávě „Shop findings ESN 779275“ ze dne 16.8.2006 v Příloze A.

1.4 Ostatní škody

Po vzletu letounu z RWY32 LDRI došlo k požáru travnaté plochy v levé části RWY 32 v délce cca 1000 m. Požár byl způsoben dopadem a rozptýlením oddělených rozžhavených kovových částí motoru na povrch RWY. Provozovatel letiště LDRI další škody nehlásil.

1.5 Informace o osobách

CPT : muž, věk 43 let, typová kvalifikace velitel letounu A-320/321, examinátor.
Licence ATPL(A) platná do 28.2.2007. Zdravotní způsobilost platná do 22.8.2006.

Nálet hodin	za posledních 24 hodin	za posledních 90 dní	celkem
celkový	9:32	160:49	8 172
jako CPT	9:32	-	3 865
jako CPT na A320/321	9:32	160:49	760

Odpočinek před službou: volno dne 19. 6. – 23. 6. 2006.

CPT absolvoval poslední přezkoušení v rozsahu „Line Check“ dne 11.3.2006.

FO : muž, věk 31 let, typová kvalifikace druhý pilot letounu A 320/321. Licence CPL(A) platná do 28.2.2007. Zdravotní způsobilost platná do 8. 11. 2006.

Nálet hodin	za posledních 24 hodin	za posledních 90 dní	celkem
celkem	1:11	221:35	2 735
jako FO	1:11	-	2 115
na typu A 320/321	1:11	221:35	767

FO absolvoval poslední přezkoušení v rozsahu „Operator Proficiency Check“ dne 2.7.2006.

1.6 Informace o letounu

1.6.1 Obecné informace o letounu

Letoun: výrobce Airbus Industries, typ A321, model 321-211, výrobní číslo 674, rok výroby 1997, poznávací značka OK-CEC.

V době vzniku události měl letoun nalétáno 19 044 / 12 145 (FH/FC). Údržba byla prováděna v souladu s programem údržby pro letoun A320/321 (AMM 320/321). Rozsah a četnost provedených prohlídek je uveden v následující tabulce.

rozsah	datum	FH(hrs)	FCy (cyc)
DY	18.7.2006	19 032	12 139
WY	16.7.2006	19 002	12 129
A	20.6.2006	18 699	12 007
2A	29.6.2006	18 787	12 044
4A	17.6.2006	18 653	11 895
C (2C,3C)	18.5.2005	15 921	10 945

Výsledky provedených kontrol neprokázaly vady systémů, které by měly vliv na vysazení levého motoru. Od dne 15.7.2006 nebyl palubním systémem ECAM zaznamenán žádný odkaz na nenormální funkci systémů letounu a nebyla zaznamenána žádná odchylka od provozních parametrů motorů. Konečný počet odpracovaných hodin a cyklů obou motorů a letounu je rozdílný s ohledem na prostoj motorů po dobu opravy v r. 2000 a 2002.

Poznámka:

- následující tabulka ukazuje na historii provozu letounu OK-CEC u jednotlivých provozovatelů.

provozovatel	poznávací značka	doba provozu
Air France	F-GTAA	od 1997 do 2002
Air Canada	C-GKOH	od 2002 do 2005
Czech Airlines	OK-CEC	od 2005

1.6.2 Levý motor (pozice 1)

Výrobce : CFMI, typ CFM56, model 5B3/P
Výrobní číslo: 779275
Datum výroby: 16.5.1997
Nalétané hodiny: 18 158/11 447 (FH/FCy)
11 788/ 6 454 (TSLSV/CSLSV)

