



ДИРЕКТОРАТ
ЦИВИЛНОГ
ВАЗДУХОПЛОВСТВА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

КОМИСИЈА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ УДЕСА И ОЗБИЉНИХ НЕЗГОДА ВАЗДУХОПЛОВА

ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ О ОЗБИЉНОЈ НЕЗГОДИ

Авион:	BOEING 737/800
Ознака регистрације:	D-AXLF
Корисник авиона:	XL Airways Germany
Место незгоде:	Ваздушни простор у надлежности Обласне контроле летења Београд
Датум незгоде:	18. 10. 2008. године
Време незгоде:	05,19 часова (UTC)

Београд, мај 2010. године

САДРЖАЈ

	Лист
Увод	3
I ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ	4
1.1 Историјат лета	4
1.2 Повреде	5
1.3 Оштећења авиона	5
1.4 Штета трећем лицу	6
1.5 Личне информације/ подаци о посади	6
1.6 Подаци о авиону и мотору	8
1.7 Метеоролошке информације	8
1.8 Навигациона средства и средства комуникације	9
1.9 Подаци о аеродрому	9
1.10 Регистратори лета	9
1.11 Стање на месту незгоде	9
1.12 Медицински и патолошки подаци	10
1.13 Подаци о пожару, деловању ватрогасно спасилачке службе и евакуацији	10
1.13.1 Учени пожар	10
1.13.2 Деловање ватрогасно спасилачке службе на гашењу пожара	10
1.13.3 Евакуација и спасавање путника и чланова посаде	12
1.14 Аспекти преживљавања	12
1.15 Испитивања и истраживања	12
1.16 Трагање и спасавање	13
II АНАЛИЗА НЕЗГОДЕ	13
2.1 Историја рада мотора и подаци о његовом одржавању	14
2.2 Анализа записа регистратора лета	15
2.2.1 Анализа записа са FDR	15
2.2.2 Анализа записа са CVR	19
2.3 Анализа извршених прегледа мотора	20
2.3.1 Прелиминарни преглед мотора	20
2.3.2 Преглед мотора у овлашћеној моторској радионици	22
2.3.3 Посебна испитивања моторских компоненти и уља	26
2.3.4 Закључци произашли из прегледа мотора	29
2.4 Историја ломова лежаја бр. 4 и предузете мере	30
III ЗАКЉУЧЦИ	33
3.1 Закључци везани за принудно слетање авиона	33
3.2 Закључци везани за отказ мотора	34
3.3 Закључци везани за природу незгоде	34
IV УЗРОК ОЗБИЉНЕ НЕЗГОДЕ	35
V БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ	35
VI ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА	35
СПИСАК ПРИЛОГА	36

Увод

У овом Извештају изнесени су резултати истраживања озбиљне незгоде авиона BOEING 737/800, регистарске ознаке D-AXLF, која се догодила 18. 10. 2008. године. У незгоди није било повређених лица, а ваздухоплов је претрпео озбиљно оштећење левог мотора (мотор бр. 1), као и оштећења елемената структуре и авионских система на левом крилу.

Комисију за истраживање ове озбиљне незгоде (у даљем тексту: Комисија), састављену од председника и шест чланова, именовано је генерални директор Директората цивилног ваздухопловства Републике Србије, решењем бр. 6/1-01-0012/2008-0001 од 20. 10. 2008. године. Решењем бр. 6/1-01-0012/2008-0006 од 05. 11. 2008. године Комисија је проширена још једним чланом.

Пошто је Комисија проценила да се ради о озбиљној незгоди која је од интереса за безбедност цивилног ваздухопловства у свету, у складу са домаћим прописима и ИКАО стандардима, о незгоди су обавештене следеће организације:

- German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation (BFU) – овлашћена институција Републике Немачке за истраживање удеса у цивилном ваздухопловству (као орган земље регистрације и земље корисника ваздухоплова),
- National Transportation Safety Board (NTSB) – овлашћена институција САД за истраживање удеса у цивилном ваздухопловству (као орган земље пројекта и земље производње ваздухоплова),
- International Civil Aviation Organization (ICAO) – због озбиљне незгоде ваздухоплова чија је максимална маса већа од 5700 kg

Обавештења о незгоди за прве две институције су достављена 20. 10. 2008. године, а за трећу 06. 11. 2008. године.

German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation је именовано свог овлашћеног представника за учешће у истрази незгоде, а своје представнике су на лице места послали и произвођач авиона (Boeing Company), мотора (CFM International) и корисника (XL Airways).

Пре завршетка истраживања узрока ове озбиљне незгоде преминуо је, током октобра 2009. године, дотадашњи председник Комисије, па је решењем бр. 6/1-01-0012/2008-0008 од 22. 12. 2009. године именован нови председник Комисије, док су чланови Комисије остали исти.

Копије нацрта завршног извештаја су послате свим заинтересованим странама, а њихови коментари су укључени у коначну верзију Завршног извештаја.

Истраживање незгоде спроведено је у складу са Законом о ваздушном саобраћају, Правилником о истраживању удеса и озбиљних незгода цивилних ваздухоплова („Службени гласник РС“, број 71/09) и одредбама ИКАО Анекса 13 Чикашке конвенције.

У складу са наведеним документима, ово истраживање нема за циљ утврђивање кривице или одговорности, већ је спроведено искључиво са циљем спречавања нових удеса у цивилном ваздухопловству.

I ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

1.1 Историјат лета

Дана 18.10.2008. године ваздухоплов типа BOEING 737/800, немачке чартер компаније XL Airways Germany, регистарске ознаке D-AXLF летео је на лету GXL614 из Франкфурта (EDDF) у Немачкој за Анталију (LTAI) у Турској.

У авиону је било укупно 189 особа: 182 одрасла путника, 1 дете и 6 чланова посаде.

Авион је ушао је у ваздушни простор у надлежности Обласне контроле летења Београд на тачки GUBOK (5.9 Nm северозападно од VOR DER), ваздушни пут UL603, на нивоу лета 350, у 05.19 UTC (*Coordinated Universal Time – универзално координирано време*).

Први радио контакт са Обласном контролом летења Београд, пилот ваздухоплова на лету GXL614 успоставио је у 05.19.29 UTC и то фразом „MAY DAY, MAY DAY, MAY DAY“ чиме је огласио DISTRESS стање ваздухоплова, изразио сумњу у квар мотора и затражио слетање на најближи аеродром. Контролор летења му је предложио слетање на аеродром Београд са чиме се пилот сагласио.

Обласна контрола летења Београд је одмах извршила неопходне координације са Обласном контролом летења Загреб, Терминалном контролом летења Београд и надлежним војним органима, обезбедила приоритет и снижавање ваздухоплова за слетање на аеродром Београд.

У 05.29.43 UTC, на упит контролора летења, пилот је захтевао помоћ ватрогасне бригаде после слетања са образложењем да има квар на мотору, и да вероватно тренутно има оба мотора, али са вибрацијама.

Интензивна координација торња са ватрогасно спасилачком службом је започела у 05.32.12 UTC и трајала је све до момента гашења пожара после слетања.

У 05.33.47 UTC ваздухоплов је пребачен на прилазну контролу летења Београд.

У првом контакту са прилазном контролом летења, у 05.34.30 UTC, пилот је потврдио DISTRESS стање ваздухоплова фразом „MAY DAY“, добио инструкције за прилаз системом за инструментално летење за полетно слетну стазу 12 и наставак снижавања.

Пилот је добио информацију да су на снази операције при смањеној видљивости категорије II (*Low Visibility CAT II Procedure*), са видљивошћу дуж полетно слетне стазе 2000 метара.

На захтев пилота ваздухоплов је векторисан за улазак у систем за инструментално летење, пилот је потврдио да има 182 путника плус једно дете, 6 чланова посаде, 7 тона горива, да је проблем са левим мотором и да нема опасних материја у кабини.

У 05.42.51 UTC пилот је потврдио да је успоставио систем за инструментално летење за стазу 12 и добио је инструкцију за прелазак на фреквенцију торња Београд (LABUD point).

Први контакт са торањским контролором летења пилот је имао у 05.43.17 UTC када је потврдио DISTRESS стање ваздухоплова фразом „MAY DAY“ и добио одобрење за слетање. Пилот је обавештен о метеоролошким подацима: вертикална видљивост 480 метара, осматрана видљивост 800 метара, видљивост дуж полетно – слетне стазе: на тачки додир 3500 метара, на средњој трећини писте 3300 метара, на задњој трећини 4400 метара.

У 05.46.51 UTC контролор летења је дао инструкцију пилоту да угаси моторе после слетања.

У 05.48.11 UTC контролор летења је дао инструкцију пилоту да се припреми за евакуацију путника и упозорење да је леви мотор у пламену.

У међувремену је контрола летења обавестила о ситуацији све релевантне службе на аеродрому које су надлежне за обезбеђивање ваздухоплова код слетања у случају нужде. Сторнирана су сва полетања и обавештени ваздухоплови који су били у фази стартовања и таксирања о очекиваном кашњењу.

Приликом слетања на полетно – слетну стазу12 авион је додирнуо писту на око 600 метара од прага 12, а зауставио се на око 1900 метара од прага 12. Ватрогасна возила су била распоређена на спојници рулних стаза С и D према распореду за принудно слетање.

Пожар на мотору је угашен за неких 30 секунди од тренутка заустављања авиона, а евакуација путника је завршена за 40 – ак секунди од њеног почетка. Сви путници и чланови посаде су превезени аутобусима и комби возилима до аеродромске зграде.

1.2 Повреде

У незгоди није било повређених.

1.3 Оштећења авиона

Авион је после слетања, гашења пожара, евакуације и спасавања путника и чланова посаде и хлађења превучен са лица места у хангар ЈАТ – Технике која има овлашћење за одржавање овог типа авиона. Авион је био обезбеђен, а приступ авиону су имала само овлашћена лица.

Преглед оштећења авиона су 21. 10. 2008. године извршили представници произвођача авиона (у даљем тексту – произвођач). Стање снимљено на том прегледу је дато у оквиру документа AIRCRAFT SURVEY REPORT (у даљем тексту – ASR) од 22. 10. 2008. године. Документ је дат у Прилогу 1 овог Извештаја.

У том документу је наведено 28 оштећења делова, подсклопова или склопова. Сва оштећења се могу условно поделити на две групе:

1. оштећења мотора на позицији 1 и
2. оштећења структуре као последица пожара

У ASR – у првој групи оштећења припадају оштећења под редним бројевима 26 и 27, а о оштећењима мотора ће бити детаљније говорено у поглављу 2.3 овог Извештаја.

