



**РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ЦЕНТАР ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ
НЕСРЕЋА У САОБРАЋАЈУ**

ИЗВЕШТАЈ О ИСТРАЗИ ОЗБИЉНЕ НЕЗГОДЕ АВИОНА

Авион:	Fokker Aircraft B.V. F28 Mark 0100
Регистарска ознака:	OE-LVE
Година производње:	1994. године
Серијски број:	11499
Власник:	Austrian Airlines AG
Корисник:	Austrian Airlines AG
Место озбиљне незгоде:	Република Србија
Датум озбиљне незгоде:	06. 11. 2016. године
Време озбиљне незгоде:	21:30 (LT)

УВОД

У овом извештају изнети су резултати истраживања озбиљне незгоде авиона типа Fokker F28 Mark 0100 (даље: Fokker F100), регистарске ознаке OE-LVE, која се догодила дана 06. 11. 2016. године на делу руте, односно лету Беч – Приштина.

Радну групу за испитивање ове озбиљне незгоде образовао је директор Центра за истраживање несрећа у саобраћају (даље - Центар), Решењем број : 33 бр. 343-00-10673/2016-07 од 10. 01. 2017. године.

Истраживање ове озбиљне незгоде спроведено је у складу са одредбама Закона о истраживању несрећа у ваздушном, железничком и водном саобраћају (Службени гласник Републике Србије бр. 66/2015 и 83/2018) и Правилника о истраживању удеса и озбиљних незгода у ваздушном саобраћају (Службени гласник Републике Србије бр. 113/2015 и 50/2019).

Истраживање и откривање узрока несрећа (удеса и озбиљних незгода) нема за циљ утврђивање кривичне, привредно преступне, прекршајне, дисциплинске, грађанскоправне или неке друге одговорности. Стручни послови који се односе на истраживања несрећа су независни од кривичних истрага или других паралелних истрага којима се утврђује одговорност или одређује степен кривице. Сви удеси и озбиљне незгоде у ваздушном саобраћају морају да се истраже и анализирају како би се утврдиле чињенице под којима су се десили, ако је могуће открили њихови узроци и потом предузеле мере којима се спречавају нови удеси и озбиљне незгоде.

Сва времена у овом Извештају су приказана као **LT** (*Local Time* - Локално време).

САДРЖАЈ

1	ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ.....	4
1.1	Историјат лета.....	4
1.2	Повреде.....	4
1.3	Оштећења на авиону.....	4
1.4	Штета причињена трећим лицима.....	6
1.5	Подаци о посади	6
1.6	Подаци о авиону.....	6
1.7	Информација о организацији.....	7
1.8	Стање на месту озбиљне незгоде.....	7
1.9	Метеоролошки подаци.....	7
1.10	Навигациона средства и опрема.....	7
1.11	Подаци о комуникацији пилота са надлежном контролом летења	8
1.12	Регистратори лета	8
1.13	Медицински и патолошки подаци.....	8
1.14	Подаци о пожару.....	8
1.15	Трагање и спасавање.....	8
1.16	Аспекти преживљавања	8
1.17	Испитивања и истраживања	8
2	АНАЛИЗА	9
3	ЗАКЉУЧЦИ	16
3.1	Налази	16
3.2	Узроци озбиљне незгоде	16
4	БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ	17
5	ПРИЛОГ	17

1. ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

1.1 Историјат лета

Дана 06. 11. 2016. године, око 21:30 часова (LT) током прелета територије Републике Србије, у фази крстарења на FL350 (висини лета) између Босне и Херцеговине и Републике Србије, посада авиона оператера Austrian Airlines, типа Fokker F100, регистарске ознаке OE-LVE, на лету OS769 Беч (VIE) – Приштина (PRN), осетила је нагло подрхтавање авиона праћено непрепознатљивим звуцима. Одмах након почетка подрхтавања дошло је до индикације повећаних вибрација на мотору број 1, а затим и накнадне индикације проблема са мотором број 1, након којих је дошло до паљења индикације отказа мотора број 1 (Eng Fail 1). Посада је извршила процедуру гашења мотора број 1 и наставила да лети са једним мотором (single eng. operation). Посада је донела одлуку да слети на најближи аеродром - „Никола Тесла“ у Београду.