Dne 1.3.2002 byla u předchozího provozovatele (Air France) dokončena rozsáhlá oprava motoru. Dne 24.1.2000 byl na motoru CFM56-5B3/P, S/N 779275 touto společností vypracován nálezy (Shop Findings Report No. 2000/WJ022), motor měl v té době odpracováno 6 370/4 993 (TSN/CSN). Důvodem opravy motoru byla kontrola provozního stavu uchycení bandáže lopatek vysokotlaké turbíny („C“ clip campaign and performance restoration) a nálezy v modulech motoru č. 05 až 15 (S/N 31X, 32X, 33X, 41X, 42X, 51X, 52X, 53X, 54X, 55X a 56X). Nejvýznamnější nálezy byly na modulu 05 (31X-HPC) - výměna 9-ti lopatek, na modulu 09 (42X Combustion Chamber) - několik trhlin v radiálním a axiálním směru, na modulu 10 (51X HPT Nozzels) na čtyřech lopatkách trhliny odtokové části a průpaly mimo limit >9 mm, na modulu 11 (52X HPT rotor) na třech lopatkách trhliny odtokové části mimo limit >3 mm. Na tomto modulu byla podle bulletinu SB 72-271 namontována sada nových lopatek HPT P/N 2002M52P11. Na modulu 12 (53X HPT stator) na 17-ti sekcích „C“ nalezeny trhliny, modul byl opraven podle SB 72-217 a SB 72-196.

Dne 25.5.2005 byla v Technical Service Air Canada provedena boroskopická prohlídka motoru, která neprokázala poškození lopatek vysokotlaké turbíny. Výpis z protokolu prohlídky je uveden v následující tabulce.

SECTION 72-51:

- NO DAMAGE FOUND ON HPT NGV'S LEADING OR TRAILING EDGES AREA. VIEW FROM CONVEX AND CONCAVE SIDES, SHOWS COOLING HOLES IN GOOD CONDITION.

SECTION 72-52:

- HIGH PRESSURE TURBINE BLADES FOUND IN GOOD CONDITION.
- THREE WEAR NOTCHES WITHNESS MARK CAN BE SEEN ON THE FOUR SPECIFIC BLADES.

SECTION 72-53:

- NO DAMAGE FOUND ON HPT SHROUDS.
- SHROUDS IN GOOD CONDITIONS.

SECTION 72-54:

- NO DAMAGE FOUND ON LOW PRESSURE TURBINE BLADES FROM STAGE 1 TO 4.

Výpis z protokolu o boroskopické prohlídce.

1.6.3 Pravý motor (pozice 2)

Výrobce : CFMI, typ CFM56, model 5B3/P
Výrobní číslo: 779325
Datum výroby: 16.5.1997
Nalétané hodiny: 18 008/10 715 (FH/FCy)
8 780/ 4 041 (TSLSV/CSLSV)

Dne 27. února 2002 byla dokončena rozsáhlá oprava motoru u předchozího provozovatele (Air France). Dne 30.10.2001 byl na motoru CFM56-5B3/P, S/N 779325 touto společností vypracován nález (Shop Findings Report No. 2000/WJ038), motor měl v té době odpracováno 9 228 / 6 674 (TSN/CSN). Důvodem opravy motoru byla kontrola provozního stavu uchycení bandáže lopatek vysokotlaké turbíny („C“ clip campaign and performance restoration) a nálezy v modulech motoru č. 09 až 16 (42X, 51X, 52X, 53X, 54X, 55X, 56X a 62X). Nejvýznamnější nálezy byly na modulu 10 (51X HPT Nozzels) na 11-ti lopatkách trhliny odtokové části a průpaly mimo limit >9 mm, na modulu 11 (52X HPT rotor) na dvou lopatkách trhliny odtokové části mimo limit. Na tomto modulu byla podle bulletinu SB 72-271 namontována sada nových lopatek HPT P/N 2002M52P14 a na disk rotoru (disk HPT) bylo aplikován příkaz způsobilosti AD001201.

Poznámka:

- z dostupných materiálů o provedených opravách na obou motorech nelze jednoznačně určit zda opravy měly vliv na snížení provozuschopnosti předmětných motorů. Motor č. 779275 od výše uvedené opravy do vzniku události odpracoval 11 788 / 6 454 (TSLSV/CSLSV) a motor č. 779325 odpracoval 8 780 / 4 041 (TSLSV/CSLSV).
- poslední periodické práce na obou motorech byly provedeny v ekvivalentních datumech společně s letounem.
- následující tabulka ukazuje na historii provozu motorů na letounu OK-CEC

PROVOZ MOTORŮ CFM56-5B3/P

ESN 779 275 levý - poškozený		ESN 779 325 pravý	
TSN / CSN		TSN / CSN	
18 158 / 11 447	v době události	18 008 / 10 715	v době události
TSLSV / CSLSV		TSLSV / CSLSV	
11 788 / 6 454	v době události	8 780 / 4 041	v době události
TSN / CSN	oprava u Air France	TSN / CSN	oprava u Air France
6 370 / 4 993	24.1.2000 removal date 25.5.2000 repair date	9 228 / 6 674	30.10.2001 repair date