Оштећења друге групе се могу груписати по основним склоповима:

- склоп левог крила – укупно 17 оштећења (под редним бројем 1 – 6, 12 – 17, 22 – 25 и 28 у ASR) која се односе на аеродинамичке облоге носача закрилаца, панеле, спојлер бр. 5 и његов покретач, торзионе цеви, редуктор, неке лежајеве, заптивке,
- носач мотора - укупно 5 оштећења (под редним бројем 7 - 11 у ASR) која се односе на аеродинамичке облоге носача,
- хидраулични систем – 1 оштећење (под редним бројем 18 у ASR) које се односи на цевоводе,

- електро опрема – 1 оштећење (под редним бројем 19 у ASR) које се односи на сноп проводника и
- систем команди – 2 оштећења (под редним бројем 20 и 21 у ASR) која се односе на уже и његове катуриће

Произвођач је установио да су сва оштећења структуре авиона настала услед прекомерног деловања топлоте као последица отказа мотора и пожара који је том приликом настао.

За већину оштећења (22 од 28) произвођач предвиђа скидање оштећених делова са авиона и замену новим деловима. Код 3 оштећења се предвиђа поправка, а за 3 оштећења (26, 27 и 28) која се односе на сам мотор, скретач млаза и околну структуру се одлука о даљем поступку препушта кориснику авиона (“Customer Responsibility”).

У Прилогу 2 су дате фотографије које су снимљене током поменутог прегледа авиона, а које илуструју део наведених оштећења.

1.4 Штета трећем лицу

У незгоди није причињена материјална штета трећем лицу

1.5 Личне информације/ подаци о посади

- Капетан

Старост:	55 година
Пол:	мушки
Дозвола:	саобраћајног пилота ATPL(A) број 3311004902 издата 16. 02. 1990. године од стране немачких ваздухопловних власти у складу са захтевима JAR-FCL1
Датум првог запослења код компаније:	01. 05. 2007. године
Овлашћење за тип авиона:	важеће до 31. 05. 2009. године
Овлашћење за САТ III:	важеће до 31. 05. 2009. године
Последња провера у лету:	30. 06. 2008. године
Провера стручности за дозволу (LPC):	24. 05. 2008. године
Провера стручности за авио превозника (OPC):	12. 11. 2007. године
Последњи медицински преглед:	29. 10. 2007. године, класа 1, важи до 19. 11. 2008. године
Летачко искуство:	13353 сата лета укупно 1053 сати лета на типу авиона 281 сат лета, све на типу, у задња три месеца (од 01. 07. до 18. 10. 2008. године) 45 сати лета, све на типу, у претходних 30 дана 7.30 сати лета у претходна 24 сата

▪ Копилот

Старост: 24 године
Пол: мушки
Дозвола: професионалног пилота CPL(A) број SE-8406199458 издата 04. 06. 2007. године од стране шведских ваздухопловних власти у складу са захтевима JAR-FCL1

Датум првог запослења код компаније: 15. 03. 2008. године
Овлашћење за тип авиона: важеће до 31. 10. 2008. године
Овлашћење за CAT III: важеће до 31. 10. 2008. године
Последња провера у лету: 19. 06. 2008. године
Провера стручности за дозволу (LPC): са TRTO за овлашћење за тип авиона
Провера стручности за авио превозника (OPC): 12. 04. 2008. године
Последњи медицински преглед: 24. 01. 2008. године, класа 1, важи до 30. 01. 2009. године

Летачко искуство: 750 сати лета укупно
450 сати лета на типу авиона
264 сата лета, све на типу, у задња три месеца (од 01. 07. до 18. 10. 2008. године)
100 сати лета, све на типу, у претходних 30 дана
0 сати лета у претходна 24 сата

▪ Персер

Старост: 32 године
Пол: мушки
Датум првог запослења код компаније као кабинско особље: 15. април 2006. године
Датум постављања на место персера: 01. мај 2008. године

▪ Члан кабинског особља 1

Старост: 37 година
Пол: женски
Датум првог запослења код компаније: 19. април 2008. године

▪ Члан кабинског особља 2

Старост: 20 година
Пол: женски
Датум првог запослења код компаније: 19. април 2008. године

▪ Члан кабинског особља 3

Старост: 23 године
Пол: мушки
Датум првог запослења
код компаније: 15. април 2006. године

1.6 Подаци о авиону и мотору

Тип авиона: Boeing 737-800
Серијски број: 28218
Први лет: 24. 11. 1998. године
Уверење о пловидбености: 34129
Датум издавања уверења: 05. 12. 2007. године
Датум истека уверења: 10. 12. 2008. године
Корисник: XL Airways Germany

Напомена: Уверење о пловидбености је издато 05. 12. 2007. године када је авион имао британску регистарску ознаку G-XLAB, а 28. 04. 2008. године авион је пререгистрован код немачких ваздухопловних власти са ознаком D-AXLF.

Тип мотора: CFM56-7B26
Серијски број мотора: 874281
Датум производње: 07. 05. 1998. године
Датум прве уградње на авион: 22. 05. 1998. године
Укупан број часова рада: 31045
Укупан број циклуса: 11250
Број часова рада од последњег ремонта: 3124
Број циклуса од последњег ремонта: 1243

1.7 Метеоролошке информације

Метар извештај за аеродром Београд у 05.00 UTC:

METAR LYBE 180500Z 17004KT 130V200 0300 R12/0375N R30/1200VP2000 FG SCT003 05/05 Q1026 TEMPO BKN002

Ветар варијабилног правца између 130 и 200 степени, преовлађујући правац из 170 степени, јачине 4 KTS; преовлађујућа хоризонтална видљивост 300 метара, на стази 12: 375 метара, тенденција без промене, на стази 30: 1200 и више од 2000 метара; магла; облаци 2-4/8, доња база на 300 ft; температура 5 и тачка росе 5 степени; притисак на нивоу мора QNH 1026 милибара; у следећа два сата очекује се облачност 5-7/8 и спуштање доње базе на 200 ft.

Метар извештај за аеродром Београд у 05.30 UTC:

METAR LYBE 180530Z 17004KT 0500 R12/0700V1500 R30/P2000U FG SCT003 06/05 Q1026 BECMG 0800

Ветар из 170 степени, јачина 4 KTS; видљивост 500 метара, на стази 12: 700-1500 метара, на стази 30 више од 2000 метара, са тенденцијом пораста; магла; облаци 2-4/8, доња база на 300 ft; температура 6, тачка росе 5 степени; притисак на нивоу мора QNH 1026 милибара; у следећа 2 сата видљивост ће се повећати до 800 метара.

На снази су биле операције при смањеној видљивости категорије II(CAT II); AIP Србија/Црна Гора:

„Операције категорије II(CAT II)

Прецизно инструментално прилажење и слетање са висином одлуке мањом од 60 м (200 ft), али не мањом од 30 м (100 ft) и RVR-ом не мањим од 350 м.“

Метеоролошка ситуација није битно утицала на ток догађаја.

1.8 Навигациона средства и средства комуникације

У време када се незгода догодила сви земаљски радионавигациони уређаји, радарски уређаји, метеоролошки уређаји и уређаји за комуникацију са ваздухопловима, у Обласној и Терминалној контроли летења Београд су били исправни и у функцији.

1.9 Подаци о аеродрому

Аеродром " Никола Тесла " - Београд има полетно слетну стазу дужине 3400 м, чиме је омогућено безбедно слетање и полетање свих типова ваздухоплова.

Аеродром "Никола Тесла " - Београд је VII ватрогасне категорије, тако да располаже обученим особљем, опремом, возилима и сретствима за успешно спасавање и гашење ваздухоплова типа BOEING 737/800 и већих.

1.10 Регистратори лета

На овом авиону систем за запис података се састоји од: уређаја за прикупљање података из авионских система (Flight Data Acquisition Unit – FDAU, произвођач Teledyne controls, P/N 2233000-815, S/N 00479), уређаја за записивање података (Flight Data Recorder – FDR, произвођач Honeywell, P/N 980-4700-042, S/N 7033), уређаја за снимање разговора у пилотској кабини (Cockpit Voice Recorder – CVR, произвођач Fairchild Model FA 2100, P/N 2100-1020-00, S/N 00258).

У даљем тексту ће се за ове уређаје користити одговарајуће скраћенице: FDAU, FDR и CVR.

1.11 Стање на месту незгоде



Слика 1.1

Авион је после гашења пожара, евакуације и спасавања путника и чланова посаде, њиховог одвожења до аеродромске зграде и хлађења мотора и стајног трапа остао још извесно време на месту на коме је слетео (Слика 1.1). Затим је превучен у хангар ЈАТ – Технике.

Све до доласка у ЈАТ – Технику није вршен никакав увид у стање мотора, структуре и инсталација авиона.

1.12 Медицински и патолошки подаци

Није применљиво.

1.13 Подаци о пожару, деловању ватрогасно спасилачке службе и евакуацији

1.13.1 Уочени пожар

Иако је у време пријема обавештења о планираном принудном слетању у зони аеродрома била погоршана видљивост, услови су се у међувремену поправили тако да је контролор летења са торња уочио да је леви мотор авиона у пламену и о томе је обавестио пилота још пре него што је авион додирнуо писту.

1.13.2 Деловање ватрогасно спасилачке службе на гашењу пожара

У то време је на аеродрому било дежурно одељење ватрогасно спасилачке службе које су сачињавали: командир одељења, дежурни телефониста, једно јуришно возило “ПАНТЕР” (возач и два ватрогасца), два главна возила “СКАМЕЛ” (возач и ватрогасац) и “МАГИРУС” (возач и ватрогасац) и техничко возило (возач). Сва возила су била комплетно опремљена припадајућом опремом за спасавање и средствима за гашење пожара.

Табела 1.1

Карактеристике	Јуришно возило “ПАНТЕР”	Главно возило 1 “СКАМЕЛ”	Главно возило 2 “МАГИРУС”
Количина воде (литара)	12500	10000	3500
Количина пенила (литара)	1500	1000	500
Количина праха (кг)	750	-	68
Домет бацача воде (м)	80 (1) 70 (2)	75	70
Капацитет пумпе (л/мин)	6500	6000	4500

У Табели 1.1 су дате карактеристике ватрогасних возила, а на Слици 1.2 је приказан изглед возила “ПАНТЕР”, “СКАМЕЛ” и “МАГИРУС” (с лева на десно).



Слика 1.2

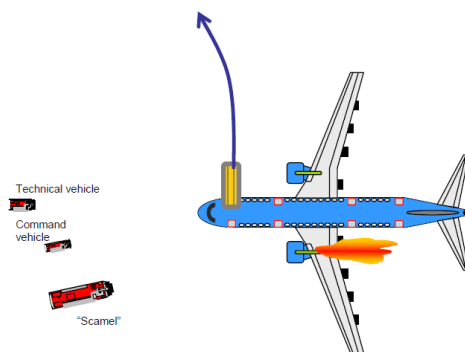
Ватрогасна возила су била распоређена на спојници рулних стаза (TWY) С и D према распореду за принудно слетање, а што је шематски приказано на Слици 1.3.