Након обавештавања надлежне контроле летења са обавештењем о непосредној опасности (Mayday-mayday), посада је добила приоритет у слетању и извршила је безбедно слетање на аеродром. Током слетања, путници који су седели уз прозоре у задњем левом делу авиона приметили су варницење и бљескове из правца мотора број 1. Након слетања, авион је паркиран на паркинг позицију аеродрома у пратњи аеродромских служби. Путници су безбедно напустили авион, као и посада авиона након комплетирања прописаних поступака. Центар је преузео вођење истраге у складу са Законом о истраживању несрећа у ваздушном, железничком и водном саобраћају и Анекса 13 Међународне организације за цивилно ваздухопловство (ICAO Annex 13) обзиром на то да је авион слетео на аеродром „Никола Тесла“ у Београду, Република Србија, са оштећењем, при чему није било могуће установити тачну локацију озбиљне незгоде (на граници Р. Србије и Босне и Херцеговине), а под контролом Обласне контроле летења оператера из Р. Србије.

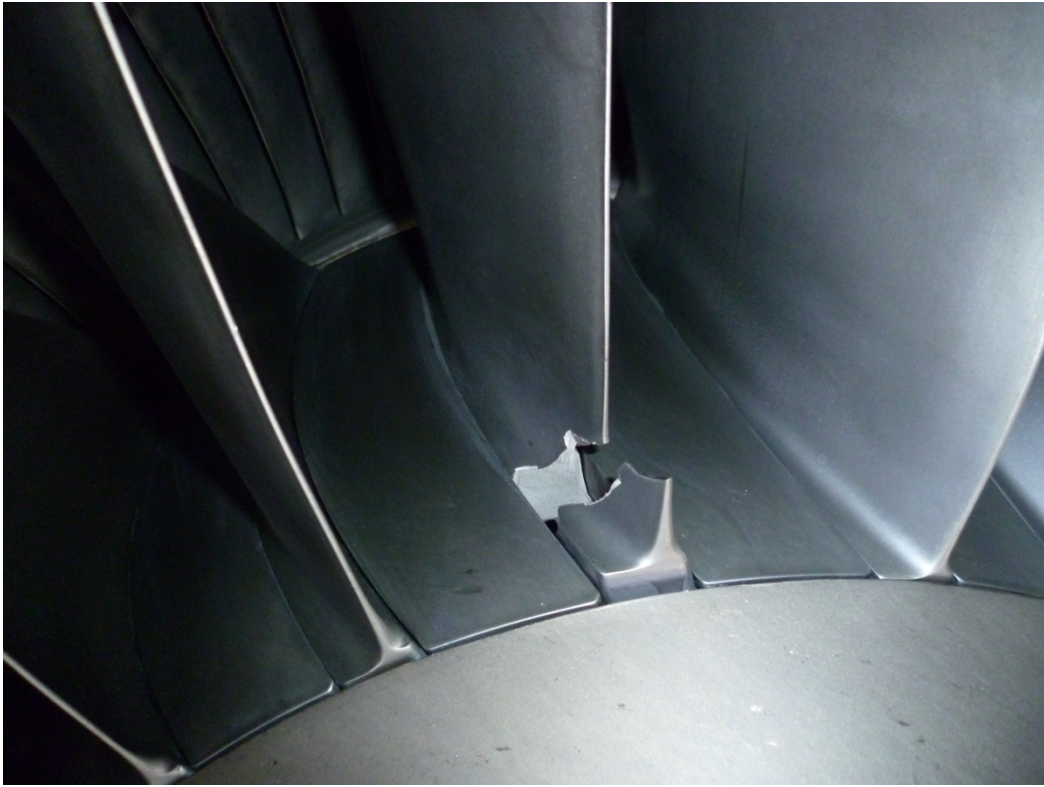
1.2 Повреде

Повреде	Посада	Друга лица
Смртне	/	/
Тешке	/	/
Лакше	/	/

Приликом ове озбиљне незгоде није било повређених ни погинулих лица.

