



ДИРЕКТОРАТ ЦИВИЛНОГ ВАЗДУХОПЛОВСТВА РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ  
CIVIL AVIATION DIRECTORATE OF THE REPUBLIC OF SERBIA

**КОМИСИЈА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ УЗРОКА УДЕСА  
И ОЗБИЉНИХ НЕЗГОДА ВАЗДУХОПЛОВА**

**ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ О УДЕСУ**

<b>Корисник:</b>	приватно лице
<b>Ваздухоплов:</b>	ултралаки авион <i>Tiscano</i>
<b>Ознака регистрације:</b>	нема
<b>Серијски број:</b>	непознат
<b>Датум удеса:</b>	05.08.2012. године
<b>Место удеса:</b>	атар села Ратари, Обреновац, Република Србија
<b>Време удеса:</b>	20:30 (LT)

Београд, децембар 2012. године

## Увод

У овом Извештају изнети су резултати истраживања удеса ултралаког авиона типа *Tiscano*, без регистарске ознаке, који се догодио 05.08.2012.године у атару села Ратари, општина Обреновац.

Комисију за истраживање овог удеса (у даљем тексту: Комисија), састављену од председника и три члана, именовано је директор Директората цивилног ваздухопловства Републике Србије, решењем бр. 3/0-08-0004/2012-0001 од 07.08.2012. године и допуном решења 3/0-01-0004/2012-0003 од 21.08.2012. године.

Истраживање овог удеса спроведено је у складу са Законом о ваздушном саобраћају, Правилником о истраживању удеса и озбиљних незгода цивилних ваздухоплова, и одредбама *ICAO* 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.**

## **САДРЖАЈ:**

Фотографије и слике	5
Појмови и скраћенице које се користе у извештају	6
<b>1. ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ</b>	<b>7</b>
1.1. Историјат лета	7
1.2. Повреде	7
1.3. Оштећења ваздухоплова	7
1.4. Штета трећем лицу	7
1.5. Подаци о лицу које је управљало ваздухопловом	7
1.6. Подаци о ваздухоплову	8
1.6.1. Подаци о авиону	8
1.6.2. Подаци о мотору	8
1.6.3. Подаци о елиси	8
1.7. Метеоролошки подаци	9
1.8. Навигациона средства и опрема	9
1.9. Комуникације	9
1.10. Регистратори лета	9
1.11. Подаци о терену удеса	9
1.11.1. Подаци о терену са кога је вршено полетање	9
1.12. Медицински и патолошки подаци	9
1.13. Подаци о пожару и деловању противпожарних екипа и аспекти преживљавања	10
1.14. Трагање и спасавање	10
1.15. Испитивања и истраживања	10
1.16. Подаци о организацији	10
<b>2. АНАЛИЗА УДЕСА</b>	<b>11</b>
2.1. Опште	11
2.2. Посада ваздухоплова	11
2.2.1. Лице које је управљало ваздухопловом	11
2.2.2. Друга лица у ваздухоплову	13
2.3. Ваздухоплов	13
2.3.1. Основни делови носеће структуре ваздухоплова	14
2.3.2. Велика оштећења структуре ваздухоплова настала током лета	14
2.3.2.1. Пуцање доњег окова главне упорнице десног крила	14
2.3.2.2. Пуцање окова предње рамењаче десног крила	16
2.3.3. Остала оштећења структуре ваздухоплова	17
2.3.4. Подаци о експлоатацији и одржавању ваздухоплова	19
2.3.4.1. Подаци о експлоатацији ваздухоплова	19
2.3.4.2. Одржавање ваздухоплова предвиђено од стране произвођача	20
2.3.4.3. Подаци о одржавању ваздухоплова	21
2.4. Утврђивање узрока удеса	23
2.4.1. Прописани коефицијенти оптерећења за ваздухоплов	23

2.4.2. Оптерећења везних тачака крила	24
2.4.3. Прорачун носивости склопа доње везе упорнице	25
2.4.4. Анализа конструктивног решења окова упорнице	27
2.4.5. Извод из фрактографског прегледа преломних површина	28
2.4.6. Анализа лома стопе окова	28
2.4.7. Носивост склопа доње везе упорнице	30
2.5. Летелиште са кога је извршено полетање	31
2.6. Метеоролошка ситуација	31
2.7. Операције	31
2.7.1. Поступци пилота	31
<b>3. ЗАКЉУЧЦИ</b>	<b>34</b>
3.1. Посада ваздухоплова	34
3.2. Ваздухоплов	34
3.2.1. Закључци везани за експлоатацију и одржавање ваздухоплова	34
3.2.2. Закључци везани за сам удес	34
3.3. Терен са кога се изводило летење	35
3.4. Операције	35
3.5. Узрок удеса	35
<b>4. БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ</b>	<b>36</b>
<b>5. ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА</b>	<b>37</b>

## **ПРИЛОЗИ:**

**Прилог 1** – Утврђивање узрока удеса

**Прилог 2** – Извештај о фрактографском прегледу поломљених делова ултра лаког ваздухоплова *Tiscano*

## Фотографије и слике:

фотографија 1 – Положај и изглед олупине на месту пада	9
фотографија 2 – Положај и изглед олупине на месту пада	9
фотографија 3 – Ваздухоплов који је претрпео удес	14
фотографија 4 – Делови носеће структуре	14
фотографија 5 – Деформисане упорнице са поломљеним оковом	15
фотографија 6 – Поломљени оков у склопу упорница	15
фотографија 7 – Доња веза упорница левог крила са делом централне греде	15
фотографија 8 – Леви доњи оков упорница левог крила после раздвајања упорница	15
фотографија 9 – Место веза поломљеног окова са централном гредом	16
фотографија 10 – Место веза поломљеног окова са централном гредом	16
фотографија 11 – Поломљен оков десне упорнице	16
фотографија 12 – Десни и леви оков упорнице	16
фотографија 13 – Стопа десног поломљеног предњег окова	17
фотографија 14 – Покидана ушка десног предњег окова са везним елементима	17
фотографија 15 – Деформисан склоп десног крила	17
фотографија 16 – Деформисан склоп десног крила	17
фотографија 17 – Место прелома централне греде	18
фотографија 18 – Место прелома централне греде	18
фотографија 19 – Место прелома носача мотора	18
фотографија 20 – Место прелома носача мотора	18
фотографија 21 – Место прелома горње централне греде	18
фотографија 22 – Место прелома кабинског носача	18
фотографија 23 – Седишне везе са натписом произвођача	19
фотографија 24 – Детаљ ваздухоплова без ојачања доње централне греде	22
фотографија 25 – Импровизовано ојачање доње централне греде	22
фотографија 26 – Дводелно импровизовано ојачање	22
фотографија 27 – Место где је била плочица са серијским бројем	22
фотографија 28 – Оштећење на десној страни централне греде	23
фотографија 29 – Оштећење на десној страни централне греде	23
фотографија 30 – Напрслине левог окова	29
фотографија 31 – Напрслине левог окова	29
фотографија 32 – Отисци навоја у отворима за вијак у зиду цеви	30
фотографија 33 – Отисци навоја у отворима за вијак у зиду цеви	30
слика 1 – Табела периодичних прегледа конструкција УЛА <i>Tiscano</i>	20
слика 2 – Прорачунски модел оптерећења крила	24
слика 3 – Шематски приказ склопа везе једног штапа упорнице	25
слика 4 – Орјентационе димензије окова	26
слика 5 – Завршни профил лета	32

## Појмови и скраћенице које се користе у Извештају:

ДЦВ	Директорат цивилног ваздухопловства Републике Србије
УЛВ	Ултралаки ваздухоплов
УЛА	Ултралаки авион
НАА	<i>Hungarian Aviation Association</i>
HunCAA	<i>Hungarian Civil Aviation Authority</i>
ССЗ	Север северозапад
ЈЈИ	Југ југоисток
МУП	Министарство унутрашњих послова Републике Србије
ПУ	Полицијска управа
RAL	Скраћеница по <i>FAI (Fédération Aéronautique Internationale)</i> која означава класу ултралаких ваздухоплова којима се управља аеродинамичким површинама и полеће и слеће на земљу
CS-VLA	Стандард за израду врло лаких авиона
NDB	Свесмерни радио навигацијски фар
VFR	Правила летења при условима са спољном видљивошћу

## 1. ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

### 1.1. Историјат лета

Дана 05.08.2012.године власник УЛА *Tiscano*, без регистарске ознаке, извршавао је лет са импровизованог летелишта на свом домаћинству, а у сврху вожње другог лица.