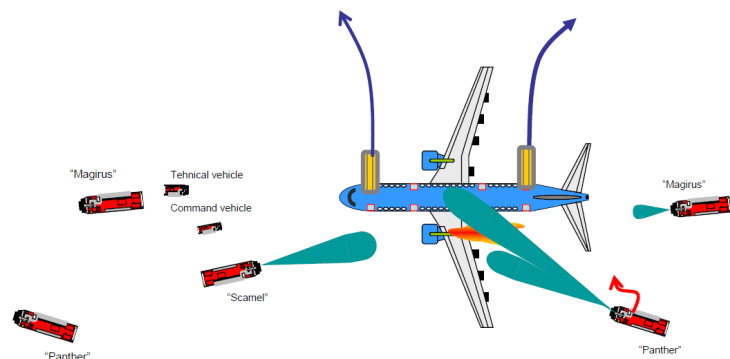
Слика 1.3

Према препорукама са торња, пилот је угашио моторе чим је авион додирнуо полетно – слетну стазу.

Распоред возила око заустављеног авиона је шематски приказан на Слици 1.4, а на Слици 1.5 је приказан начин гашења пожара на левом мотору.



Слика 1.4



Слика 1.5

Пожар на мотору је угашен за око 30 секунди од заустављања авиона. Затим се приступило хлађењу мотора и стајног трапа авиона. Хлађење је трајало са прекидима око 60 минута. На Сликама 1.6 и 1.7 су приказани детаљи операције хлађења структуре авиона.



Слика 1.6



Слика 1.7

За гашење пожара и хлађење стајних органа и мотора утрошено је око 600 литара пенила и 16500 литара воде.

1.13.3 Евакуација и спасавање путника и чланова посаде

Још док се авион припремао за принудно слетање посада је од контроле летења добила информацију о пожару на левом мотору. То је захтевало да посада изврши припреме за евакуацију путника и чланова посаде пошто су се у авиону налазила 182 одрасла путника, 1 дете и 6 чланова посаде, а у резервоарима је било око 7000 литара горива.

Чим се авион зауставио посада је прво отворила предња, а затим и задња врата на десној страни авиона и започела је евакуација путника посредством тобогана. После гашења пожара на мотору, део ватрогасне екипе је помагао у евакуацији путника и чланова посаде, а део је преко мердевина ушао на предња лева врата и вршио претрагу авиона. Током претраге нису нашли никог у авиону, а капетан је задњи напустио авион.

Путници и чланови посаде су евакуисани на травнати терен који раздваја рулну и полетно – слетну стазу. Евакуација свих путника и чланова посаде је завршена за око 40 секунди од тренутка заустављања авиона.

По напуштању авиона, помоћно аеродромско особље је упућивало путнике на место окупљања на рулној стази где су сачекали долазак аутобуса и комби возила. Овим возилима су превезени до аеродромске зграде где им је пружена сва потребна помоћ.

По ове путнике је касније дошао други авион који их је превезао до Анталије.

1.14 Аспекти преживљавања

Није применљиво.

1.15 Испитивања и истраживања

Током рада на истраживању ове незгоде извршена су следећа испитивања и истраживања:

1. Прикупљени су одговарајући подаци, изјаве и извештаји од служби које су директно биле укључене у овај ванредни догађај. Те службе су:
 - аеродромска ватрогасно спасилачка служба,
 - Обласна контрола летења и
 - Терминална контрола летења
2. Прикупљени су од корисника подаци о историји рада мотора и његовом одржавању
3. На лицу места, тј. у хангару ЈАТ – Технике је овлашћена екипа произвођача авиона извршила преглед оштећења авиона, а резултати тог прегледа су дати у оквиру документа AIRCRAFT SURVEY REPORT од 22. 10. 2008. године.
4. У хангару ЈАТ – Технике је скинут оштећени мотор и у присуству произвођача мотора (CFM International) је извршен прелиминарни преглед.
5. Овлашћена служба ЈАТ – Технике извршила бороскопски преглед мотора и о томе издала ИЗВЕШТАЈ СА БОРОСКОПСКЕ ИНСПЕКЦИЈЕ (BSI REPORT) од 21. 10. 2008. године.
6. Стручњаци ЈАТ – Технике су у присуству овлашћеног члана Комисије скинули сирове податке са уређаја за записивање података (Flight Data Recorder – FDR).

7. У сарадњи са немачким ваздухопловним властима, тј. German Federal Bureau of Aircraft Accident Investigation (BFU) је у њиховој одговарајућој лабораторији у Брауншвајгу извршено читавање података са уређаја за записивање података (Flight Data Recorder – FDR) и уређаја за снимање разговора у пилотској кабини (Cockpit Voice Recorder – CVR) у периоду од 24. до 28. 11. 2008. године.
8. Комплетан преглед стања делова, подсклопова и склопова мотора је обављен у овлашћеном сервису SR Technics Switzerland, Engine Service Centar, CFM56 Overhaul Engineering TTEB, CH-8058 Zurich Airport. Расклапање мотора је почело 19. 11. 2008. године, а цео посао је завршен 16. 11. 2009. године када је публикован одговарајући извештај (Engine Shop Visit Report – XL Airways Germany GmbH, GXL C874281 SVN 002, CFMI, CFM56-7B26).
9. У оквиру утврђивања узрока отказа мотора поједине компоненте мотора су послате на даље специјалистичке прегледе и анализе:
 - лежај бр. 4 је послат на детаљан преглед у CFM/Snecma Investigation Laboratory, Villaroche, France,
 - склоп подмазивања (PN: 340-400-004-0) је послат на детаљан преглед код Techspace Aero shop, Liege, Belgium,
 - главни филтер за уље (PN: QA06422) је послат на детаљан преглед у лабораторију фирме Spectro Oil,
 - два узорка уља са магнетних детектора опиљака (PN: 335-296-304-0) су послата на детаљну анализу у исту лабораторију,
 - извршен је детаљан визуелни и бороскопски преглед усисних и повратних водова система за подмазивање, као и улазних и излазних зона компонената, а са карактеристичних места из система за подмазивање је узето 9 узорака уља који су послати на анализу у Exxon Mobil Laboratory, Paulsboro, NJ, USA.

1.16 Трагање и спасавање

Није применљиво.

II АНАЛИЗА НЕЗГОДЕ

2.1 Историја рада мотора и подаци о његовом одржавању

У Табели 2.1 су дати подаци о историји рада мотора и преглед извршених ремонта и поправки. Ове податке је Комисији доставио корисник авиона.

Табела 2.1

TSN	TSO	TSR	CSN	CSO	CSR	INST/REM	A/C POS.	DATE	TAH	LDG	OVH/REP	REMARKS	POWER
0	0	0	0	0	0	----		May 07 1999		0	0	Manufacture Date	26K
0	0	0	0	0	0	INST	G-OKDN#1	May 22 1999		0	0	installed on new aircraft	26K
8071	8071	8071	3357	3357	3357	REM	G-OKDN#1	Feb 08 2001	8071	3357	----	engine interchange	26K
8071	8071	8071	3357	3357	3357	INST	G-OKDN#2	Feb 08 2001	8071	3357	----	engine interchange	26K
8071	8071	8071	3357	3357	3357	----	G-XLAA#2	Mar 14 2001	8071	3357	----	A/C Registration change	26K
11443	11443	11443	4445	4445	4445	REM	G-XLAA#2	Dec 18 2001	11443	4445	----	HPT Blade damage	26K
11443	11443	0	4445	4445	0	INST	G-XLAA#1	Jan 21 2002	11738	4542	REP		26K
25274	25274	13831	9186	9186	4741	REM	G-XLAA#1	Nov 25-2005	25687	9233	REP	Reason?	26K
25274	25274	13831	9186	9186	4741	INST	G-XLAB#1	Nov 30-2005	24406	8652	----		26K
25592	25592	14149	9308	9308	4863	REM	G-XLAB#1	Jan 26 2006	24724	9674	REP		26K
25592	25592	0	9308	9308	0	INST	G-XLAC#2	Jul 26 2006	20836	7143	REP		26K
27919	27919	2327	10007	10007	699	REM	G-XLAC#2	Apr 26 2007	23183	7842	REP	Performance Restoration by SRT ZRH	26K
27919	27919	0	10007	10007	0	INST	G-XLAB#1	Oct 12 2007	30802	10624	REP		26K
28898	28898	987	10568	10568	561	----	D-AXLF#1	Apr 28 2008	31789	11195	----	Registration Change	26K
31045	31045	3123	11250	11250	1243	REM	D-AXLF#1	Oct 22 2008	33925	11887	----	Tail Pipe Fire ESV at SRT (possible warranty)	26K
31045	0	0	11250	0	0	INST	D-AXLG#2	July 08-2009	36295	13131	OVH	Engine completely overhauled and installed by SRT	26K
31242	197	197	11325	75	76	----		July 31-2009	36482	13208	----	monthly reports	26K
32083	1018	1018	11628	378	378	----		Nov. 30-2009	37393	13609	----	monthly reports	26K

Мотор CFM56-7B26 са серијским бројем 874281 је као нов уграђен на позицију бр. 1 на авиону Boeing 737-800, серијски број 28226, регистарска ознака G-OKDN.

После 8071 сат рада и 3357 циклуса мотор је на истом авиону постављен на позицију бр. 2, а авион је истовремено и променио регистарску ознаку на G-XLAA.

После додатна 3372 (укупно 11443) сата рада и 1088 (укупно 4445) циклуса мотор је ишао на ремонт у овлашћену радионицу Snecma Service Saint-Quentin-en-Yvelines због потребе замене система лопатица на турбини високог притиска. Том приликом извршене су још неке интервенције на склопу ротора турбине високог притиска, као и на статору турбине високог притиска.

После обављеног ремонта мотор је на истом авиону постављен на позицију бр. 1.

После додатних 13831 (укупно 25274) сата рада и 4741 (укупно 9186) циклуса мотор је уграђен на позицију бр. 1 на авиону Boeing 737-800, серијски број 28218, регистарска ознака G- XLAB.

Према горњој Табели мотор је ишао на ремонт и после додатних 318 (укупно 25592 и од последњег ремонта 14149) сати рада и 122 (укупно 9308 и од последњег ремонта 4863) циклуса. О том ремонту нема детаљних података.

После тог ремонта мотор је уграђен на позицију бр. 2 на авиону Boeing 737-81Q, серијски број 29051, регистарска ознака G- XLAC.

После додатних 2327 (укупно 27919) сати рада и 699 (укупно 10007) циклуса, мотор је скинут са тог авиона и послат на ремонт у овлашћену моторску радионицу SR Technics Switzerland. Разлог за ремонт је био успостављање перформанси мотора и отклањање квара насталог услед контакта између статора и ротора. Сви делови за које се указала потреба су оправљени или замењени новим. Том приликом је замењен и куглични лежај бр. 3.

После тог ремонта мотор је поново враћен на позицију бр. 1 авиона са регистарском ознаком G- XLAB. Тај авион је у међувремену променио регистарску ознаку на D-AXLF.