1.3 Оштећења на авиону

На авиону је дошло до лома и оштећења лопатице интерног броја 17 вентилатора мотора број 1 (Слика 1), као и мањих оштећења унутрашњег дела оплоте уводника мотора у зони кретања лопатица вентилатора.(Слика 2)



Слика 1



Слика 2

1.4 Штета причињена трећим лицима

Штета трећим лицима не постоји.

1.5 Подаци о посади

Старосна доб: 52 год.
Пол : Мушки
Дозвола број: АТ FCL 3619
Важи до: 30. 04. 2017. г.
Важност медицинског прегледа: 26. 04. 2017. г. - Класа 1

Старосна доб: 42 год.
Пол : Мушки
Дозвола број: АТ FCL 18248
Важи до: 30. 04. 2017. г.
Важност медицинског прегледа: 18. 08. 2017. г. - Класа 1

Остали подаци нису од важности за истрагу ове озбиљне незгоде.

1.6 Подаци о авиону

Тип авиона: Fokker Aircraft F28 Mark 0100
Произвођач: Fokker Aircraft B.V, Холандија
Регистарска ознака: ОЕ-LVE
Серијски број ваздухоплова: 11499
Година производње: 1994. година
Уверење о пловидбености: Број улошка у регистру цивилних ваздухоплова 3740 датум издавања 18. 11. 2016 године, датум престанка важења 09. 11. 2017. године (ARC ref. AR1-LVE1015-007)
Уверење о регистрацији: Бр. 3740 од 01. 04. 2015. г.
Карактеристике: Два турбофенска мотора
Мотори - тип: Rolls-Royce TAY 650-15, 2 ком.
Тежина празног авиона (kg) 24.593
Максимална дозв. теж. у пол. (kg): 43.090
Налет авиона*: Сати: 54039 Број циклуса 38154
Полиса осигурања: Осигуран
Категорија и намена: Путнички авион
Власник и оператер авиона: Austrian Airlines AG
*** по изводу примљеном од оператера 07. 11. 2016. године**

1.7 Информација о организацији

Оператер, правно лице Austrian Airlines AG, Office park 2, 1300 Wien-Flughafen, Österreich (Austria)

Уверење оператера број: АОС-Нр: А-001 издато 21. 10. 2014. године

Остали подаци нису од битног значаја за истраживање ове озбиљне незгоде.

1.8 Стање на месту озбиљне незгоде

На паркинг позицији на аеродрому „Никола Тесла“ у Београду, током увиђаја, установљено је да није било трагова пожара или паљевине на мотору број 1, као ни других оштећења авиона. Сво оштећење је локализовано унутар самог мотора број 1. (Слика 3)



Слика 3

1.9 Метеоролошки подаци

Метеоролошки услови нису имали утицаја на факторе који су довели до озбиљне незгоде и били су повољни за извршење лета.

1.10 Навигациона средства и опрема

Није од важности за истрагу.

1.11 Подаци о комуникацији пилота са надлежном контролом летења

Установљено је да је постојала адекватна комуникација посаде и надлежне контроле летења.

1.12 Регистратори лета

За потребе истраге ове озбиљне незгоде, скинути су подаци са снимача података са лета (FDR - Flight data recorder).

1.13 Медицински и патолошки подаци

Не постоје и нису од важности за истрагу.

1.14 Подаци о пожару

Није постојало трагова пожара на авиону.

1.15 Трагање и спасавање

Није било потребе за покретањем акције трагања и спасавања.

1.16 Аспекти преживљавања

Посада и путници су самостално напустили авион.

1.17 Испитивања и истраживања

Сва испитивања и истраживања спроведена су на основу стања затеченог током увиђаја, изјава учесника и прикупљених докумената и података о озбиљној незгоди.