Одмах после полетања у правцу ССЗ, власник УЛА прави десни заокрет, пење на висину од око 170м и укључује се у леви школски круг за слетање у правац ЈЈИ. На путу од трећег ка четвртом заокрету обара нос авиона и понире, након чега енергичније преводи ваздухоплов у пењање, када долази до лома дела конструкције ваздухоплова које проузрокује склапање десног крила и губитак узгона, што за последицу има неконтролисани пад ваздухоплова под стрмим углом. Ваздухоплов пада у крошњу дрвећа шуме „Звечица“, а затим на тло.

Приликом пада власник ваздухоплова и друго лице су погинули, а ваздухоплов је уништен.

### 1.2. Повреде

Повреде	Посада	Путници	Остали
Смртне	1	1	-
Тешке	-	-	-
Лакше/без	-	-	-

### 1.3. Оштећења ваздухоплова

Ваздухоплов је у удесу потпуно уништен.

### 1.4. Штета трећем лицу

У удесу није причињена штета трећем лицу.

### 1.5. Подаци о лицу које је управљало ваздухопловом

Старосна доб: 60 године  
Пол: Мушки  
Дозвола: није поседовао дозволу издату од стране ДЦВ  
Последњи медицински преглед: није познато  
Последња провера у лету: није познато  
Летачко искуство:  
Укупан налет: није познато  
Налет у последњих:  
3 месеца није познато  
1 месец није познато  
15 дана није познато  
48:00 часова није познато  
на дан удеса није познато

## 1.6. Подаци о ваздухоплову

### 1.6.1. Подаци о авиону

Тип авиона:	УЛА <i>Tusano</i>
Серијски број:	непознат <sup>1</sup>
Произвођач:	недефинисан <sup>2</sup>
Година производње:	непозната
Потврда о провери пловидбености:	нема <sup>3</sup>
Уверење о пловидбености:	нема
Категорија авиона:	УЛВ
Власник:	приватно лице
Корисник:	приватно лице
Укупан налет од почетка употребе:	непознат
Укупан број летова од почетка употребе:	непознат

**Напомена:** Комисија није могла да прибави било какву документацију о набавци, експлоатацији и одржавању авиона. Према речима чланова породице власника ваздухоплова који је настрадао у удесу, власник је поседовао документацију о куповини авиона, а водио је и евиденцију о обављеним летовима и извршеним прегледима и одржавању, али је та документација, наводно, нестала нешто више од месец дана пре удеса.

### 1.6.2. Подаци о мотору

Тип мотора:	<i>Rotax 582 DCDI</i> , двотактни, хлађен течном шћу
Произвођач:	<i>BOMBARDIER-ROTAX G.m.b.H&amp;Co. KG, Austria</i>
Серијски број мотора:	5742640
Максимална снага мотора:	48 kW (64.4 KS) при 6500 o/min
Максимални обртни момент:	75 Nm при 6000 o/min
Датум уградње на авион:	непознат
Укупно време рада:	непознато
Време рада од уградње на авион:	непознато

**Напомена:** Комисији није била доступна документација о експлоатацији и одржавању мотора уграђеног на авион.

### 1.6.3 Подаци о елиси

Тип:	трокрака са дрвеним крацима и металном главчином
Серијски број:	05.243
Произвођач:	<i>GT Propellers, Italia</i>
Датум уградње на авион:	непознат
Укупно време рада:	непознато

**Напомена:** Комисији није била доступна документација о експлоатацији и одржавању елисе.

---

<sup>1</sup> Комисија није пронашла плочицу са ознаком серијског броја авиона. Комисија је утврдила место где се плочица налазила.

<sup>2</sup> Комисија није могла да установи правог произвођача авиона, јер су авион производиле две фабрике.

<sup>3</sup> Авион није био регистрован у ДЦВ.



## **1.7. Метеоролошки подаци**

Метеоролошки услови нису утицали на удес.

## **1.8. Навигациона средства и опрема**

Није битно за узрок удеса.

## **1.9. Комуникација**

Није битно за узрок удеса.

## **1.10. Регистратори лета**

Није примењиво.

## **1.11. Подаци о терену удеса**

Удес се догодио у атару села Ратари, општина Обреновац, у густој багремовој шуми „Звечица“, на 11,5м од оближње обрадиве површине, која се налази на удаљености 1,5км од магистралног пута Обреновац-Шабац.

Група за увиђај ДЦВ-а стигла је на место удеса исте вечери. Олупина авиона није померана, осим што су из ње извучена тела погинулих којом приликом је олупина додатно оштећена.

Због мрака увиђај је настављен следећег дана, 06.08.2012. године, у јутарњим сатима. Положај и изглед олупине у шумарку који је Група за увиђај затекла је приказан на фотографијама бр.1 и 2.



Фотографија 1



Фотографија 2

### **1.11.1. Подаци о терену са кога је вршено полетање**

Импровизовано летиште налази се на имању власника ваздухоплова и није евидентирано и регистровано у ДЦВ.

## **1.12. Медицински и патолошки подаци**

По налогу истражног судије обављена је обдукција погинулих.

### **1.13. Подаци о пожару и деловању противпожарних екипа и аспекти преживљавања**

У удесу није било пожара. На лице места су изашли ватрогасци ВС Обреновац са три возила и осам ватрогасаца.

Удес је био такве природе да пилот и путник нису имали могућност да преживе.

### **1.14. Трагање и спасавање**

Није било потребе за покретањем акције трагања и спасавања.

### **1.15. Испитивања и истраживања**

У складу са доступним изјавама, подацима и документима извршена су детаљна истраживања конструкције, експлоатације и одржавања авиона, а такође и стручних квалификација лица које је управљало ваздухопловом.

Комисија је извршила прорачуне чврстоће дела конструкције, склопова и квалитета материјала делова авиона, као и фрактографски преглед поломљених делова на скенирајућем електронском микроскопу при чему су прегледани следећи делови:

- леви оков упорнице на вези са доњом централном гредом,
- десни оков упорнице на вези са доњом централном гредом и
- ушка окова предње рамењаче крила на вези са горњом централном гредом.

### **1.16. Подаци о организацији**

Није примењиво.

## 2. АНАЛИЗА УДЕСА

### 2.1. Опште

Комисија је извршила анализу удеса на бази података из увиђаја на месту удеса, прегледа олупине, изјава очевидаца, прорачуна, расположивих података и документације.

На основу изјава очевидаца догађаја и прелиминарних анализа закључено је да је до удеса дошло услед лома једног или више виталних делова носеће структуре ваздухоплова. Због тога је Комисија свој рад фокусира на:

1. утврђивање квалификације лица које је управљало и одржавало ваздухоплов,
2. утврђивање лома виталних делова носеће структуре у лету,
3. утврђивање природе тих лома (статички лом или лом услед замора),
4. одређивање услова при којима је могло доћи до тих лома.

Комисија је сагледала и анализирала све пратеће чиниоце и чињенице овог удеса, који нису директно утицали на удес, али могу убудуће утицати или довести до угрожавања безбедности летења.