2.2 **Анализа записа регистратора лета**

2.2.1 **Анализа записа са FDR**

Немачка институција који се бави истраживањем удеса у цивилном ваздухопловству има у свом саставу лабораторију која се бави читавањем података са FDR и CVR.

Сирови подаци који су у облику бинарног записа скинути у ЈАТ – Техници са FDR нису омогућавали анализу података. Због тога се Комисија обратила овлашћеном представнику ВФУ да се у њиховој лабораторији обави превођење бинарног записа у инжињерске јединице што омогућава анализу записа и приказ резултата у облику табела и графика.

Записани подаци прочитани са FDR су припремљени у облику графика и табела. Припремљени су и Комисији достављени следећи графици:

- **OVERLOOK** – график даје преглед целог лета од момента полетања до слетања са основним параметрима лета: UTC време, висина, CAS брзина, heading угао и EGT (*Exhaust Gas Temperature – температура издувних гасова*) температура за оба мотора,
- **INCIDENT** – график даје основне параметре оба мотора од момента када се јавио проблем на мотору бр. 1 (05:17:10 UTC) па до завршетка лета (05:46:37 UTC): UTC време, висину, N1 и N2 оба мотора, EGT оба мотора.
- **DESCENT** – график даје основне параметре лета и положај командних површина у фази спуштања авиона: UTC време, висину, CAS брзину, вертикално убрзање (g), углове heading, roll, pitch и rudder и активирање VHF предаје капетана
- **FLIGHT** - график даје основне параметре лета и положај командних површина током целог лета: UTC време, висину, CAS брзину, вертикално убрзање (g), углове heading, roll, pitch и rudder и активирање VHF предаје капетана
- **ENG-L_cor** – график даје битне параметре мотора бр. 1 и ниво вибрација на њему: UTC време, N1 и N2, EGT оба мотора, положај ручице траста (TRA – Thrust Resolver Angle), параметри вибрација на разним степенима мотора (CN2 – вибрације на компресору високог притиска, TN1 - вибрације на турбини ниског притиска и TN2 - вибрације на турбини високог притиска), параметри уљног система (температура, притисак и количина уља) и стање аутоотротла (engaged или не)
- **THRUST_INC** – график даје основне параметре лета и параметре мотора у фази полетања: протекло време, CAS брзину, висину, N1 и EGT оба мотора, стање аутоотротла (engaged или не)
- **VIB_INC** - график даје све параметре вибрација мотора бр. 1 у току инцидентне фазе лета: UTC време, висина, N1 и N2 мотора бр. 1, EGT оба мотора, CN2 – вибрације на компресору високог притиска, TN2 - вибрације на турбини високог притиска и углови дебаланса на фену и турбини ниског притиска
- **VIBRATION** - график даје све параметре вибрација и притиска мотора бр. 1 у току инцидентне фазе лета: UTC време, висина, CN1 – вибрације на компресору ниског притиска, CN2 – вибрације на компресору високог притиска, углови дебаланса на фену и турбини ниског притиска, TN1 - ниво вибрација на турбини ниског притиска, TN2 – ниво вибрација на турбини високог притиска,

упоредно притисак уља оба мотора, температура уља оба мотора, EGT оба мотора

- **VIBRATION-INC-R_COR** - график даје све параметре вибрација и притиска мотора бр. 2 у току инцидентне фазе лета: UTC време, висина, N1 и N2, CN2 – вибрације на компресору високог притиска, угао дебаланса на фену, угао дебаланса на турбини ниског притиска, TN2 – ниво вибрација на турбини високог притиска, EGT оба мотора

Сви наведени графици су дати у Прилогу 3 овог Извештаја.

Избор приказаних параметара је прављен тако да се прате параметри мотора који су почели да се мењају од тренутка када се догодио инцидент са мотором бр.1 (05:17:10 UTC). До тог тренутка оба мотора су по свим снимљеним параметрима имала исто понашање.

Понашање мотора бр. 1 по битним параметрима је од тог тренутка било следеће:

- Број обртаја N1:
 - пре инцидента број обртаја био 88%,
 - у следеће 4 секунде је опао на 58%,
 - у наредних око 30 секунди се попео уз извесна колебања на 90%,
 - у наредних око 80 секунди број обртаја се постепено спушта на 76%,
 - наредних 10 минута број обртаја је константан, тј. 75% - 76%,
 - у наредних нешто више од 30 секунди број обртаја пада на 36%,
 - наредних око 16 минута број обртаја се креће између 31% и 37%,
 - последњих око 90 секунди долази до пада броја обртаја практично на 0
- Број обртаја N2:
 - пре инцидента број обртаја био 91%
 - у следеће 4 секунде је опао на 83%,
 - у наредних око 30 секунди вратио на 92% уз извесна колебања,
 - у наредних око 80 секунди број обртаја се постепено спушта на 86%,
 - наредних 10 минута број обртаја је константан, тј. 86% - 88%,
 - у наредних нешто више од 30 секунди број обртаја пада на 72%,
 - наредних око 16 минута број обртаја се креће између 72% и 79%,
 - последњих око 90 секунди долази до пада броја обртаја на 15%
- Ниво вибрација на компресору ниског притиска (CN1):
 - пре инцидента ниво вибрација је био устаљен на вредности 0.2,
 - од тренутка инцидента ниво вибрација није био изражен (< 0.5) више од 17 минута,
 - од тада доста осцилује око те вредности да би достигао вредност 1 у току следећа 3.5 минута,
 - до краја лета ниво вибрација осцилује око те вредности достижући максималну вредност 2.7
- Ниво вибрација на компресору високог притиска (CN2):
 - пре инцидента ниво вибрација је био устаљен (0.2),
 - у тренутку инцидента ниво вибрација нагло скаче (вредност 1 до 1.1) у трајању од око 10 секунди
 - у току наредних 20 секунди ниво вибрација се спушта на уобичајену вредност (0.3),

- следи нови скок до нивоа 1.1 у наредних око 60 секунди,
 - у наредна 3 минута се ниво вибрација смањује на вредност 0.2 до 0.3,
 - у наредних 7.5 минута се ниво вибрација постепено појачава до вредности 1.2,
 - следи краткотрајно (око 30 секунди) осциловање нивоа вибрација са пиком на вредности 1.5,
 - у наредних око 90 секунди се ниво вибрација углавном креће око уобичајене вредности (0.2 до 0.3),
 - у наредних око 90 секунди следи нови скок нивоа вибрација до вредности 1.8 и пад на вредност 0.1,
 - у наредних око 120 секунди следи нови скок нивоа вибрација до вредности 1.9 и пад на вредност 0.3,
 - наредних око 9.5 минута ниво вибрација осцилује са највећом достигнутом вредношћу 1,
 - у задњих око 40 секунди следи још један скок нивоа вибрација до вредности 1.6 и пад на вредност 0.4
- Ниво вибрација на турбини ниског притиска (TN1):
 - пре инцидента ниво вибрација је био устаљен на вредности 0.1 до 0.2,
 - од тренутка инцидента ниво вибрација се око 18 минута кретао између вредности 0 и 0.3,
 - у наредна око 3 минута ниво вибрација осцилује између вредности 0 и 0.9,
 - у наредних око 50 секунди следи скок нивоа вибрација на вредност 2.1 и пад на вредност 0.4,
 - у наредних око 25 секунди следи још један скок нивоа вибрација на вредност 2.5 и пад на вредност 1,
 - у следећих 10 – ак секунди ниво вибрација нагло скаче на вредност 3 и та вредност се задржава око 25 – 30 секунди,
 - у следећих 20 – ак секунди ниво вибрација расте на вредност 3.7 и та вредност се задржава 60 секунди,
 - за наредних 5 – 6 секунди ниво вибрација расте на вредност 4.1 и вредност 4.1 до 4.2 се задржава око 90 секунди,
 - у наредних око 45 секунди ниво вибрација се постепено смањује на вредност 3.7,
 - у наредних 20 - ак секунди ниво вибрација се нагло смањује на вредност 0.3,
 - у наредних 20 - ак секунди ниво вибрација расте на вредност 3.2,
 - у задњих око 80 секунди ниво вибрација осцилује између вредности 3.2 и 3.7
 - Ниво вибрација на турбини високог притиска (TN2):
 - пре инцидента ниво вибрација је био устаљен на вредности 0.4 до 0.5,
 - у тренутку инцидента ниво вибрација нагло скаче на вредност 1.5,
 - у наредних око 20 секунди ниво вибрација се постепено смањује на вредност 0.9,
 - у наредних 60 – ак секунди ниво вибрација осцилује између вредности 0.8 и 1.1,
 - у наредних више од 10 минута ниво вибрација се постепено повећава на вредност 1.5 и пада на вредност 1,

- у наредна нешто мање од 3 минута ниво вибрација се нагло повећава на вредност 1.9 и постепено пада на вредност 1.1,
 - у наредних 30 – ак секунди ниво вибрација се постепено повећава на вредност 2,
 - наредних око 12.5 минута ниво вибрација осцилује између вредности 1.9 и 2.9, с тим што на истеку овог временског периода ниво вибрација пада на вредност 1.4,
 - у наредних 30 – ак секунди ниво вибрација се нагло повећава на вредност 4 да би исто тако нагло пала на вредност 0.3 у последњих 15 – ак секунди.
- Притисак уља:
 - притисак уља пре инцидента је био 49 psi,
 - у тренутку инцидента долази до пада притиска на 40 psi,
 - у наредних око 25 секунди притисак је скочио на 53 psi да би затим за 25 секунди пао на 43 psi,
 - у наредних нешто мање од 11 минута притисак се благо повећавао до 49 psi,
 - у наредних 35 секунди притисак нагло пада на 33 psi,
 - до овог тренутка промене притиска уља су првенствено биле проузроковане променама брзине обртања, а секундарни узрок су промене температуре уља,
 - у наредних око 11.5 минута следи постепени пад притиска на 28 psi,
 - у наредна 3.5 минута притисак пада практично на нулу,
 - до краја рада мотора (више од 2 минута) се задржава такво стање
 - Количина уља:
 - количина уља пре инцидента је била 15 – 16 US qt,
 - та количина уља се задржава и наредних око 15 минута,
 - у наредних око 8 минута количина уља се постепено смањује до нуле,
 - последњих скоро 6 минута мотор ради без уља

Ова запажања се могу сажети у неколико важних чињеница:

- до првог поремећаја параметара рада мотора (нагли пад броја обртаја оба вратила, скок нивоа вибрација на компресору и турбини високог притиска, пад притиска уља) је дошло у току неколико секунди после 5:17:10 UTC,
- у тим тренуцима прорадила је заштита која спречава гашење мотора (“N1 limit” убрзање је активирано, “Flame out protection” је постало активно, “Ignition system” је постало активно) и све је трајало око 15 секунди
- друга велика промена параметара (нови скок нивоа вибрација на оба компресора и обе турбине, нови пад притиска и количине уља, значајно повећање EGT температуре) десила се око 15 минута после прве
- у даљих 15 – 20 минута долази до потпуног отказа мотора: сви нивои вибрација остају са знатно повећаним вредностима у односу на нормалне, количина и притисак уља падају на нулу, а EGT температура је знатно већа него код мотора бр. 2
- током целог лета, осим последње фазе (после другог скока нивоа вибрација) није било: индикације пожара, повећане EGT температуре, пада притиска уља, губитка количине уља, упозорења “Master Caution”, аларма о повећаном нивоу

вибрација, ниском притиску уља или високој температури уља или високој EGT температури.