Главне прорачунске анализе лома и повезаних склопова и система су урађена у фабрици Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, уз присуство и учешће представника Центра. Током истраге су коришћени и налази истраге која се односи на сличну незгоду која се догодила у периоду краћем од годину дана пре ове озбиљне незгоде. Ова истрага и део њених налаза су коришћени за издавање EASA Директива за пловидбеност (Airworthiness directives - AD), у оквиру којих и – AD 2018-0079 (За TAY 650-15 и 651-14 моторе, која се односи на лопатице вентилатора из предметне озб. незгоде)

2. АНАЛИЗА

Анализа озбиљне незгоде урађена је на бази података са увиђаја, изјава учесника, прикупљених података, провера и анализе техничке исправности одређених система и склопова авиона као и увида у техничку и летачку документацију. Поред прорачунских анализа спроведених у фабрици произвођача мотора, спроведене су и додатне анализе са прорачунима који су потврдили налазе анализа спроведених у фабрици произвођача мотора.

У сврху истраге, након озбиљне незгоде обављен је детаљни визуелни преглед авиона, као и детаљни визуелни преглед мотора број 1.

Након прегледа је установљено да нема трагова оштећења осталих компоненти и система на авиону, осим оштећења која су локализована унутар мотора број 1.

На основу наведеног, наставак истраге се фокусирао на мотор број 1, произвођача Rolls-Royce, тип TAY 650-15, серијског броја 17602, са укупних 47401 сати рада и 33908 циклуса.

Current Status for Engine PN Tay650-15 / 07.11.2016

Aircraft	Pos	Total AC Hours	Total AC Cycles	Next Action:	16.08.2017						
OE-LVE	100	54039	38154	Workscope:	New Combustion liner during last shop						
Engine MSN	Sequence	TTEH	TTEC	TSO	CSO	TSR	CSR	TSI	CSI	TTG	CTG
17602	5	47401	33908	21837	16392	8705	6936	1625	1355	4966	4294

На мотору број 1 бороскопском инспекцијом установљена су оштећења статорских лопатица турбине ниског притиска.(Слика 4)



Слика 4

Оштећења су настала као последица проласка парчића одломљених са вентилаторске (фенске) лопатице интерног броја 17 кроз мотор (LPC Blade (Fan) JR31911, сер. броја RGD30916 са извршених 16392 циклуса).

Детаљним визуелним прегледом мотора број 1 такође је установљено и оштећење унутрашњег дела оплате у зони кретања вентилаторских лопатица. Оштећења су настала као последица неконтролисаних вибрација сета вентилаторских лопатица а већином оштећене лопатице интерног броја 17. (Слика 5)



Слика 5

Такође су урађене анализе лопатице интерног броја 17 као и дела корена лопатице где је и настала иницијална прскотина. Анализе мотора су урађена у сарадњи са произвођачем мотора - Rolls-Royce. Анализе површине попречног пресека лома лопатице урађена су анализом напона и прорачунима, као и симулацијама оптерећења која су рађена и током пројектовања лопатице. Зона лома и површина испитивања и анализе дате су на **Сликама 6 и 7.**

Лопатице вентилатора имају ``граничник`` на предњем делу корена како би се обезбедило аксијално задржавање у диску при статичким условима и условима са малим брзинама. Лом лопатице број 17 довео је до одвајања граничника од лопатице, а што је омогућило аксијално померање лопатице у жлебу диска.

Анализом је утврђено да лопатица није пројектована да издржи велика аксијална оптерећења, јер при нормалном раду на овом делу лопатице нису присутна велика аксијална оптерећења. Аксијално померање лопатице је настало услед смањеног трења корена лопатице и жлеба на диску где лопатица належа.



Слика 6



Слика 7

2000 μm

Даљом анализом је установљено да ово није издвојен случај, већ да се у јуну 2016. године на истом типу авиона и мотора догодила слична озбиљна незгода такође узрокована високим вибрацијама лопатице вентилатора која је резултат лома граничника.