### 2.2. Посада ваздухоплова

#### 2.2.1. Лице које је управљало ваздухопловом

Анализирајући стручну квалификацију лица које је управљало ваздухопловом у својству пилота, Комисија се сусрела са проблемом недостатка података о његовој стручности и искуству.

Комисија је установила да лице које је управљало ваздухопловом у својству пилота није поседовало дозволу ни овлашћење за управљање ваздухопловом издатим у ДЦВ.

Комисија је у току увиђаја добила на увид, наводну, мађарску пилотску дозволу коју је поседовало лице које је управљало ваздухопловом. Документ се водио на име погинулог лица са подацима:

- датум рођења,
- категорија *A2/RAL*
- датум издавања 04.05.2012.године
- важност до 30.04.2014.године
- заведена у Пилотском регистру *НАА* под бројем 718/2012
- право да лети самостално (соло)

Осим овог документа, други документи у вези квалификација пилота Комисији нису били доступни.

Комисија се обратила *HunCAA* са молбом да се за лице које је управљало ваздухопловом доставе подаци о периоду обуке, врсти ваздухоплова коришћеном за обуку, укупном налету на крају обуке као и мишљење инструктора после завршне провере.

У одговору, *HunCAA* је обавестио Комисију да именовани „није поседовао дозволу пилота ултра лаког ваздухоплова, те да није имао право да управља ултра лаким ваздухопловом у Мађарској, без обзира да ли је ваздухоплов регистрован или није. Такође, објаснили су законске одредбе којима је уређено летење ултра лаким ваздухоплова у њиховој земљи и објаснили су да носиоци пилотских дозвола ултра лаким ваздухоплова, које су они издали, могу летети само у Мађарској. Да би имаоци мађарских дозвола пилота ултра лаким ваздухоплова летели у другој држави, мора да

добију сагласност националних ваздухопловних власти те државе. У вези са документом који је Комисија поседовала, *HunCAA* је објаснио да то није дозвола, иако има форму дозволе и употребљен израз „*pilot licence*“, већ је то обична потврда коју издаје *НАА*, а којом се потврђује да је ималац тог документа завршио обуку организовану од стране *НАА*. Тај документ не даје право имаоцу да лети ултралаким ваздухопловом у Мађарској или било којој другој земљи.

За податке о обуци *HunCAA* је упутио Комисију на *НАА*. У одговору, *НАА* је потврдила, да је лице које је управљало ваздухопловом завршило летачку обуку у њиховој организацији 04.08.2008.године, када је на испиту стекао звање „*UL Pilot cat.I*“. У том моменту имао је 80 сати и 20 минута летења. Обуку је вршио на ултралаком авиону *Apollo Fox UL* и било му је одобрено самостално (соло) летење. Иако је имао 80 сати и 20 минута летења могао је да полаже за звање „*UL Pilot cat.II*“, али, по наводима *НАА*, он то није урадио. Од 2008. до 2012.године није се налазио у мађарској бази података. Дана 04.05.2012.године вратио се у њихов систем, не прилажући при том податке о летачком искуству стеченом у протеклом периоду, тако да у *НАА* није постојао податак о његовом укупном летачком искуству.

Анализирајући искуство лица које је управљало ваздухопловом, Комисија је на основу видео записа и фотографија доступних на интернету као и изјава лица са места удеса, установила да је лице већ дужи временски период (најмање од 2008.године) обављало летачке активности у рејону Обреновца, а у задње време и шире од Обреновца. Летачке активности није пријављивало надлежним органима, а у више наврата је угрозило безбедност ваздушног саобраћаја, због чега је и прекршајно одговарало.

Дана 06.05.2009.године у селу Уровци (у близини Обреновца) догодио се удес у коме је учествовало исто лице. Ултралаки ваздухоплов типа *Tusano* у лету је закачио и прекинуо три жице нисконапонског електричног кабла поред магистралног пута Обреновац – Шабац, после чега је ваздухоплов пао на земљу. Лице које је управљало ваздухопловом је након удеса изјавило да не поседује летачку дозволу и да има око 30 сати летачког искуства стечених са разним пилотима и на разним ваздухопловима. Према његовим речима, ваздухоплов је УЛА *Tusano*, произведен 1995.године од стране произвођача *Ferrari*, Италија, и имао је регистарску ознаку *I-4303*. Купљен је у Италији 2007.године и увежен у Србију. Ревизија авиона, према његовим речима, урађена је 2002.године и после тога авион је имао 160 сати летења. Авион одржава власник и води дневник свих активности. Након удеса констатовано је да је авион у том тренутку био расклопљен и да је власник чекао резервне делове за поправку.

Из изјаве лица након удеса 2009. године и података добијених од *НАА* уочљива је неусаглашеност података о летачком искуству (налету) лица. Према подацима *НАА*, лице је након завршене обуке имало око 80:20 сати летења, а према сопственом исказу, годину дана касније имало је укупно 30 сати.

Други случај угрожавања безбедности ваздухопловства, према сазнањима Комисије, догодио се 27.09.2010.године када је на основу пријаве контроле летења, ПУ града Београда пронашла ваздухоплов који је летео у рејону Обреновца, а коју је пријавио радио везом пилот полицијског хеликоптера који је ваздухоплов уочио у рејону хотела „Обреновац“. Комисија је из доступне документације дошла до закључка да се ради о истом лицу и истом типу ваздухоплова. Том приликом власнику ваздухоплова су привремено одузета следећа документа:

1. књижица на којој пише *MRSz REPULESI NAPOLO, LOG BOOK* на име лица за коју исти тврди да је летачка дозвола,
2. јединствена царинска исправа, УВ4 на име лица,

3. уговор о куповини УЛА *Tucano* (серијски број 0219, произведен 1995.године, комплет, демонтиран, оштећен, нефункционалан, са мотором *ROTAX 582* ,број 55-03446),
4. „саобраћајна дозвола“ *I-4303* за *ULM TUCANO*.

Документ под р.б. 1 представља мађарску пилотску књижицу коју је лице поседовало, вероватно са обуке у Мађарској. Документи под р.б. 2, 3 и 4 односе се на ваздухоплов.

Комисија је на интернету пронашла више видео снимака и фотографија који потврђују да је лице самостално управљало УЛА *Tucano* 2009.године и да је већ у том периоду превозило путнике.

Из доступних података Комисија верује да је лице које је управљало ваздухопловом имало летачко искуство на УЛА од преко три године, да није завршило адекватну летачку обуку већ да је обуку стицало самостално или подучаван од других пилота, те да је поседовало одређене квалификације за управљање ваздухопловом али на ниском нивоу.

### **2.2.2. Друга лица у ваздухоплову**

Поред лица које је управљало ваздухопловом, у ваздухоплову се налазио и путник старости 29 година. У току лета путник није обављао послове у вези с летењем ваздухоплова.

### **2.3. Ваздухоплов**

У недостатку било какве документације о ваздухоплову Комисија је имала проблем да установи прави тип ваздухоплова, односно његовог произвођача. Анализирајући доступна документа, Комисија је установила да се ради о УЛА *Tucano* италијанске производње. Међутим, УЛА *Tucano* су производиле две фабрике из Италије. Ваздухоплов је до 1996.године производила фабрика *Ferrari*, а од 1997.године производњу је преузела фабрика *FLYLAB*. Према доступним докуменатима, произвођач авиона је била фабрика *Ferrari*, која више не послује. Анализирајући ваздухоплов, Комисија је уочила да се поједини делови авиона који је уништен у удесу не подударају са деловима авиона који је, према подацима лице поседовало. Комисија није могла да утврди која од две фабрике је произвођач предметног ваздухоплова. Комисија се обратила садашњем произвођачу ваздухоплова са молбом да произвођач достави Комисији “Приручник о одржавању”, “Упут пилоту”, “Приручник о летењу” или било који сличан документ који би помогао Комисији у раду.