- у последњој фази отказа мотора, око UTC 5:42:00, тј. око 25 минута после почетка инцидента и 5 минута пре завршетка рада мотора, јавио се аларм високог нивоа вибрација турбине ниског притиска (> 4.1)
- по слетању и заустављању, капетан је по наређењу контроле летења угасио оба мотора, али у тој последњој фази лета није било индикације пожара на мотору.

2.2.2 Анализа записа са CVR

Очитавање података са CVR је урађено у истој лабораторији након обраде података са FDR. Ти подаци су преведени у облик који дозвољава преслушавање (mp3 фајлови) и прављење транскрипта разговора у пилотској кабини током критичног периода лета, тј. од тренутка када се јавио проблем са левим мотором па до слетања и заустављања авиона.

Током анализе ових записа је установљено да је 28 минута говорног записа са лета који је анализиран избрисано. Само срећном околношћу да CVR инсталиран на овом авиону меморише последња 2 сата лета (према важећим прописима дужина записа коју бележи CVR мора бити бар 30 минута) било је могуће извршити реконструкцију критичне фазе лета у којој су се јавили проблеми на левом мотору.

До брисања говорног записа је дошло зато што је у неком моменту током рада на овом авиону, после слетања на београдски аеродром, било прикључено екстерно напајање пре скидања CVR са авиона. Екстерно напајање је аутоматски активирало CVR и тако је избрисано 28 минута најстаријег дела записа, тј. од 2 сата пре гашења мотора до 1 сат и 32 минута пре гашења мотора. Разговор у кабини који је био интересантан за ову незгоду је трајао последњих око 30 минута.

Транскрипт разговора у пилотској кабини је дат у Прилогу 4 овог Извештаја.

Због чињенице да се највећи део комуникације међу члановима посаде обављао на немачком језику (осим комуникације са контролом летења која је обављана на енглеском језику) извршен је превод транскрипта разговора на српски језик.

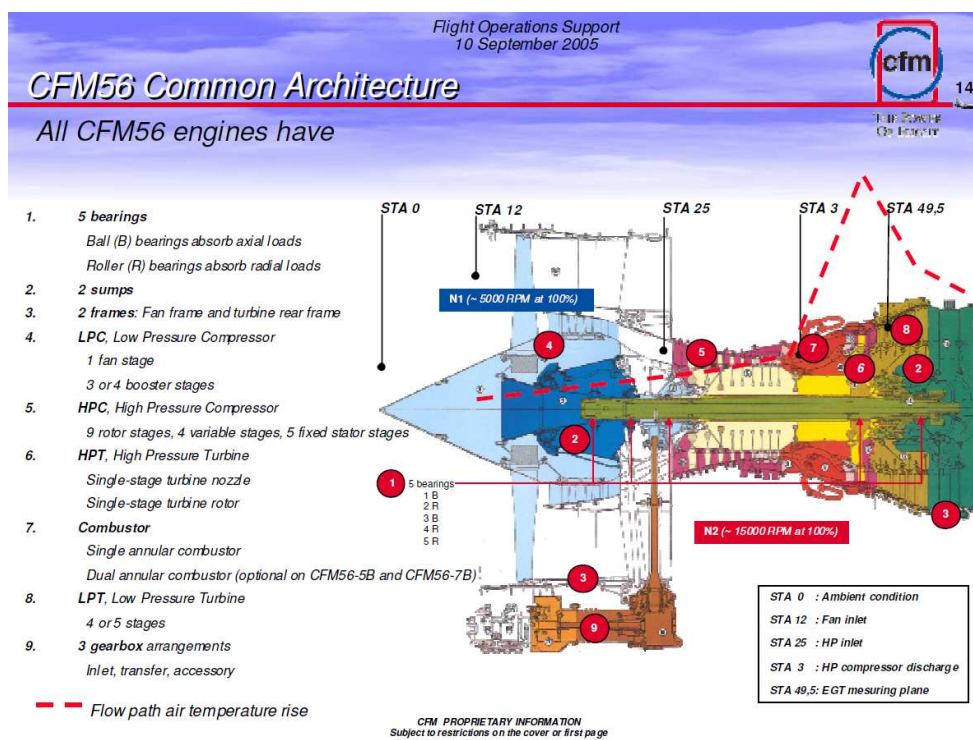
На основу прочитаног транскрипта разговора може се закључити следеће:

- Од тренутка када је посада утврдила да има проблеме са мотором број 1 прошло је 15 минута у току којих је посада декларисала стање опасности (“distress”), одабрала алтернативни аеродром за принудно слетање и започела прилаз, када је први официр подсетио пилота да би требало да погледају check - листе. До краја лета посада није користила check - листе.
- Од тренутка одлуке да слете на београдски аеродром (LYBE) посада није од контроле летења тражила временске податке за београдски аеродром, већ је након 16 минута и на висини 14200 стопа контролор сам понудио податке о тренутном времену на београдском аеродрому. У том тренутку су биле на снази операције при смањеној видљивости CAT II са видљивошћу дуж полетно слетне стазе која је довољна за слетање у CAT I.
- Не узимајући у обзир константан проблем са мотором и не користећи check - листе посада одлучује да слетање изврши са отклоном закрилаца од 40 степени што је стандардна конфигурација за слетање са два мотора.

- Посада је 54 секунде пре слетања констатовала да је мотор број 1 отказао и наставили су слетање са постојећом конфигурацијом.
- Посада је доста времена потрошила бавећи се укуцавањем података у FMC пошто у бази података нису имали податке о београдском аеродрому.
- То је један од могућих узрока горе наведених пропуста.
- Контрола летења је благовремено и по процедурама била добра подршка и помоћ посади и у многоме допринела да се лет и евакуације одраде успешно и без жртава.
- Посада је користила call out - е у складу са општим стандардима и очигледно сво време држала под контролом ваздухоплов.

2.3 Анализа извршених прегледа мотора

На Слици 2.1 је дат пресек мотора CFM56 са основним склоповима које имају све варијанте овог мотора.



Слика 2.1

2.3.1 Прелиминарни преглед мотора

Овај преглед је извршен у просторијама ЈАТ – Технике у присуству представника произвођача мотора (CFM International) непосредно после скидања оштећеног мотора са авиона. Извештај са тог прелиминарног прегледа мотора је дат у Прилогу 5 овог Извештаја.

Том приликом су извршени следећи радови:

- Прикупљена документација оштећеног мотора са серијским бројем 874281:
 - Извештај о последњем Дневном прегледу и Претполетном прегледу,
 - Подаци система за праћење параметара рада мотора (ETMD system),

- Извештај о потрошњи уља у мотору,
 - Последњи Извештај о прегледу (контроли) детектора опиљака и
 - Последњи Извештај о радовима у радионици (мотор скинут и послат у радионицу)
- Преглед мотора:
 - Визуелни преглед свих доступних површина мотора,
 - Преглед мотора бороскопом,
 - Узет узорак уља из филтера повратног уља,
 - Узет узорак уља из предњег повратног вода (на месту магнетног детектора опиљака)
 - Прегледана запрљаност магнетних детектора опиљака
 - Прегледана запрљаност уљних филтера

На основу извршених прегледа установљено је следеће стање:

- За мотор са серијским бројем 874281 су утврђене наредне величине:
 - укупно време рада у лету: 31031 сати
 - укупан број циклуса у лету: 11245,
 - број упућивања у радионицу на преглед и оправку: непознат,
 - време рада од последњег прегледа у радионици: 3110 сати,
 - број циклуса од последњег прегледа у радионици: 1238.

Напомена: Комисија није могла да утврди разлог извесне неусаглашености између ових података и одговарајућих, званично добијених, података датих на странама 8 и 14 Завршног извештаја.

- Спољашње стање мотора је доста добро.
- Филтер уља повратног вода у добром стању.
- Магнетни детектори опиљака запрљани опиљцима релативно великих димензија.
- Узорак уља узет на месту предњег детектора опиљака не изгледа као да је у питању чисто уље (100%). Није мирисало на гориво. Ово може бити последица продуженог прскања водом од стране ватрогасаца.
- Мотор има видљиве трагове горења на кабловима и цевима (потисни водови уља и водови повратног уља) у мотору и на доњој страни турбинског дела.
- Нису евидентирана оштећења од упада страног тела. Лопатице фенског кола без знакова упада страног тела. Кућиште фенског кола и компресора ниског притиска, кућиште мотора и делови мотора без трагова унутрашњег или спољашњег цурења уља.
- У унутрашњем кућишту турбине нађена мала количина уља
- Унутар уводних лопатица турбине високог притиска нађено уље и трагови горења.
- Ротор N1 и N2 се руком окрећу искључиво заједно (N2 ротор се не може окретати самостално, без окретања ротора N1) .
- Нађена мала количина намагнетисаних делова на месту предњег усиса повратног уља

- Нађена велика количина намагнетисаних делова на месту задњег усиса повратног уља.
- У уљним филтерима нема присуства страних материјала
- У резервоару уља је нађено приближно 3 литра уља.
- Прегледом бороскопом су откривена тежа оштећења на лопатицама 1. до 9. степена компресора високог притиска, лопатицама турбине високог притиска и на лопатицама 1. до 3. степена турбине ниског притиска.

Посебно је наглашено прекомерно хабање крајева свих лопатица компресора високог притиска, већином на 2., 3. и 6. степену, а исто тако је утврђено да недостају делови завршетака пера лопатица на излазној ивици и вишеструка оштећења од удараца у лопатице.

На лопатицама турбине високог притиска су регистрована прекомерна хабања крајева лопатица и црне наслаге. Није регистрован недостатак неке од лопатица.

Брзим прегледом лопатица турбине ниског притиска су регистроване наслаге материјала на лопатицама и извесне црне наслаге.

На лопатицама фенског кола и бустера (компресора ниског притиска) нема оштећења. У комори саогревања је нађена мала количина ситних делова. Такође су нађени трагови пене за гашење у комори сагоревања, турбини високог и ниског притиска.

Фотографије снимљене током бороскопског прегледа дате су у Прилогу 6 овог Извештаја.