1.7 Meteorologická situace

Podmínky: CAVOK, vítr 280°/ 4-5 m/s
Světelné podmínky: noc

1.8 Radionavigační a vizuální prostředky

NIL

1.9 Spojovací služba

Služba byla poskytována TWR/APP z letiště LDRI na frekvenci 119,00 MHz. Po vzniku situace posádka letounu vyhlásila signál „PAN PAN“. Spojení s TWR bylo dobře čitelné a srozumitelné.

1.10 Informace o letišti

Incident vznikl během vzletu na letišti LDRI v Chorvatsku. V době vzletu byla v používání RWY 32. V důsledku požáru bylo letiště dočasně vyřazeno z provozu po dobu asi 50-ti minut.

1.11 Letové zapisovače a ostatní záznamové prostředky

Letoun byl vybaven havarijním zapisovačem letových dat typu DFDR, číslo (MSN) 0674V8309. Data zapisovače byla vyhodnocena dne 4.9.2006 firmou ITC Airbus, která vydala zprávu o vyhodnocení předmětné části zaznamenaných dat (Quick Event Report & Analysis MC 2110001/06) a je uveden v Příloze B. Záznam zapisovače byl čitelný a prokázal náhlý pokles otáček levého motoru bez předchozích příznaků nenormální činnosti motoru.

V okamžiku záznamu poklesu otáček motoru byla rychlost letounu CAS=136 kt.

1.12 Popis místa incidentu

Nepoužito.

1.13 Lékařské a patologické nálezy

Přepravovaní cestující byly převážně děti. Na palubě bylo 20 dospělých osob, čtyřicet dětí ve věku do 12-ti let a 99 osob bylo ve věku 13-19 let. Většina cestujících byli astmatici, kteří se vraceli z ozdravného pobytu. Vzhledem k vzniklé situaci na palubě, kdy palubní průvodčí připravovali cestující na nouzovou situaci, nedošlo u žádného z cestujících ke zhoršení zdravotního stavu.

1.14 Požár

Požár travnaté plochy byl uhašen hasičskou jednotkou letiště LDRI asi po 50-ti minutách od vzniku požáru.

1.15 Pátrání a záchrana

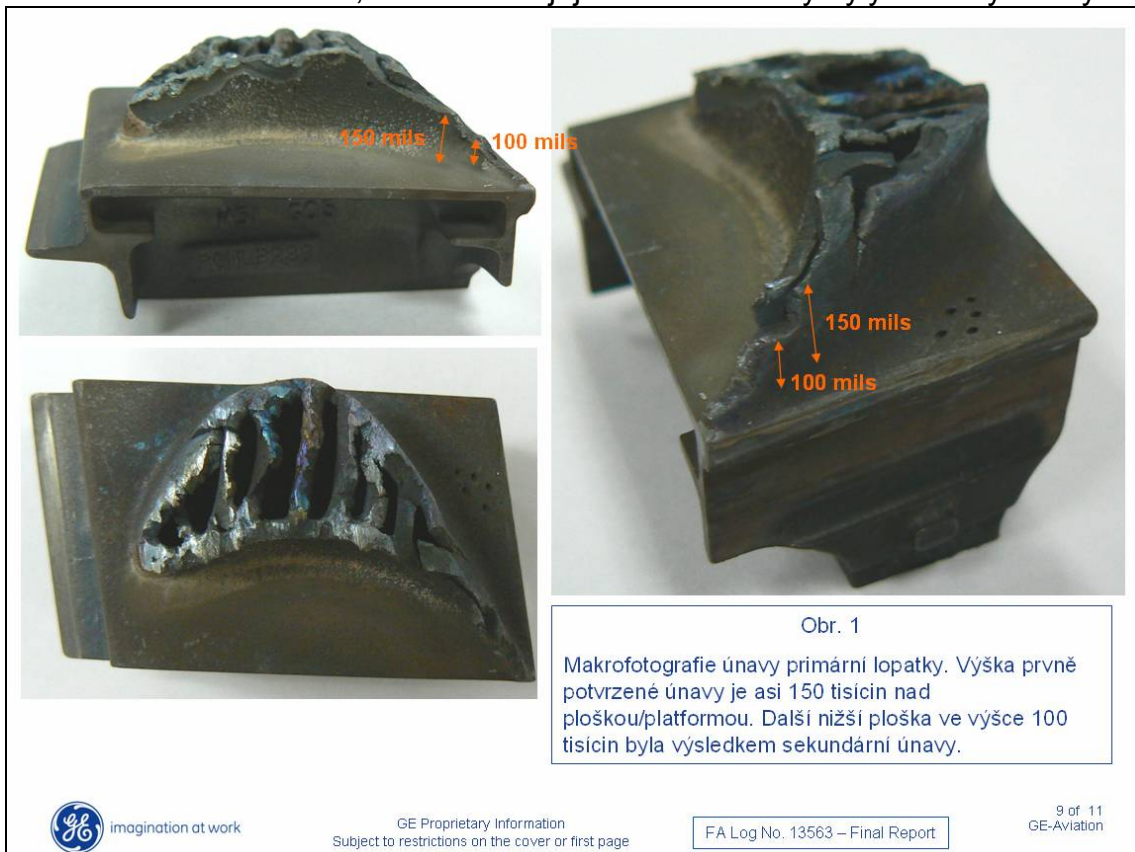
Nepoužito.