Произвођач је Комисији доставио “*Manuale del pilota FLYLAB DELTA3*” (у даљем тексту: “*Manuale*”), тј. “Упут пилоту” на италијанском језику, што је био једини званичан документ о ваздухоплову који је Комисији стајао на располагању током истраге овог удеса.

Из овог документа су коришћени подаци о геометријским параметрима ваздухоплова, перформансама, примењеним материјалима за елементе структуре, коефицијентима оптерећења, и др.

### 2.3.1. Основни делови носеће структуре ваздухоплова

На фотографији бр.3 приказан је ваздухоплов који је претрпео удес, а на фотографији бр.4 приказан је ваздухоплов истог типа, али на којој се знатно јасније виде делови носеће структуре.



Фотографија 3



Фотографија 4

На фотографији бр.4 су обележени основни делови носеће структуре ваздухоплова. То су:

1. доња централна греда (на њеном задњем делу су постављене репне површине),
2. горња централна греда (на њој је извршен спој предњих и задњих рамењача левог и десног крила),
3. предња рамењача,
4. задња рамењача,
5. штапови склопа главне упорнице крила,
6. кабински носач,
7. помоћне упорнице крила,
8. носач мотора и
9. носач хладњака.

На фотографији нису обележени ситнији делови структуре (затеге, формери, дијагонале...) као ни делови који припадају склопу стајног трапа, пошто Комисија сматра да ти делови нису посебно битни за анализу узрока удеса.

У даљем тексту су коришћени горе наведени називи за поједине делове носеће структуре.

### 2.3.2. Велика оштећења структуре ваздухоплова настала током лета

Током прегледа структуре ваздухоплова Комисија је констатовала велики број прелома и великих оштећења носеће структуре. Према мишљењу Комисије неколико тих прелома се десило током лета што је и проузроковало пад ваздухоплова. Остала оштећења и преломи су настали услед удара ваздухоплова у тло.

У овом делу извештаја су наведена та оштећења без анализе њиховог узрока.

#### 2.3.2.1. Пуцање доњег окова главне упорнице десног крила

Према мишљењу Комисије најзначајније оштећење које је и проузроковало пад ваздухоплова је пуцање доњег окова главне V-упорнице десног крила (у даљем тексту – оков десне упорнице).



На фотографији бр.5 се види деформисани склоп ове упорнице са поломљеним оковом на доњем крају, а на фотографија бр.6 се види детаљ овог окова у склопу упорнице. Виде се изражени преломи овог окова на месту везе окова са структуром ваздухоплова, тј. са централном носећом гредом.



Фотографија 5



Фотографија 6

Доња веза главне упорнице левог крила је остала практично ненарушена што се види и на фотографија бр.7 која је снимљена на месту удеса, а на фотографија бр.8 се види и леви доњи оков после раздвајања леве упорнице.

Место где је поломљени оков десне упорнице био везан са централном носећом гредом је приказано на фотографија бр.9 и бр.10 (у другом плану). Везни елементи који кроз централну греду повезују окове леве и десне упорнице немају видљива оштећења. Једино су видљиво деформисане подлошке испод навртки.



Фотографија 7



Фотографија 8



Фотографија 9



Фотографија 10

На фотографија бр.11 је приказан поломљени оков десне упорнице са везним елементима упорнице. Приликом првог комисијског прегледа олупине скинут је и оков леве упорнице. Оба окова са везним елементима који их повезују се виде на фотографији бр.12.

На фотографији бр.12 се види да је и стопа окова леве упорнице напрсла.



Фотографија 11



Фотографија 12

### 2.3.2.2. Пуцање окова предње рамењаче десног крила

Пуцање окова предње рамењаче десног крила (у даљем тексту – десни предњи оков крила) је још једно велико оштећење носеће структуре до кога је дошло током завршне фазе лета.

На фотографијама бр.13 и 14 (снимљене на месту удеса) се виде делови поломљеног десног предњег окова. На фотографији бр.13 се види стопа окова са откинутим ушкама, а са везним елементима који повезују десни и леви предњи оков крила. На истој слици се види пластично деформисани леви предњи оков.





Фотографија 13



Фотографија 14

На фотографији бр.14 се види једна од покиданих ушки десног предњег окова са везним елементима који пролазе кроз цевасту предњу рамењачу.

### 2.3.3. Остала оштећења структуре ваздухоплова

Комисија је констатовала и низ великих оштећења и ломова на деловима носеће структуре ваздухоплова, али који су настали приликом пада авиона на тло.

Највећа од ових оштећења су:

- потпуно деформисан, практично "згужван", склоп десног крила са припадајућим елементима (штапови главне упорнице, цеваста предња рамењача, помоћне упорнице, формери, ...) што је приказано на фотографијама бр.15 и 16,



Фотографија 15



Фотографија 16

- поломљена доња централна греда непосредно иза носача хладњака (фотографија бр.17 и 18),
- поломљен носач мотора (фотографија бр.19 и 20),
- покидана веза горње централне греде (фотографија бр.21) и кабинског носача (фотографија бр.22),





Фотографија 17



Фотографија 18



Фотографија 19



Фотографија 20



Фотографија 21



Фотографија 22

Осим тога, приликом пада авиона дошло је и до многих других оштећења – потпуно уништење кабине авиона, деформације елемената структуре левог крила, кидање појединих затега и укрућења, итд.

### 2.3.4. Подаци о експлоатацији и одржавању ваздухоплова

Обзиром да ваздухоплов није био регистрован у ДЦВ, не постоје званични подаци као и документација о набавци, експлоатацији и одржавању авиона.

Комисија није успела да прибави такву документацију ни код породице власника авиона, јер је она, наводно, нестала нешто више од месец дана пре удеса.

#### 2.3.4.1. Подаци о експлоатацији ваздухоплова

Постоји много непознаница везаних за експлоатацију овог ваздухоплова. Оне се односи на:

##### 1. произвођача авиона и година производње

Произвођач овог типа авиона је од 1997.године италијанска компанија *FLYLAB srl*, а од 1987.године га је производила компанија *Ferrari* која више не послује.

Комисија није могла да установи ко је прави произвођач авиона, јер на авиону недостаје плочица за идентификацију са серијским бројем. По доступним информацијама власник је купио и увезао авион који је правила фабрика *Ferrari*, али ваздухоплов који је претрпео удес на себи је имао мотор другог серијског броја као и део који указују на фабрику *FLYLAB srl*. (натписа на деловима пилотског седишта) фотографија бр.23.



Фотографија 23

На основу података са Потврде о привремено одузетим предметима коју је Комисија добила на увиђај, у делу уговора о купопродаји наводи се да је ваздухоплов направљен 1995.године и да је имао серијски број 0219. Такође, Комисија на основу анализа конструкције УЛА *Tusano* са слика где су познате године производње и УЛА *Tusano* који је претрпео удес, сматра да је ваздухоплов произведен пре 2001.године.

##### 2. годину увоза у Републику Србију

На основу података из докумената до којих је дошла Комисија, власник је увезао ултралаки авион као полован 03.04.2007.године. Томе иде у прилог и тврдња у писму произвођача авиона (*FLYLAB srl*) да они нису вршили продају авиона лицима са територије Републике Србије. Из Потврде о привремено одузетим предметима наводи се да је у уговору о куповини ултралаки авион стајало да је авион: “комплет, демонтиран, употребљен, оштећен, нефункционалан”.



Међутим, нема поузданих података о томе када је авион купљен и у каквом је стању био.

### 3. укупан налет и/или број летова

Комисија није могла да установи колико је УЛА имао часова налета и/или летова, али на основу докумената из 2009.године који су Комисији били доступни ваздухоплов је 2002.године имао ревизију, после чега је направио 160 сати летења. Подаци о даљој експлоатацији ваздухоплова нису познати.