На основу обављеног прегледа, као и на основу неких ранијих искустава, донети су следећи закључци:

- Сматра се да је највероватнији узрок престанка рада мотора у лету лом лежаја број 4.
- Узорци уља из мотора и детектори опиљака ће бити послати на даљу анализу,
- Корисник авиона је захтевао растављање и испитивање мотора у овлашћеној моторској радионици што би требало да утврди тачан разлог отказа мотора.

2.3.2 Преглед мотора у овлашћеној моторској радионици

Оштећени мотор је пребачен у овлашћену моторску радионицу SR Technics Switzerland, Engine Service Centar, CFM56 Overhaul Engineering TTEB, CH-8058 Zurich Airport.

Радови на расклапању мотора почели су 19. 11. 2008. године, а извештај (Engine Shop Visit Report) о извршеном прегледу је завршен 16. 11. 2009. године. Тај извештај је дат у Прилогу 7 овог Извештаја.

Приликом пријема мотора у радионицу извршена је улазна контрола, тј. преглед при пријему. Том приликом констатовано је следеће:

- Уље у уљном резервоару – мирис и изглед уља нису нормални
- Уље у кућишту главног редуктора и у кућишту трансмисионог редуктора - мирис и изглед уља нису нормални
- Главни уљни филтер – визуелно чист; уље мирише, тј. смрди
- Преглед уља у повратном воду:

- предња повратна грана – недостаје
- задња повратна грана – недостаје
- повратна грана уља из главног и трансмисионог редуктора – недостаје
- Филтер за гориво – чист
- Филтер повратног уља из IDG (*Integrated drive generator*) редуктора – чист
- Уље у IDG редуктору – чисто
- Филтер хидроуља – чист
- Магнетни чеп у стартеру – чист
- Уље у стартеру – чисто

Извршен је и комплетан преглед бороскопом и утврђено је следеће стање:

- Компресор ниског притиска (бустер): лопатице на свим степенима имају наслаге од продуката сагоревања
- Компресор високог притиска:
 - 1. степен – трошење на крајевима лопатица
 - 2. степен – трошење на крајевима лопатица и наслаге на површинама аеропрофила
 - 3. и 4. степен – трошење на крајевима лопатица
 - 5. степен – трошење на крајевима лопатица, одломљени углови на врху пера лопатица на страни излазних ивица, места кидања материјала на нападним ивицама лопатица, зарези на нападним ивицама, деформације нападне ивице
 - 6. степен – трошење на крајевима лопатица, одломљени углови на врху пера лопатице у делу излазне ивице, деформације и закривљења нападне ивице
 - 7., 8. и 9. степен - трошење на крајевима лопатица
- Комора сагоревања:
 - кућиште са деловима – нису евидентирана значајна запажања
 - унутрашњи прстен коморе - нису евидентирана значајна запажања
 - спољашњи прстен коморе - нису евидентирана значајна запажања; наслаге на на позицији 6.00, тј. на доњој страни
- Статор турбине високог притиска: нису евидентирана значајна запажања
- Лопатице турбине високог притиска: трошење на крајевима лопатица
- Спољни абразиони заптивни прстен турбине високог притиска: знаци хабања
- 1. степен статора турбине ниског притиска: наслаге, честице метала
- Лопатице 1. – 4. степена турбине ниског притиска: на свим степенима наслаге продуката сагоревања
- 2. – 4. степен статора турбине ниског притиска: нису евидентирана значајна запажања
- Спољни абразиони заптивни прстен турбине ниског притиска: нису евидентирана значајна запажања
- Поклопац филтера повратног уља (оштећен навој) и детектори опиљака нису примљени са мотором, тј. нису били на мотору када је примљен у радионицу

- Уље мирише и не изгледа нормално

Након расклапања мотора извршен је увид у стање свих делова и склопова мотора. При томе је, на основу стања делова, оцењено опште стање 17 великих склопова мотора. Стање сваког дела је оцењивано једном од 4 следеће словне ознаке:

- S: исправан део – враћа се у одговарајући склоп без оправке,
- N: нормално истрошен део – трошење дела је у очекиваним границама; такав део се поправља,
- E: прекомерно истрошен део - трошење дела је преко очекиване границе; такав део се мења новим и
- F: посебни налази (оштећење захтева специјалну оправку/лом дела/оштећење од упада страног тела/делови оштећени током транспорта)

На основу стања делова за 11 склопова је утврђено да су у стању нормалног трошења (N), а за 6 склопова да су у стању прекомерног трошења (E).

Склопови чије је опште стање оцењено као стање нормалне истрошености су:

- 21X74281: Коло фена и компресор ниског притиска (сви делови су у стању S или N)
- 22X74281: Склоп лежаја број 1 и 2 (сви делови су у стању S или N)
- 23X74281: Кућиште секундарне струје (5 делова је у стању N, 2 дела у стању E и 1 у стању F)
- 32X74281: Статор предњег дела компресора високог притиска стању (сви делови су у стању N)
- 41X74281: Кућиште коморе сагоревања (сви делови су у стању N)
- 42X74281: Комора сагоревања (сви делови су у стању S или N)
- 51X74281: Лопатице уводника ваздуха турбине високог притиска (сви делови су у стању S или N)
- 56X74281: Унутрашње кућиште турбине (сви делови су у стању N)
- 62X74281: Преносни редуктор (сви делови су у стању S или N)
- 63X74281: Главни редуктор агрегата (8 делова је у стању S или N, 1 део је у стању E)

Склопови чије је опште стање оцењено као стање превелике истрошености су:

- 31X74281: Ротор компресора високог притиска (5 делова у стању N, 2 дела у стању E)
- 52X74281: Ротор турбине високог притиска (5 делова у стању E, 2 дела у стању S)
- 53X74281: Статор турбине високог притиска (2 дела у стању E, 2 дела у стању N)
- 54X74281: Турбина ниског притиска (4 дела у стању E, а 4 дела у стању S или N)
- 55X74281: Склоп вратила турбине ниског притиска (4 дела у стању E, 2 дела у стању S)
- 61X74281: Редуктор у уводнику ваздуха (3 дела у стању E, 5 делова у стању S или N)

За склоп 33X74281: Статор задњег дела компресора високог притиска постоји неусаглашеност у општој оцени стања у сумарном прегледу стања склопова (поглавље 2.6 у Прилогу 7) и у подацима за делове тог склопа (поглавље 3.6 у Прилогу 7).

Према опису оштећења делова највећа оштећења су:

- 31X74281: Ротор компресора високог притиска
 - на појединим степенима оштећени врхови лопатица (Слика 2.2)



Слика 2.2

- 52X74281: Ротор турбине високог притиска
 - на свим лопатицама нађена бројна оштећења и велико хабање врхова тако да се морају бацити (Слика 2.3),
 - држач лопатица поломљен,
 - на задњем вратилу нађени трагови прегревања и прелома тако да се мора бацити (Слика 2.4)



Слика 2.3



Слика 2.4

- 55X74281: Склоп вратила турбине ниског притиска
 - на вратилу установљено велико хабање и металне наслаге,
 - на лежају бр. 4 установљена бројна и велика оштећења: спољашњи и унутрашњи прстен уништени; ваљчићи похабани, изгорели, деформисани, а неки и недостају,
 - заптивка лежаја бр. 4 изузетно похабана

На Слици 2.5 је приказан изглед склопа унутрашњег прстена, ваљчића и кавеза, а на Слици 2.6 је приказан изглед јако оштећеног спољашњег прстена.



Слика 2.5



Слика 2.6

2.3.3 Посебна испитивања моторских компоненти и уља

У овом делу извештаја су дати само основни налази извршених специјалних испитивања и анализа моторских компоненти и уља која су наведена у тачки 9. Поглавља 1.15 овог Извештаја.

Иначе, за свако од ових испитивања постоје посебни извештаји који се, као референтни документи [2] – [7], наводе у документу Engine Shop Visit Report (Прилог 7). Комисији су ови документи били доступни, а овде су дат само изводи, тј. закључци произашли из тих испитивања.

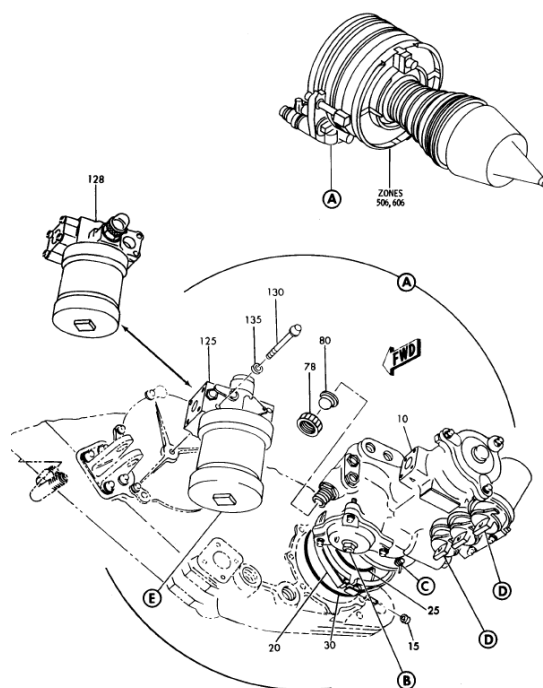
- Резултати лабораторијских испитивања лежаја бр. 4 се могу свести на следећих неколико чињеница:
 - лежај је уграђен у нови мотор, тј. број сати и број циклуса рада лежаја одговара укупном броју сати и циклуса рада мотора,
 - код спољашњег прстена видљива дубока прскотина дужине 78 милиметара; на месту те прскотине микроструктура материјала показује трагове лома на замор; тврдоћа материјала у границама; не виде се оштећења настала при монтажи
 - на унутрашњем прстену похабана путања ваљчића,
 - на ваљчићима видљиво неколико пукотина, али нема континуалних прскотина; постоје заравњења на спољашњој површини; пречници ваљчића унутар граница, осим код једног комада; микроструктура не показује знаке прегревања материјала; тврдоћа материјала у границама,
 - кавез пукао на неколико места

На основу извршених анализа закључено је да је основни узрок лома лежаја распрскавање спољашњег прстена услед замора материјала.

- Склоп подмазивања и његов положај на мотору су приказани на Слици 2.7.

Утврђено је заглављивање погонског вратила уређаја после сваких 7 обртаја као и запрљаност тамним, лепљивим уљем. Димензиона контрола је потврдила да су све димензије унутар допуштених граница.

На основу испитивања је утврђено да је склоп подмазивања функционисао све време лета (нема поломљених делова), перформансе пумпе су у нормалним границама и наслага тамног уља су се највероватније појавиле после лома лежаја, а због рада мотора са мало уља и без уља.