1.16 Testy a výzkumy

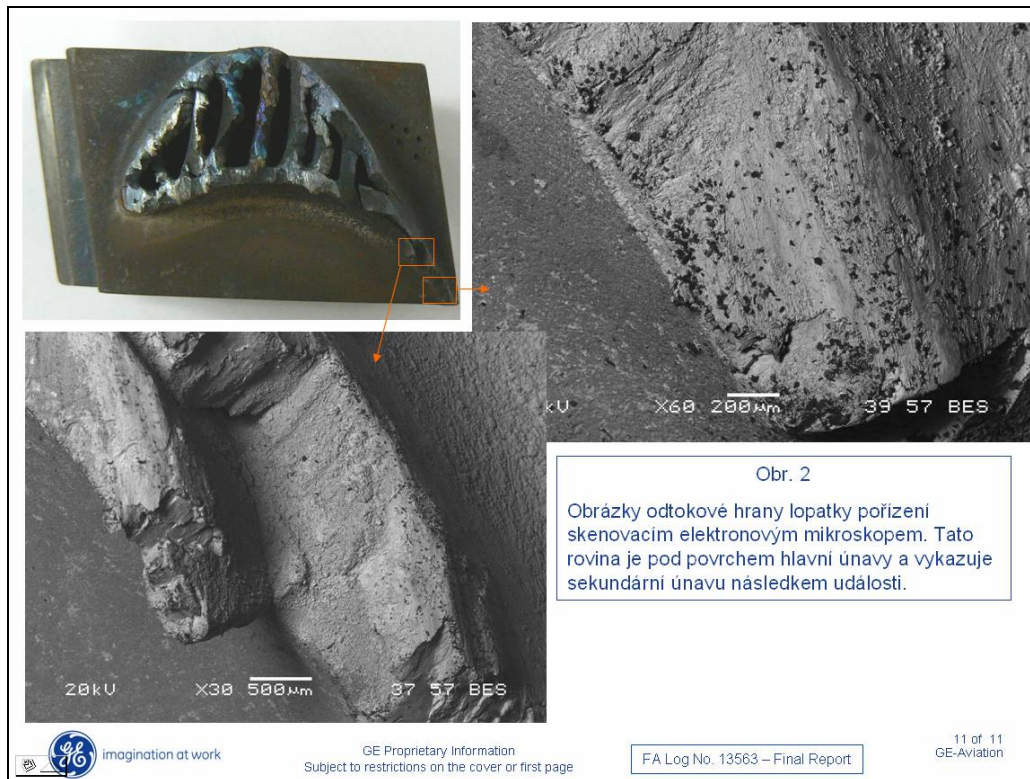
Poškozený motor byl z letounu demontován a dopraven do opravárenského závodu Snecma Services ve Francii. Zde byl za přítomnosti členů odborné komise ÚZPLN, provozovatele, vlastníka a zástupce pojišťovny podroben rozebírce a komentáři k jednotlivým nálezům a poškozením. Přítomnými byl vysloven souhlas s destruktivním postupem demontáže některých poškozených částí motoru, které nebylo možno demontovat obvyklým způsobem. Dále byl vysloven požadavek na provedení metalografického rozboru lopatek rotoru vysokotlaké turbíny (HPT). Tento byl proveden v GE Aviation.