Комисија на основу података са којима је располагала, од којих је велики део у противречности, не искључује могућност да је власник УЛА поред авиона за који делимично постоје подаци, користио други авион истог типа.

За мотор, као ни за елису нема података о експлоатацији, али Комисија сматра да погонска група ваздухоплова није имала било каквог удела код узрока овог удеса, па овај аспект није даље разматрала.

#### 2.3.4.2. Одржавање ваздухоплова предвиђено од стране произвођача

Цела Глава 8 документа “*Manuale*” се односи на одржавање ваздухоплова. На стр. 52 су прописани периодични прегледи ваздухоплова (не укључујући погонску групу)<sup>4</sup>. Њихова учесталост за поједине склопове и компоненте је прописана одговарајућом табелом која је дата на слици бр.1.

Словне ознаке код појединих прегледа имају следеће значење: А – прегледати (проверити, контролисати); В – подмазати; С – заменити и D – очистити.

CONTROLLI PERIODICI CELLULA

COMPONENTI	SCADENZA DEI CONTROLLI IN ORE DI VOLO																			
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
VELATURA										A										A
MONTANTI ALA					A					A					A					A
STRUTTURA ALA										A										A
STRUTTURA IMPENNAGGI										A										A
BULLONI MONTANTI ALA					A					A					A					A
TENSIONI CAVI COMANDO	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
CARRUCOLE CAVI	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB
CAVI COMANDO	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB
SUPPORTI PEDALIERA	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB	DB
MOVIMENTI CLOCKS					DB					DB					DB					DB
CAVO FRENO ANTERIORE					C					C					C					C
FORCELLA ANTERIORE					A					A					A					A
SOSPENSIONI POST.					A					A					A					A
BULLONERIA CELLULA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
STRUTTURA CELLULA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
BATTERIA	A				A					A					A					A

A= CONTROLLARE  
 B= INGRASSARE  
 C= SOSTITUIRE  
 D= PULIRE

Слика 1

Што се тиче носеће структуре, у горњој табели су предвиђени следећи прегледи:

<sup>4</sup> Италијански термин *cellula* се односи на ваздухоплов без погонске групе.

- упорнице крила (*montanti ala*): преглед (провера, контрола) на сваких 50 сати налета,
- структура крила (*struttura ala*): преглед (провера, контрола) на сваких 100 сати налета,
- везни елементи упорнице (*bulloni montanti ala*): преглед (провера, контрола) на сваких 50 сати налета,
- везни елементи на целом ваздухоплову не рачунајући погонску групу (*bulloneria cellula*): преглед (провера, контрола) на сваких 10 сати налета, а на сваких 200 сати и њихова замена и
- структура ваздухоплова не рачунајући погонску групу (*struttura cellula*): преглед (провера, контрола) на сваких 10 сати налета.

На претходним странама наведеног документа су детаљније описани ови прегледи и корективне мере које у случају потребе треба предузети.

Тако се за целокупну структуру ваздухоплова, укључујући и крило и упорнице, дефинише да се прегледима утврђује да ли су цеви и штапови у добром стању, односно без знакова деформација и прскотина.

Предвиђено је да ако се код неког елемента структуре утврди оштећење, тај елемент се не оправља, већ се замењује новим резервним делом<sup>5</sup>. При томе се саветује да сваки рад на структури изводи произвођач или овлашћени сервис.

Што се тиче везних елемената, њиховим прегледом треба утврдити да ли су у добром стању, без прецизирања шта то тачно значи (корозија, оштећени навоји, деформисано тело, ...). У случају оштећења везне елементе треба заменити новим, а препоручује се и замена самокочних навртки после сваког скидања.

Није експлицитно дефинисано на који начин (са или без демонтаже) и којим средствима се ти прегледи врше (визуелно, коришћењем увеличавајућег стакла, применом неке од метода без разарања, итд.). С обзиром да се ради о ултралаком ваздухоплову, вероватно је одлука о томе препуштена власнику и/или кориснику ваздухоплова.

#### **2.3.4.3. Подаци о одржавању ваздухоплова**

Као што је већ речено, Комисија није успела да прибави било какву документацију о одржавању ваздухоплова.

Међутим, током прегледа олупине Комисија је утврдила да су на структури ваздухоплова вршене одређене интервенције.

То се пре свега односи на зону доње централне греде у зони везе главног стајног трапа, а између везних тачака носача хладњака и носача мотора. На фотографија бр.24<sup>6</sup> је детаљ са овог ваздухоплова из ранијег периода, а на фотографији бр.25 се види иста зона на олупини ваздухоплова.

<sup>5</sup> Из документа “*Manuale*” произилази да за ваздухоплов постоји и одговарајући “*Manuale ricambi*”, тј. каталог резервних делова

<sup>6</sup> Фотографија је преузета са интернета, а Комисија претпоставља да је снимљена у мају 2010. године.



Фотографија 24



Фотографија 25

На фотографији бр.25 су обележени: 1 – ојачање доње централне греде; 2 – десна нога стајног трапа; 3 – носач хладњака и 4 – носач мотора. На фотографији бр.24 се ојачање носеће греде не види, што значи да је рађено после снимања поменуте фотографије.



Фотографија 26



Фотографија 27

Комисија је током своје друге посете месту ускладиштења олупине демонтирала ово дводелно ојачање (фотографија бр.26) и на основу два отвора за причвршћивање, (фотографија бр.27) установила да се испод тог ојачања на десној страни налазила плочица са серијским бројем ваздухоплова која је, вероватно, скинута током постављања ојачања.

Када је ојачање демонтирано Комисија је утврдила да је део доње централне греде који је прекривен овим ојачањем знатно оштећен, вероватно услед ранијег грубог слетања. Делимично репарирана, оштећења на левој страни доње централне греде виде се на фотографијама бр.28 и 29. Очигледне су прскотине у зони предњег отвора за пролаз вијка који повезује окове стајног трапа на левој и десној страни.

Иако ово оштећење нема директне везе са удесом, то указује да је ваздухоплов током експлоатације имао проблеме. С друге стране, то значи да се власник није придржавао одредби из “*Manuale*”- а који прописује замену, а не оправку, оштећеног дела.



Фотографија 28



Фотографија 29

На ову чињеницу је посредно скренуо пажњу и произвођач ваздухоплова када је видео фотографије авиона приложене уз писмо које му је упућено. Произвођач је у свом одговору скренуо пажњу на постојање овог ојачања као дела који није предвиђен пројектом ваздухоплова и навео да је цео део, предпостављајући да је у питању било оштећење, требало заменити новим, а не оправљати га.

#### 2.4. Утврђивање узрока удеса

После прегледа олупине, анализе урађених фотографија током увиђаја, изјава сведока и анализе осталих чињеница, Комисија је недвосмислено утврдила да је у завршној фази лета ваздухоплова прво дошло до лома везе упорнице десног крила са доњом централном гредом. После тога у лету је дошло до пуцања везе предње рамењаче десног крила са горњом централном гредом.

Сва остала оштећења су настала приликом проласка ваздухоплова кроз грање дрвећа и услед удара о тло.

Да би се десио лом везе упорнице десног крила са доњом централном гредом морало је да дође до једнократног или вишеструког преоптерећења крила које је превазилазило носивост ове везе.

Даља анализа је усмерена на потврђивање те чињенице и утврђивање услова који су могли да до тога доведу.

У овом поглављу су дати само изводи из детаљног прорачуна који је дат у Прилогу Извештаја.