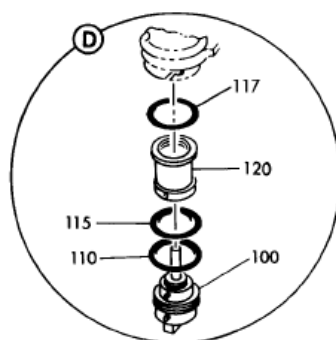


Слика 2.7

- Анализом улошка филтера уља утврђено је присуство честица разних метала и неметала: волфрам, хром, никл, ванадијум, манган, алуминијум, молибден, гвожђе, титан, итд. Пронађени су трагови метала који по саставу одговарају челику М50 од кога је израђен спољашњи прстен моторског лежаја бр. 4.
- Склоп магнетног детектора опилака (деталј D на Слици 2.7) је приказан у разбијеном облику на Слици 2.8.

За анализу су узета 2 узорка уља из средњег детектора са предње повратне гране. У једном од њих су нађене изузетно велике количине примеса гвожђа, хрома, молибдена, никла, ванадијума, алуминијума, титана и силикона.

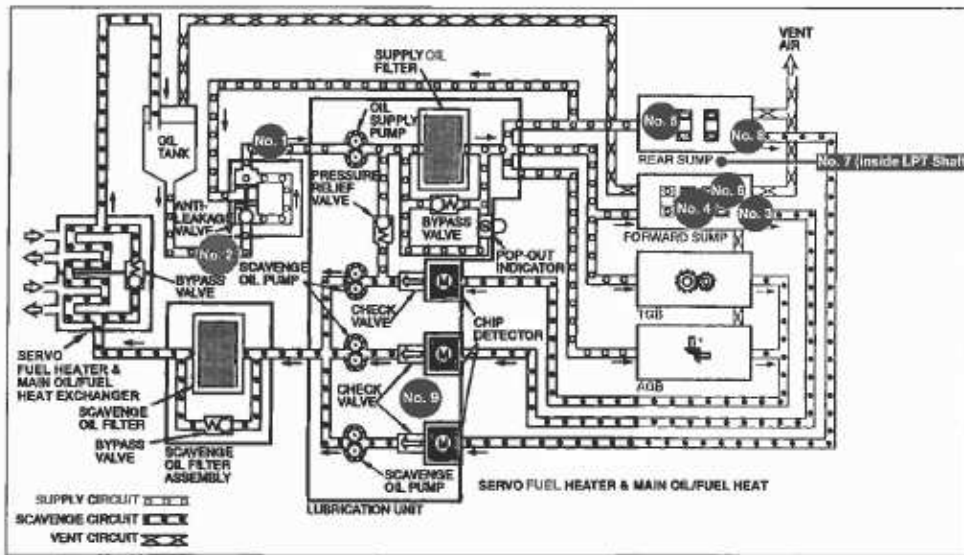
У другом узорку су нађене изузетно велике количине примеса гвожђа, никла и силикона. Вискозитет уља је забрињавајући, а има и велики проценат воде.



Слика 2.8

- Детаљним визуелним и бороскопским преглед усисних и повратних вода система за подмазивање, као и улазних и излазних зона компонента нису утврђени било какви налази. Једино је утврђена сметња обраћању погонског вратила склопа подмазивања.

На Слици 2.9 је шематски приказан систем за подмазивање са обележеним местима са којих су током растављања мотора узети узорци уља за анализу.



Слика 2.9

Прво је извршен визуелни преглед узорака. Неки узорци су имали светло наранџасту боју, неки су били тамно наранџасто – браон, а један је био мешавина тамно сивог уља преко слоја безбојне, провидне воде.

Ове различите боје узорака су протумачене као последица тога што уље није кружило кроз систем после отказа мотора, па те разлике потичу од различитих температура делова мотора. Иначе, током нормалног рада мотора уље се брзо креће кроз систем што има за последицу уједначену боју уља.

Детаљнијим визуелним прегледом установљено је присуство ситних, безбојних делића у уљу, при чему их је у узорку бр. 1 било много више него у другим. Материјал је изолован, пречишћен и испитан инфрацрвеном спектроскопијом. Овим поступком је утврђено да је у питању силикон, тј. један његов полимер. Тај полимер нормално постоји у траговима у уљу Mobil Jet Oil II које се користи у систему за подмазивање овог мотора. Произвођачи уља га користе као средство које спречава пенушање уља. Међутим, у узорцима су количине овог полимера биле знатно веће, а анализе нису могле да покажу шта је узрок томе.

Даље анализе су показале да у узорцима нема примеса горива, хидро уља, уља из система стајног трапа, или неких других примеса које се често јављају код млазних авионских мотора.

У већини узорака су нађене примесе никла, гвожђа и осталих метала од којих су израђени делови мотора. Али, садржина ових елемената је већа него у узорцима уља из истог типа мотора који имају нормалну експлоатацију.

У једном узорку је нађена значајна количина сумпора и калцијума, елемената који се не налазе у уљима млазних мотора. У другом узорку је уз ове елементе нађен и натријум који се, такође, не налази у саставу уља млазних мотора. Могуће је да ове примесе потичу од средства за гашење пожара.

Испитивање узорака уља је почело уз предпоставку да је пожар у издувној цеви био проузрокован запрљаношћу система за подмазивање. Примесе које се најчешће јављају у систему за подмазивање обично испаре или се разграде под

дејством топлоте током нормалног рада мотора. Овим анализама, међутим, није утврђено присуство таквих материја што не значи да их није било, већ само значи да нису могле бити пронађене онда када је анализа извршена. Нешто је морало да проузрокује пожар у издувној цеви, али ове анализе нису експлицитно указале да узрок за то лежи у систему за подмазивање.

2.3.4 Закључци произашли из прегледа мотора

После извршених опсежних испитивања и истраживања која су обухватила:

- почетно истраживање на лицу места,
- анализу снимљених података на уређају за записивање података,
- преглед мотора и система подмазивања у радионици приликом растављања,
- лабораторијско испитивање делова лежаја број 4,
- лабораторијску анализу узорка уља и
- анализу могућих узрока отказа

сматра се да се ванредни догађај одвијао по следећем редоследу и сценарију:

- Почетно оштећење лежаја број 4 на висини 35000 стопа, највероватније због пуцања спољашњег прстена лежаја услед замора,
- Губитак уља из мотора током снижавања висине лета
 - запрљаност уља силиконским полимером је највероватније допринела пенушању уља,
 - запенушано уље узрокује отежано враћање уља у резервоар,
 - уље се прелива и акумулира у унутрашњем кућишту турбине
 - укључује се аларм ниског притиска уља у лету при спуштању и проласку висине 3900 стопа
 - мотор и даље ради, али без уља,
 - непрекидан рад мотора са оштећеним лежајем (≈ 30 минута) и затим без уља (≈ 4 минута)
 - прегрејани ваздух излази из простора око лежаја
- Настаје пламен, вероватно у унутрашњем кућишту турбине
- Одржавање пламена доводи до топлења хватача пламена на излазном вентилационом отвору
- Почетно оштећење на лежају бр.4 + уље запрљано силиконом (пенушаво) + продужетак рада мотора који је остао без уља је највероватније резултирало паљењем уљних остатака.

Чињеница коју је најтеже објаснити је губитак уља. Нису установљени никакви механички проблеми (нема оштећених ни запушених водова, нема цурења на прикључцима, нема квара на уљној пумпи), а једини негативан налаз је необично велика запрљаност уља силиконским полимером који делује као средство које спречава пенушање уља, а које може да отежа враћање уља у резервоар.

2.4 Историја ломова лежаја бр. 4 и предузете мере

Лежај бр. 4 је ваљкасти лежај који се налази између вратила ротора високог и ниског притиска. Смештен је у склопу модула турбине ниског притиска у задњем делу мотора (видети Сliku 2.1). Унутрашњи прстен са ваљчићима и кавезом је постављен на вратилу турбине ниског притиска, док је спољашњи прстен постављен на задњем делу вратила турбине високог притиска.

Овај лежај постоји код свих модела мотора CFM56, а временом се показао као најмање поуздан од 5 моторских главних лежајева. Конструкција лежаја и производни процес су се до сада неколико пута мењали у покушају да се смањи број ломова овог лежаја.

Прво је промењен материјал који се користио за израду спољашњег прстена како би се продужио век лежаја, а затим је усавршен производни поступак. Такође су се и лежаји са оригиналним спољашњим прстеном могли ремонтovati да им се монтира нови спољашњи прстен. Постоје три произвођача лежаја. Како сваки произвођач има сопствене ознаке за исти део, а постоје и различите ознаке лежаја са оригиналним спољашњим прстеном, са новим спољашњим прстеном и ремонтване лежајева, онда постоји велики број (скоро 15) ознака овог истог лежаја, али то не одражава и толико бројне измене.

То је довело до тога да се код различитих мотора модела CFM56-7B, према каталогу “Lufthansa Technic – Engine Parts & Accessories Repair CFM56-7B” из 2010. године, може наћи више различитих врста овог лежаја који се разликују по ознаци дела: 305-352-301-0, 305-355-622-0, 305-355-625-0, 305-355-715-0, 305-355-717-0, 305-355-718-0, 305-355-720-0, 335-352-301-0, 335-352-302-0, 335-352-303-0, 335-352-304-0, 335-352-305-0, 340-167-901-0 и 340-167-902-0.

На Слици 2.10 је приказан изглед склопа овог лежаја. Лево је приказан склоп лежаја са ознаком дела 305-355-717-0 или 305-355-720-0 (зависно од материјала), произвођача SKF Avio, а десно је приказан склоп истог лежаја са ознаком дела 335-352-301-0 до 335-352-305-0 (зависно од материјала) који ремонтује FAG Aerospace.



Слика 2.10

Према AAIB Bulletin No: 7/2004, лом лежаја бр. 4 (са ознаком дела 340-167-901-0) на једном мотору CFM56-5B се десио 27. 02. 2002. године код авиона Boeing 737-8AS, регистарске ознаке EI-CSA, са 117 путника и 7 чланова посаде приликом припреме за слетање на један од лондонских аеродрома. Лежај је до тог тренутка имао 7908 сати рада, односно 5485 циклуса.

Према истом извору, лом лежаја бр. 4 (са ознаком дела 305-355-717-0) на једном мотору CFM56-7B се десио 21. 04. 2002. године код авиона Airbus A321-211, регистарске ознаке F-GTAF, са 162 путника и 7 чланова посаде после 3 – 4 минута од полетања са лондонског аеродрома Heathrow. Мотор је до тог тренутка имао 1033 сата рада, односно 751 циклус.

Такође према истом извору, између 1998. и априла 2002. године десило се 15 ломова лежаја бр. 4 на моторима CFM56-7, а много више на осталим CFM56 моделима. То, мада се сматра незадовољавајућим, представља мање од 1% популације лежајева са средњим временом између отказа од 800 хиљада сати.

У време када је дошло до лома овог лежаја код авиона F-GTAF, према AAIB Bulletin No: 7/2004, дозвољавала се примена 3 врсте лежаја бр. 4 на моторима CFM56-7, а међу њима су били и они са ознакама 305-355-717-0 и 340-167-901-0.