1.16.1 Zpráva o metalurgickém rozboru lopatky rotoru HPT

Metalurgické vyhodnocení lopatky prvního stupně vysokotlaké turbíny motoru CFM 56-5B3/P ESN 779275, P/N 2002M52P11 vypracovaného MPED-Metallurgical Investigations GE Aviation pod číslem Log. No. 2006-013563 ze dne 24. října 2006 potvrdilo předpoklad výrobce motoru o možné příčině vzniku poškození lopatky. Stav lopatky: je zobrazen na obr.1. Většina zbylého povrchu lopatky byla těžce zoxidovaná a deformovaná, a v blízkosti její odtokové hrany byly známky únavy.



Snímky předpokládaného místa iniciace poškození u kořene odtokové hrany lopatky pořízené pomocí skenovacího elektronového mikroskopu (SEM) jsou na obr. 2, avšak únava zde není viditelná. Má se za to, že skutečné iniciační místo se při události uvolnilo následkem sekundární únavy.



Když postupujeme na lopatce směrem dopředu, únava je nejprve patrna na třetím kroku blízko odtokové hrany. Poslední důkaz viditelné únavy byl v konvexní stěně hned před sedmým žebrem lopatky.



1.16.2 Posouzení segmentů statoru HPT

Nejednoznačný závěr ke stavu segmentů bandáže statoru HPT motoru ESN 779275 vedl komisi k zadání posouzení stavu těchto segmentů. Segmenty statoru bandáže HPT jsou opatřeny chladicími otvory. V provozu motorů dochází ke kontaminaci otvorů a k zamezení průchodu chladicího vzduchu těmito otvory. V důsledku neprůchodnosti otvorů dochází k místnímu přehřátí materiálu segmentů a k jeho vypadávání. Tento stav lze v rámci programu údržby motorů CFM56-5B3P úspěšně indikovat použitím boroskopické prohlídky motoru (BSI). V rámci opatření provozovatele na poruchu motoru ESN 779275 byla provedena BSI na sesterském motoru ESN 779325, která odhalila vypadávání materiálu bandáže statoru HPT. Motor byl demontován a odeslán do opravy. Segmenty z motoru ESN 779275 nebyly vzhledem k rozsahu poškození použitelné a k analýze kontaminace chladicích otvorů byly použity segmenty z motoru ESN 779325.



Fig 7 – Severe burning to a coule of HPT Shrouds (removal cause)



Fig 8 – Burning to more HPT Shrouds. 100% are likely to scrap.

ESN 779325

1.17 Informace o provozních organizacích

Po přistání v LDPL cestující vystoupili z letounu a byli umístěni v terminálu letiště. Provozovatel zajistil náhradní leteckou přepravu do místa plánovaného přistání (LKPR). Tato přeprava byla realizována dne 19.7.2006 v 04:55 h. Po dobu čekání bylo cestujícím poskytnuto občerstvení z poškozeného letounu OK-CEC.

1.18 Doplnkové informace

Na lince OK8309 nebylo přepravováno nebezpečné zboží.

1.19 Způsoby odborného zjišťování příčin

Odborné zjišťování příčin incidentu bylo vedeno podle Předpisu L 13 (o odborném zjišťování příčin leteckých nehod a incidentů).

2 Rozbory

2.1 Rozbor faktických informací

- posádka měla pro let odpovídající kvalifikaci a výcvik a byla zdravotně způsobilá;
- letoun měl platné OLZ;
- k vysazení motoru došlo při rychlosti CAS=136 kt, která byla vyšší než v_1 ;
- vzhledem k dočasnému vyřazení letiště LDRI v důsledku požáru posádka využila nabídky ATCO LDRI a přistála na náhradním letišti LDPL;
- během předchozího letu nebyli posádkou zaznamenány nenormální funkce systémů letounu a motorů;

2.2 Postup letové posádky při vysazení motoru


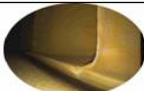




Rozhodnutí kapitána letounu bylo v souladu s FCOM postupy „Non-Normal Procedures“. Posádka po vyhodnocení situace správně provedla úplné odstavení motoru z činnosti. Činnost palubních průvodčích byla v souladu s postupy provozovatele a plně zajistila bezpečnost cestujících při aplikaci nouzových postupů.