##### 2.4.1. Прописани коефицијенти оптерећења за ваздухоплов

Мада се нигде више у документу “*Manuale*” не наводи да је ваздухоплов пројектован према прописима CS-VLA, у параграфу 2.5 се експлицитно наводи да су, у складу са спецификацијама наведених прописа, гранични фактори оптерећења ваздухоплова  $n_{\max} = +3,8$  и  $n_{\min} = -1,9$ . Ове вредности су у складу са параграфом CS-VLA 337 у коме се каже да позитивни гранични фактор оптерећења не може да буде нижи од  $+3,8$ , а негативни не може да буде нижи (по апсолутној вредности) од  $-1,5$ .

Према параграфу CS-VLA 305 ове нивое оптерећења би носећа структура ултра лаког ваздухоплова требало да издржи без појаве трајних деформација у било ком делу структуре.

Према параграфу CS-VLA 303 ломни прорачунски фактори оптерећења, без узимања у обзир специјалних фактора, су  $n_{\max\text{лом}} = +3,8 \cdot 1,5 = +5,7$  и  $n_{\min\text{лом}} = -1,9 \cdot 1,5 = -2,85$ . Према параграфу CS-VLA 305 ове нивое оптерећења требало да издрже, а да се не поломе.

#### 2.4.2. Оптерећења везних тачака крила

На слици бр.2 је приказан прорачунски модел оптерећеног крила који је коришћен у овој анализи. На моделу су обележене тачке:

- A – зглобна веза крила са горњом централном гредом,
- B – веза главне упорнице са доњом централном гредом,
- C – веза главне упорнице са крилом и
- D – крај крила.

У овој фази ће бити занемарена чињеница да је веза крила са горњом централном гредом остварена у две тачке (на предњој и задњој рамењачи) као и да физички постоје два штапа главне упорнице крила од којих се једна веже за предњу, а друга за задњу рамењачу крила.

Такође су обележене и геометријске величине које су коришћене у прорачуну:

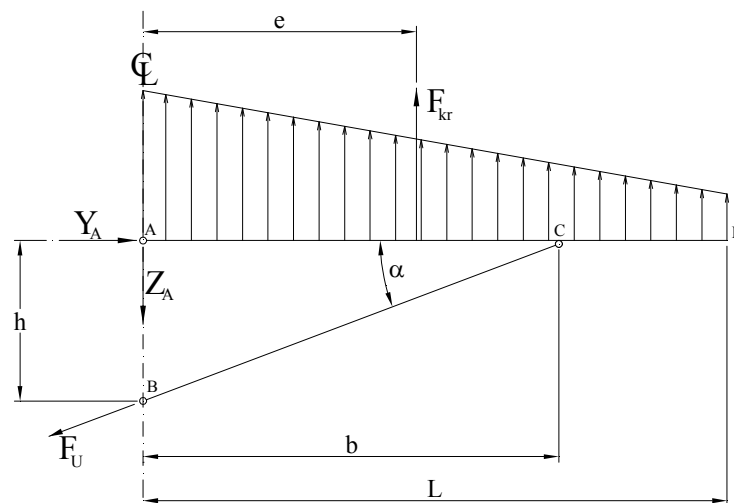
$L = 5085\text{mm}$  - полуразмах крила,

$h = 1400\text{mm}$  и

$b = 3700\text{mm}$

Угао упорнице према крилу се одређује из ових геометријских величина.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{b} = 0,378 \rightarrow \alpha = 21^\circ$$



Слика 2

Ако се усвоји да целокупно оптерећење ваздухоплова у лету носе само крила, тада је сила која делује на крила једнака производу тежине ваздухоплова и коефицијента оптерећења, тј.

$$F_z = n \cdot m \cdot g$$



а на једно крило делује половина ове силе

$$F_{kr} = \frac{1}{2} F_z = 0,5 \cdot n \cdot m \cdot g \quad (1)$$

Реакције ослонаца у зглобној вези крила са горњом носећом гредом и вези упорнице са доњом носећом гредом добијају се из услова равнотеже:

$$\begin{aligned} \sum Y = 0 &\Rightarrow Y_A - F_u \cos \alpha = 0 \\ \sum Z = 0 &\Rightarrow Z_A + F_u \sin \alpha - F_{kr} = 0 \\ \sum M_A = 0 &\Rightarrow F_u \cos \alpha \cdot h - F_{kr} \cdot e = 0 \end{aligned}$$

где је  $e = 2,38\text{m}$  положај резултујуће силе по размаху крила.

Из последње једначине добија се величина силе у упорници у функцији оптерећење крила.

$$F_u = \frac{F_{kr} \cdot e}{h \cdot \cos \alpha} = \frac{n \cdot m \cdot g \cdot e}{2h \cdot \cos 21^\circ} \quad (2)$$

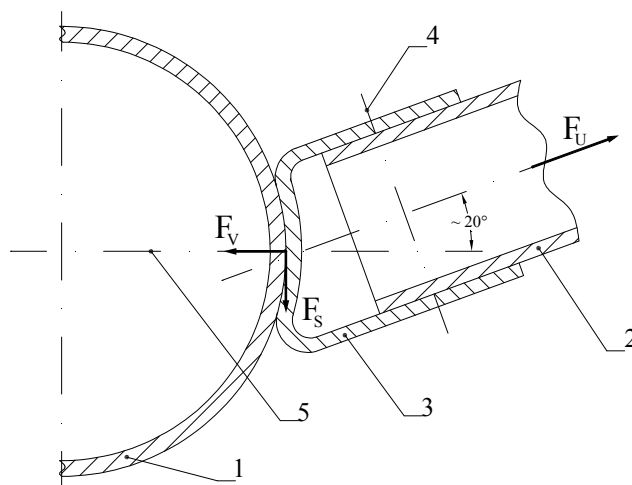
Силе на вези крила са горњом централном гредом су:

$$\begin{aligned} Y_A &= F_u \cos \alpha \\ Z_A &= F_{kr} - F_u \sin \alpha \end{aligned}$$

### 2.4.3. Прорачун носивости склопа доње везе упорнице

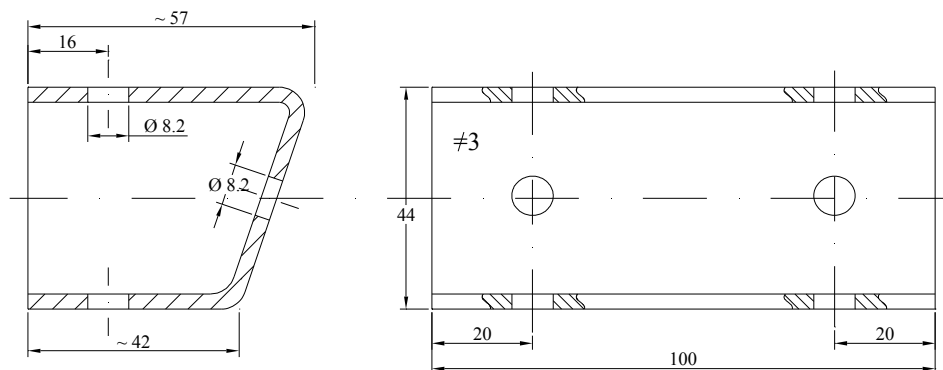
Због поједностављења овог прорачуна, које неће утицати на коначне закључке, посматран је равански случај, тј. ситуација да штап упорнице лежи у равни управној на раван симетрије ваздухоплова. Тиме и све компоненте оптерећења упорнице леже у тој равни.

Са том предпоставком, на слици бр.3 је шематски приказан склоп везе једног штапа упорнице крила са доњом централном гредом. На слици су обележени следећи елементи склопа: 1 - доња централна греда, 2 – упорница, 3 – оков за везу, 4 – оса вијка за везу упорнице са оковом и 5 - оса вијка за везу окова са доњом централном гредом. Везни елементи нису цртани да скица не би била пренатрпана.



Слика 3

Доња централна греда и упорница су рађене од танкозидних цеви, док је оков, према мишљењу Комисије, рађен од лима савијањем. Димензије окова које су дате на слици бр.4 су оријентационе, тј. измерене су на левом окуву који је и сам напрсао.