Према статистичким показатељима, произашло је да лежај 340-167-901-0, мада један од најчешће коришћених, показује ниже карактеристике од средње вредности за све врсте овог лежаја, па је због тога одлучено да се прекине са његовом производњом и да се залихе повуку.

Поломљени лежај са ознаком дела 305-355-717-0 припадао је врсти лежајева која је показивала најбоље карактеристике у примени, а од 1986. године тај лежај производи SKF.

Било је очигледно, из података које има произвођач мотора, да се више од 80% ломова лежаја бр. 4 дешава у временском интервалу од 6 хиљада сати од монтаже, а од тога више од половине ломова се дешава у првих 2 хиљаде сати. Подаци су показали и да постоји мала разлика у учестаности ломова овог лежаја код нових мотора и код мотора који су генерално ремонтовани. Произвођач је закључио да је лежај посебно осетљив на лоше руковање, мислећи на оштећење током монтаже или током раздвајања склопова или током поновног састављања у радионици за време оправке, а може бити изузетно осетљив и на запрљаност или на измене у процесу производње.

Испитивања која је спровео произвођач код претходних ломова су показала да је преовлађујући примарни узрок лома овог лежаја распрскавање спољашњег прстена лежаја. Да би спречио могуће лоше руковање лежајем у сервисним радионицама, произвођач мотора је успоставио измене у одговарајућим поступцима одржавања наглашавајући осетљивост лежаја на лоше руковање и корозију. Од увођења тих измена бележи се повећање поузданости ових лежајева.

Током даљег побољшања квалитета лежаја бр. 4 ишло се и на промену материјала и термичке обраде спољашњег прстена лежаја да би се превазишао проблем могућег распрскавања лежаја. На пример, произвођач лежајева SKF Avio је, према свом каталогу, на бази лежаја са ознаком 305-355-717-0 код кога се на спољашњем прстену јављају изузетно велика напрезања која изазивају распрскавање спољашњег прстена, развио усавршени лежај са ознаком 305-355-718-0 за нове лежајеве и 305-355-720-0 за ремонтване лежајеве са новим спољашњим прстеном. Код овог побољшаног лежаја се за спољашњи прстен, уместо материјала М50 или М50NiL, користи материјал 32CDV13 уз накнадно дубоко нитрирање.

С друге стране, фирма FAG Aerospace, према свом каталогу, ради репарирање лежајева бр. 4 са ознакама 335-352-301-0 до -303-0 уз замену спољашњег прстена, кавеза и ваљчића потпуно новим компонентама. При томе се спољашњи прстен ради од материјала М50 уз нитрирање. Ова фирма приликом репарације лежаја ради спољашњи прстен и од бољег материјала чиме се добијају лежајеви са ознакама 335-352-304-0 и -305-0.

У даљем настојању да се смањи учестаност појаве отказа мотора у лету развијен је преносни мерач и анализатор вибрација са намером да се помоћу њега открију почетни недостаци на лежају бр. 4 пре него што настане његов потпуни лом или открије оштећење за које се сматра да ће се врло брзо развити до потпуног лома.

Произвођач мотора, CFM International, и фирме Boeing и Vibrometer су заједнички развили побољшану верзију система за мерење вибрација у лету (AVM - Airborne Vibration Monitoring) за моторе CFM56 који се уграђују на верзије авиона Boeing 737. Овај побољшани систем користи постојеће даваче који су већ уграђени на моторе, а побољшање се, уз постојеће функције које су коришћене у систему, састоји у посебном надгледању исправности лежаја бр. 4 са циљем да инжињери који се баве одржавањем добију информацију да је стање лежаја погоршано.

III ЗАКЉУЧЦИ

3.1 Закључци везани за принудно слетање авиона

На основу увида у одговарајуће податке, изјаве и извештаје служби које су директно биле укључене у овај ванредни догађај (обласна контрола летења, терминалана контрола летења, ватрогасно спасилачка служба и остале аеродромске службе) Комисија доноси следеће закључке:

1. Посада ваздухоплова D-AXLF је са разлогом и на прописан начин декларисала да је ваздухоплов у опасности, одмах приликом уласка у простор надлежности обласне контроле летења Београд.
2. Обласна контрола летења Београд је одмах предузела све неопходне радње и поступке на обезбеђењу принудног слетања ваздухоплова у опасности на аеродром „Никола Тесла“.
3. Прилазна контрола летења Београд је благовремено предузела све радње и поступке на пружању помоћи у прилазу и обезбеђењу принудног слетања ваздухоплова у опасности.
4. Аеродромска контрола летења Београд је благовремено предузела све радње и поступке на обезбеђењу принудног слетања ваздухоплова у опасности и ангажовању ватрогасно спасилачке службе на гашењу пожара, евакуацији и спасавању путника и чланова посаде после слетања.
5. Пилот је извршавао све дате инструкције тако да је цела операција изведена без последица по путнике и посаду ваздухоплова.
6. Акција гашења пожара, евакуације и спасавања путника и чланова посаде је изведена у складу са ИСАО стандардима и према уобичајеној процедури.
7. Све аеродромске службе (ватрогасно спасилачка служба, полиција, медицинска служба, служба опслуживања ваздухоплова) су све своје обавезе извршиле врло професионално следећи поступке предвиђене Планом за ванредне ситуације што је допринело да током евакуације и спасавања путника и чланова посаде не буде повређених лица.

3.2 Закључци везани за отказ мотора

На основу увида у резултате обављених анализа и испитивања склопова, подсклопова и делова мотора, моторских агрегата као и радних флуида (гориво и уље) Комисија доноси следеће закључке:

1. На висини лета 35000 стопа (FL350) је дошло до лома лежаја бр. 4 са ознаком дела 305-355-717-0, серијски број DA855449, највероватније услед замора материјала спољашњег прстена лежаја што је довело до распрскавања прстена, а затим и до дезинтеграције целог склопа лежаја.
2. Према расположивим подацима овај лежај до сада није мењан, тј. радио је укупно 31045 сати, односно 11250 циклуса током нешто више од 20 година.
3. Овај авион има стандардни систем за мерење вибрација у лету који не омогућава увид у стање лежаја бр. 4.

4. Услед поремећеног ослањања вратила ниског и високог притиска као и других фактора (описаних у наредним тачкама) који су погоршали ситуацију долази до: повећања нивоа њихових вибрација, губитка количине и притиска уља, повећања EGT температуре и поремећаја осталих параметара мотора.
5. Губитку уља је највероватније допринела запрљаност уља силиконом која је довела до његовог пенушања што је проузроковало тешкоће у снабдевању мотора уљем. Уље се оцедило и наталожило у задњем кућишту
6. Услови за упозорење на низак притисак уља су се стекли када се авион спустио на висину 3900 стопа и после тога је мотор наставио да ради без уља.
7. Рад мотора са поломљеним лежајем бр. 4 је трајао око 30 минута, а рад мотора без уља око 4 минута.
8. Рад мотора у тим условима је проузроковао значајна оштећења и других делова мотора.
9. До пожара у издувној цеви мотора је највероватније дошло услед паљења уљних остатака под дејством високе температуре.

3.3 Закључци везани за природу незгоде

На основу сагледавања свих расположивих чињеница Комисија доноси следеће закључке:

1. Ванредни догађај је по техничком аспекту, последицама које је изазвао, а још више по оним последицама које је могао да изазове (тешке повреде или чак смрт путника или чланова посаде), зависно од услова при којима се дешава, изузетно значајан са аспекта безбедности у цивилном ваздухопловству.
2. С обзиром на озбиљност догађаја и последице које су могле да се јаве овај ванредни догађај треба категорисати као озбиљну незгоду.
3. Имајући у виду да се лом лежаја бр. 4 и даље догађа у експлоатацији, иако су назначене извесне мере да се то спречи или контролише, решавање тог проблема треба да буде плод заједничких напора произвођача мотора, произвођача авиона на које се он уграђује, компанија корисника тих авиона, произвођача лежајева и осталих заинтересованих страна.
4. Чињеница на коју треба обратити пажњу је да до лома лежаја бр. 4 долази како при малом броју тако и при знатно већем броју сати и циклуса рада. На пример, код незгоде авиона са регистарском ознаком F-GTAF лом је настао после 1033 сата рада, односно 751 циклуса, а у овом случају потпуно исти тип лежаја (ознака дела 305-355-717-0) је доживео лом знатно касније

IV УЗРОК ОЗБИЉНЕ НЕЗГОДЕ

На основу свих у овом Извештају наведених истраживања, испитивања и анализа Комисија сматра да је основни узрок незгоде, тј. отказа мотора бр. 1 у лету потпуни лом моторског лежаја бр.4 који се налази у склопу вратила турбине ниског притиска.

Лом лежаја је проузроковао погоршање услова рада мотора што је ускоро довело до отказа мотора у лету.

V БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ

Да би се избегло да убудуће дође до незгоде или удеса из истог разлога, Комисија предлаже следеће безбедносне препоруке:

1. Упознати произвођача авиона, Federal Aviation Administration (FAA) и European Aviation Safety Agency (EASA) са овом озбиљном незгодом.
2. Упознати произвођача мотора, Federal Aviation Administration (FAA) и European Aviation Safety Agency (EASA) са овом озбиљном незгодом.
3. Препоручује се произвођачу мотора да размотри могућност, за све моторе у експлоатацији, да се приликом прве наредне посете мотора радионици, по потреби, постојећи лежај бр. 4 замени лежајем који је израђен од квалитетнијег материјала.
4. Препоручује се произвођачу мотора и произвођачима авиона на које се мотор уграђује да наставе са усавршавањем система за праћење стања исправности лежаја бр. 4 током лета авиона како би се на време установило његово погоршано стање.
5. Како би се спречило брисање записа разговора посаде у кабини авиона препоручује се да одговарајући надлежни органи изричито забране прикључивање екстерног напајања пре скидања CVR са авиона.
6. Кориснику или организацији која пружа услуге одржавања се препоручује да се сумњиво уље замени и цео систем за подмазивање испере у случају да се током редовног одржавања установи присуство полимера силикона или пенушање уља.

VI ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА

Није било издвојених мишљења од стране чланова Комисије.

ПРЕДСЕДНИК: Мр Владан Величковић, дипл. инж.

ЧЛАНОВИ: Душко Митровић, дипл. инж.
Миодраг Трајковић, дипл. инж.
Мартин Ђовчош, дипл. инж.
Љубиша Јовановић, пилот
Златко Талић, дипл. инж
Мирослав Ивошевић,
Др Драган Тесла, дипл. инж.

СПИСАК ПРИЛОГА

1. Прилог 1 – AIRCRAFT SURVEY REPORT
2. Прилог 2 – Aircraft damages (photos)
3. Прилог 3 – FDR diagrams
4. Прилог 4 – CVR-Script
5. Прилог 5 - ESN 874281 preliminary findings Rev. 2b
6. Прилог 6 – ESN 874281 BSI report
7. Прилог 7 - Shop-Report Engine 874281

Прилози су дати као посебни документи.