2.3. Rozbor opatření výrobce

Výrobce na základě analýzy podobných případů z provozu motorů CFM56-5B3/P konfigurace 3D od roku 2000 přijal řadu opatření týkající se změny technologie výroby lopatek HPT a stanovil podmínky provozu a údržby pro uživatele motorů CFM 56-5B3/P.

Od roku 2000 došlo při provozu motorů ke 13-ti vysazením motorů (IFSD). Provedená analýza určila kritické oblasti lopatek. Nejčastěji se jednalo o defekty na lopatkách HPT P/N M52P09/P11 a P/N M52P04/P05. Provedená metalografická spektrální analýza materiálu N5 z nichž byly lopatky vyrobeny prokázala vměstky prvku Yttria. Při výrobě slitin kovů yttrium mimo jiné slouží ke snížení obsahu síry ve slitině a tím ke zvýšení tepelné odolnosti slitiny a povrchu lopatek. Na nových lopatkách výrobce přikročil ke změně technologie výroby materiálu N5 a obsah síry ve slitině snižuje bez použití yttria. V souvislosti s vylepšením poměru chlazení kořenové části lopatek u motorů konfigurace 3D výrobce vydal bulletin SB 72-0514 týkající se zavedení přídavných chladících otvorů. Všechna opatření výrobce vedou ke snaze o zvýšení provozní spolehlivosti motorů řady CFM56-5B3/P.

Celkový přehled poškození lopatek vysokotlaké turbíny pro oblast 3D

Druh nebezpečí	Události v provozu IFSD /ATO	Postižený PN					Souhrn	Příklad
		9000000000	1000000000	1000000000	1000000000	1000000000		
Úbytek v rohu odtokové hrany	0	X	X				Pomocí CDR získat provozní zkušenosti na zjištění provozního limitu AMM s redukovanými boroskopickými prohlídkami (BSI)	
Trhliny u kořene odtokové hrany	1	X	X	1			Kauza u kořene je známa. Program prohlídek boroskopem při detekci trhlin je úspěšný a zabraňuje událostem IFSD/ATO. Provedeno konstrukční zlepšení s dobrými výsledky.	
Uvolnění profilu	7	X	X	X	X	1	Primární lopatka známa ve 4 ze 7 případů Potvrzen vměstek yttria v počátku na 3 ze 4. Změna materiálu lopatky na „N5-nízký obsah síry“ eliminuje yttrium.	 
Trhliny v přechodové zóně	1	X	X	X	X		Root Cause is known. Design change implemented on new core dies Field action – shank strip and ECI at repair	
Oddělení dřívku/zámku lopatky	4	X	X				Kauza u kořene je známa. Změna konstrukce provedena na nových kusech jádra. V provozu – při opravě stáhnout zámek a provést inspekci vířivými proudy, ECI	

3 Závěry

Primární příčinou vzniku vážného incidentu bylo náhlé snížení otáček levého motoru během vzletu při rychlosti vyšší než v_1 . K náhlému snížení otáček motoru došlo v důsledku ulomení jedné z lopatek rotoru vysokotlaké turbíny. Ulomení lopatky rotoru turbíny při vzletovém režimu motoru způsobilo další rozsáhlé poškození částí motoru nacházejících se za rotorem turbíny. Metalografickou analýzou poškozených částí byla indikována únavová trhlinka na odtokové hraně v kořenové části jedné lopatky vysokotlaké turbíny.

Událost je kvalifikována jako vážný incident z technických příčin.

4 Bezpečnostní doporučení

Bezpečnostní doporučení pro provozovatele

- provozovatel seznámí FC a CC letky A320/321 a techniky s úplným zněním této závěrečné zprávy;

Bezpečnostní doporučení pro výrobce motoru

- výrobce motorů řady CFM56-5 B3/P na základě této závěrečné zprávy a na základě provedených expertíz a zjištění přijme přiměřená opatření, aby provozovatelé motorů CFM56-5B3/P byli informováni o možných příčinách vzniku poškození lopatek HPT;