Слика 4

Из процењених дужина зидова окова је и израчунат угао упорнице  $\alpha_u \approx 20^\circ$  који је означен на слици бр.3. Стопа окова реално није равна, већ ради налегања на доњу централну греду у попречном пресеку има радијус што је на претходној скици занемарено.

У анализи чији су резултати приказани у овој тачки Извештаја<sup>7</sup> је предпостављено да је и оков израђен од алуминијумске легуре 6060 са механичким карактеристикама су дефинисане у параграфу 1.10 документа “*Manuale*”.

Сила са упорнице се на оков преноси посредством двосечне смичуће везе преко вијка М8, а са окова на доњу централну греду преко два дугачка вијка М8 који међусобно повезују окове на левој и десној страни.

Прорачунска анализа је показала да је критично оптерећење за посматрани склоп савијање стопе окова на месту његове везе са доњом централном гредом, при чему је добијено меродавно прорачунско ломно оптерећење целог крила

$$F_{z\text{doz}} = 574 \text{ daN}$$

Ово прорачунско оптерећење, према (1), одговара коефицијенту оптерећења

$$n_{\text{doz}} = \frac{F_{z\text{doz}}}{m_{\text{max}} \cdot g} = 1,28$$

што је далеко испод прорачунског ломног коефицијента оптерећења  $n_{\text{max lom}} = +5,7$ , али и знатно испод граничног коефицијента оптерећења  $n_{\text{max}} = +3,8$  који би сви елементи ваздухоплова морали да издрже без пластичних деформација!

Овде нису узети у обзир ефекти концентрације напона услед постојања отвора за вијке који додатно негативно утичу на израчунате носивости.

Процењује се да реални коефицијент оптерећења који доводи до пуцања стопе може да буде нешто већи од израчунатог (због коришћења поједностављеног прорачунског модела). Ако се предпостави да је то повећање чак и 100% добија се коефицијент оптерећења

<sup>7</sup> Комплетан прорачун је приказан у Прилогу 1 овог Извештаја.

$$n_{\text{doz}}^r = 2n_{\text{doz}} = 2,56$$

што је опет далеко како испод прорачунског ломног тако и граничног коефицијента оптерећења!

Коришћењем претходних вредности и усвојених претпоставки, добија се коефицијент оптерећења при коме материјал окова излази из стања еластичности и почиње да се пластично деформише, а то је

$$n_{\text{el}}^r = 1,45$$

Овај коефицијент оптерећења је нешто већи него коефицијент оптерећења у хоризонталном лету.

#### 2.4.4. Анализа конструктивног решења окова упорнице

Овако низак ниво дозвољеног оптерећења окова је навео Комисију на могући закључак да окови упорница нису оригинални и то по два основа:

- по димензијама, тј. по дебљини примењеног лима или
- по материјалу од кога је оков израђен

Сумња у дебљину лима од кога је израђен оков појавила се зато што је, на пример, оков на вези предње рамењаче са горњом централном гредом израђен од лима дебљине  $\delta \approx 5\text{mm}$ , а на основу спроведених испитивања тврдоће материјала окова Комисија је установила да се вероватно ради о материјалу 6061 који има нешто јаче механичке особине него материјал 6060<sup>8</sup>.

Под таквим претпоставкама, уз постојеће измерене димензије окова, лом би наступио при

$$n_{\text{dozl}}^r = 1,27 \cdot n_{\text{doz}}^r = 3,25$$

а пластичне деформације при

$$n_{\text{ell}}^r = 1,27 \cdot n_{\text{el}}^r = 1,84$$

а и ти коефицијенти оптерећења су нижи од ломног, односно граничног који су дефинисани прописима.

То значи да и јачи материјал (6061) не би знатно подигао носивост окова са постојећим димензијама.

Уколико би се применио материјал дебљине  $\delta_1 = 5\text{mm}$ , а за материјал окова 6060, дозвољени ломни и гранични коефицијенти оптерећења би били

$$n_{\text{dozl}}^r = 2,56 \cdot 2,78 = 7,23 > n_{\text{max lom}} = 5,7$$

$$n_{\text{ell}}^r = 1,45 \cdot 2,78 = 4,03 > n_{\text{max}} = 3,8$$

респективно, што су вредности које задовољавају пројектне захтеве CS – VLA.

За материјал 6061 ове вредности би биле

---

<sup>8</sup> Механичке карактеристике материјала 6061 Т6 су дате у оквиру Прилога 1 Извештаја.

$$n_{\text{doz2}}^r = 1,27 \cdot 7,23 = 9,18$$

$$n_{\text{el2}}^r = 1,27 \cdot 4,03 = 5,12$$

То би значило да би за овај материјал дебљина окова могла да буде и нешто тања. На пример, за дебљину  $\delta_2 = 4,5\text{mm}$  ови коефицијенти оптерећења би били

$$n_{\text{doz3}}^r = 0,81 \cdot 9,18 = 7,44 > 5,7$$

$$n_{\text{el2}}^r = 0,81 \cdot 5,12 = 4,15 > 3,8$$

Ово показује да би се повећаном дебљином окова уз нешто јачи материјал постигла носивост окова која би задовољила наведене CS – VLA пројектне захтеве.

Вероватно да би овде прорачунате вредности, због усвојених претпоставки, биле реално нешто ниже, али Комисија сматра да би и те вредности задовољиле услове прописане пројектним захтевима.

#### **2.4.5. Извод из фрактографског прегледа преломних површина<sup>9</sup>**

Фрактографском прегледу на скенирајућем електронском микроскопу подвргнути су следећи поломљени делови ваздухоплова:

- леви оков упорнице на вези са доњом централном гредом,
- десни оков упорнице на вези са доњом централном гредом и
- ушка окова предње рамењаче крила на вези са горњом централном гредом.

Овим прегледима је утврђено да преломне површине десног (који се потпуно поломио) и левог (који је делимично напукао) окова упорнице на доњој вези указују на заморни карактер лома, односно на лом који је настао у условима наизменично променљивог оптерећења. Укупна површина лома који заузимао заморни лом износила је око 90% укупне површине што указује да је делујући напон у тренутку лома био низак.

Код десног окова се види да су оштећења отвора за вијак настала услед дејства навоја вијка имала улогу у иницијацији заморне прслине.

Код оба окова је видљива “питинг” корозија која је значајно допринела појави оштећења и лома.

Карактер лома ушке указује на њен статички лом, односно на лом који је настао услед једнократног преоптерећења.

Мерења тврдоће материјала окова упорница указују да је за израду окова упорнице коришћена легура 6061.

#### **2.4.6. Анализа лома стопе окова**

Под анализом се овде подразумева поређење ефективног лома са утврђеним узроцима лома. Важно је истаћи да је Комисија утврдила и велика оштећења на стопи окова леве упорнице, а који по свом карактеру и месту где су настала потпуно одговарају претходно дефинисаном узроку.

На фотографији бр.30 види се напрелина по целој дебљини стопе од отвора за вијак до ближег краја окова, а на фотографији бр.31 види се да је напрелина почела да се шири и

---

<sup>9</sup> Комплетан извештај је дат у Прилогу 2 овог Извештаја.

на другу страну. На фотографији бр.30 види се да је дошло до потпуне промене облика стопе.

Услед деловања силе “чупања” вијка стопа се савила, од првобитно споља “издубљеног” облика се потпуно пластично деформисала и прешла у “испупчени” облик исцрпивши своју носивост после чега је дошло до прскотина стопе у зони отвора за вијак (због концентрације напона) и ширења прскотине ка крајевима. Даље оптерећење окова, чак и знатно нижим нивоима оптерећења, изазвало је убрзан и неконтролисан развој прскотина што је за коначни ефекат имало тако обимно пуцање стопе окова да су се кроз тако настале отворе извукле навртке са подлошкама и спој се потпуно распао.