Током анализе догађаја из 2016. године установљено да је велики утицај на лом имао број наноса средства за подмазивање (Dry Film Lubricant - DFL). Установљено је да су ова два догађаја једина до ове озбиљне незгоде на моторима овог типа током целокупног радног века мотора (односи се на све TAY 650 моторе који се користе/у операцијама са више од 16 милиона циклуса у време ове озб. незгоде) и да су се оба ова догађаја десила код истог оператера.

Битно је напоменути да су од стране произвођача мотора током развојног тестирања дизајна лопатице вентилатора коришћени метални премаз ``Metco`` (metal coating) и средство за подмазивање/мазиво ``DFL`` како би се спречило хабање између контактних површина лопатице и диска. Metco је као метални премаз коришћен за обезбеђивање грубе површинске обраде корена која је имала за циљ да задржи DFL мазиво (при томе, Metco је имао сврху да продужи ефекат DFL, док је DFL служио за смањење трења између контактних површина). Као резултат поменутог развојног тестирања, установљено је да је DFL мазиво довољно да се смањи трење и стога је Metco као метални премаз који продужава дејство DFL поступно уклоњен (Metco стога никада није био присутан на лопатицама у операцијама).

Резултати развојних испитивања из 1986. које је поделио произвођач мотора показали су да комбинација ова два (Metco и DFL) резултира веома малим трењем и великим аксијалним оптерећењем корена лопатице услед центрифугалне силе током дужег периода и као резултат - дошло је до прелома корена лопатице као у случају предметне озбиљне незгоде и незгоде која се догодила пре ње (обе у 2016. години).

На основу достављених података, оператер Austrian Airlines односно линијско одржавање оператера (Austrian Technics) публикувао је интерне прописе и процедуре о наношењу DFL средства за подмазивање током инсталације нових лопатица и оправки у складу са препорукама произвођача. Међутим, током истраге, по добијеним подацима, као и увидом у извештаје о одржавању авиона и целе флоте оператера, установљено је да је линијско одржавање оператера увело процедуру чешћег наношења DFL средства као превентивну меру у циљу смањења трења и ублажавања потенцијалних вибрација на лопатицама компресора, посебно у зимском периоду (најчешће током провере авиона пре или после лета). Линијско одржавање оператера се у вези увођења дате процедуре није саветовало са произвођачем мотора. Битно је напоменути и да сам поступак наношења није прецизно дефинисан, те је долазило до наношења различитих количина DFL средства у неједнаким интервалима, при чему је долазило и до неједнаких дебљина наноса средства на самом мотору у току појединачних наношења.

Мотор број 1, сер. броја 17602, односно компресор ниског притиска, на којем се налази лопатица код које је дошло до лома, је један од оних на којима је извршен највећи број наноса DFL средства. Током истраге је установљено да је средство наношено у наносима различите дебљине. У складу са повратним подацима добијених од оператера мотора истог типа, број наноса средства за подмазивање би требало да буде мањи од 10 током

експлатације мотора односно након замене сетова лопатица. На мотору из предметне озбиљне незгоде, DFL средство је било нането најмање 34 пута, при чему је последњи нанос био 6 дана пре ове озбиљне незгоде (најмање 27 пута је DFL био нанет у случају незгоде из јуна 2016.). Произвођач мотора није специфицирао број DFL апликација, већ је само прописао услове када је примена потребна.

Како би на што адекватнији начин проценили утицај наноса DFL средства на динамику лома, како у фабрици произвођача, тако и накнадним проверама, извршене су анализе како поломљене лопатице, тако и других лопатица на предметном мотору број 1 (**Слике 8, 9 и 10**).

Лом је чист и хомоген. Почетни део прелома настао је услед замора, али је коначни лом настао тренутно као резултат оптерећења за које материјал није конструисан и као резултат великог аксијалног оптерећења.

Дати налаз је у складу са констатацијом од стране произвођача мотора, како у незгоди која се догодила пре предметне озбиљне незгоде тако и током ове предметне озбиљне незгоде, да је лом на лопатици компресора ниског притиска у директној вези са бројем и дебљином наноса DFL средства.

У случајевима када је DFL средство наношено на моторе, оператер је на недоследан начин уносио податке о количини нанетог средства и поступку наношења. Подаци су дати у извештајима о одржавању авиона (Technical aircraft logs).



Слика 8 (површина корена неоштећене лопатице)



Слика 9 (површина корена оштећене лопатице)



Слика 10 (део поломљеног корена лопатице где се види динамика лома)

Произвођач мотора је још током истраге ове озбиљне незгоде, налазе резултата тестирања и утицаја наношења DFL средства проследио оператеру Austrian Airlines, заједно са проценом ризика којом је идентификовао моторе на авионима оператера који су под већим ризиком за истоветни лом лопатица, при чему је користио и резултате анализа из претходне незгоде (из јуна 2016.) када је дошло до идентичног догађаја. Оператер је спровео препоручену меру раздвајања високо ризичних мотора, при чему је о датој мери обавестио и оператера Alliance Airlines који је преузео део флоте авиона Fokker F100 на коришћење. Оператери су такође извршили и замену сетова лопатица који су имали прекомерни нанос средства за подмазивање. Произвођач мотора је препоручио оператеру /линијском одржавању оператера да наносе DFL средство у складу са приручницима произвођача мотора.

Радна група Центра је током истраге размотрила и друге услове који су потенцијално могли да доведу до или да утичу на ток озбиљне незгоде, као што је удар страног објекта или птице или метеоролошки услови, при чему је установљено да није дошло до појаве истих.

3. ЗАКЉУЧЦИ

3.1 Налази

- Мотор сер. броја 17602 је био један од мотора са највише наноса DFL средства у флоти оператера;
- Линијско одржавање оператера наносио је DFL средство у већој количини и учесталије од дефинисаних вредности од стране произвођача мотора (адекватан број наноса би требало да буде мањи од 10), а да се о томе није консултовао са произвођачем мотора;
- Посада је предузела адекватне поступке током лета, а након појаве проблема са мотором број 1;
- Метеоролошки и други услови нису утицали на ток озбиљне незгоде.

3.2 Узроци озбиљне незгоде

Непосредни узрок

Истрагом је утврђено да је непосредни узрок озбиљне незгоде лом лопатице вентилатора интерног броја 17 на мотору број 1 серијског броја 17602.

Посредни узроци

Посредан узрок озбиљне незгоде је прекомерна употреба DFL средства за подмазивање и смањење трења између корена лопатице и жљеба у диску где лопатица налаже, услед чега је дошло до аксијалног померања и већег аксијалног оптерећења, што је резултирало губитком граничника и померањем лопатице, које је довело до неконтролисаних вибрација сета лопатица.

4. БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ

У циљу унапређења безбедности летења и како би се убудуће избегли удеси или озбиљне незгоде услед истих или сличних узрока, Центар доноси следеће препоруке:

03/2016 – 1

Оператерима Austrian Airlines и Alliance Airlines (који је преузео део флоте) за флоту авиона типа FOKKER F100 препоручује се:

- а) да ураде раздвајање мотора на авионима који су имали више од 12 наноса DFL средства и упаривање са моторима који су имали мање од 12 наноса DFL средства; и**
- б) да изврше замену сетова лопатица са прекомерним наносима DFL средства; и**
- в) да током експлатације мотора односно након замене сетова лопатица максималан број наноса DFL средства не буде већи од 12 (у складу са EASA AD 2018-0079), при чему је потребно да се јасно пропише начин наношења и метод надзора наношења DFL средства у складу са прирушницима произвођача мотора.**

Напомена: Austrian Airlines је предузео поступке у складу са препоруком 03/2016-1 део а), пре него што је истрага завршена.

5. ПРИЛОГ

Нема прилога.