Фотографија 30



Фотографија 31

Један од основних разлога због чега су оштећења стопе десног окова много већа него на левој је у лоше оствареном навојном споју стопа окова и доње централне греде. Комисија није могла да утврди да ли је остварено решење споја предвиђено конструкционом документацијом или је произашло током експлоатације и евентуалне демонтаже овог склопа.

Дужина цилиндричног тела вијка  $L_t \approx 93\text{mm}$ , што је мање него укупна дебљина елемената у споју која износи  $\delta_u \approx 110\text{mm}$ . Како је  $L_t < \delta_u$  то значи да ће на оној страни споја где долази навртка у отворе за вијке на стопи налегати навоји, а не тело вијка. У конкретном случају веза је била остварена тако да је глава вијка налегала на стопу левог окова, а стопа десног окова је била на страни навртке.



Фотографија 32



Фотографија 33

То је проузроковало да се смичућа сила  $F_s$  на тој страни са стопе окова на зид цеви преноси гњечењем навоја што није препоручљиво. Отисци навоја у отворима за вијак на стопи десног окова су видљиви, фотографија бр.32, као и у отворима за вијак у зиду цеви фотографија бр.33.

Ови отисци навоја су још један од извора концентрације напона који додатно снижавају носивост разматраног склопа, а они не постоје на стопи левог окова. То је још један од разлога што је дошло до ефективног лома десног окова, док на левом постоје “само” прскотине.

Комисија сматра да је реална ситуација била неповољнија у односу на претпоставке које су усвојене у претходном прорачуну, односно да су  $\epsilon\epsilon$  описани ефекти:

- пластичне деформације стопе окова услед силе чупања вијка,
- “утискивање” навоја у отворе за вијке услед смичуће компоненте силе у упорници,
- иницијалне прскотине у зони отвора за вијке и
- постепени развој тих прскотина

могли да се јаве при још нижим коефицијентима оптерећењима од претходно дефинисаних.

До ефективног лома је дошло при вађењу ваздухоплова из обрушавања када се постижу највећа оптерећења склопа доње везе упорнице.

Теоријски фактор оптерећења је тада  $n_{\max} = +3,8$ , а практично је то нешто нижа вредност, али далеко већа од оне која изазива лом окова. Ефекат се повећава ако се ваздухоплов учестало излаже таквим нивоима оптерећења.

Све овде изнете чињенице су у потпуној сагласности са чињеницама утврђеним фрактографским прегледом преломних површина поломљених и оштећених делова.

#### 2.4.7. Носивост склопа доње везе упорнице

На основу спроведеног прорачуна и анализе Комисија по питању чврстоће склопа доње везе упорнице има следећи став:

1. Постојећи окови на доњим везама упорница не задовољавају услове чврстоће прописане пројектним захтевима CS-VLA.
2. Критични елемент у склопу доње везе је сам оков, а критично оптерећење је савијање његове стопе (на месту везе са доњом централном гредом) проузроковано силом “чупања” везног вијка.
3. Неадекватно остварено решење навојног споја (навој вијка у контакту са отворима) је додатно допринело смањењу носивости десног окова у односу на леви.
4. Носивост стопе окова се достиже на ниским оптерећењима, далеко нижим од граничних, тј. оних која се могу појавити у лету што је показао и фрактографски преглед преломних површина.
5. Комисија је утврдила и постојање корозије како на поломљеном тако и на оштећеном окуву која је додатно допринела смањењу носивости окова која и у случају да нема корозије не би задовољила пројектне захтеве CS-VLA.
6. Комисија није имала могућности да утврди да ли су окови уграђени на доњим везама упорница оригинални или нису, тј. да ли су мењани резервним деловима, прављени у “сопственој режији” или сл.
7. Комисија је утврдила да би се повећаном дебљином окова уз нешто јачи материјал постигла носивост окова која би задовољила наведене CS – VLA пројектне захтеве.

## 2.5. Летиште са кога је извршено полетање

Импровизирана писта коју је власник ваздухоплова направио на свом имању је дужине око 300 метара, ширине око 20 метара, правца протезања ЈЈИ/ССЗ, где се у бочним и прилазним равнима налазе објекти који нарушавају косе равни, нарочито у прилазу ССЗ. Летелиште није било регистровано код ДЦВ.

Импровизирано летелиште се налази на само 1300м од радио-фара Обреновац – *NDB OBR*, које представља кључну тачку за *VFR* доласке и одласке аеродрома Никола Тесла.

## 2.6. Метеоролошка ситуација

Није битно за узрок удеса.

## 2.7. Операције

### 2.7.1. Поступци пилота

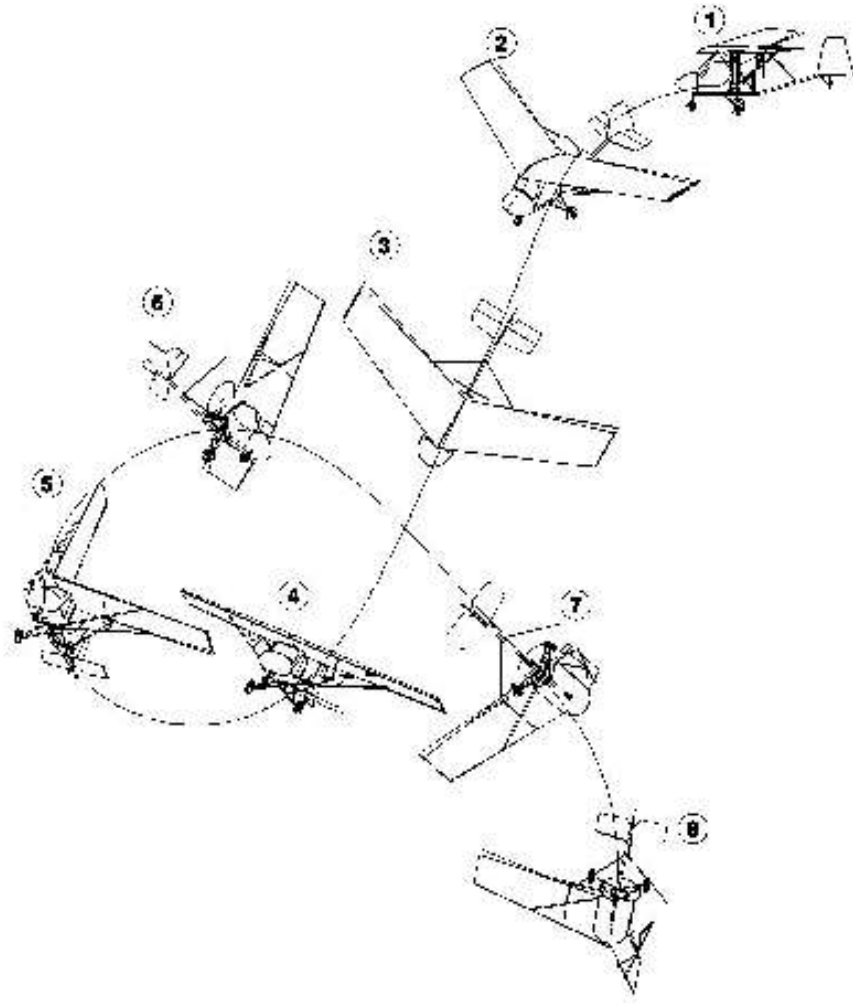
Дана 05.08.2012.године око 20.00 часова (LT) пилот УЛА *Tiscano* је обављао лет у циљу вожње путника. Лет је трајао око 10 минута и безбедно се завршио. По слетању дошло је до замене путника и пилот је поново извршио полетање у правцу ССЗ. По полетању и достизању висине од преко 50 метара направио је десни заокрет за око 90° и наставио са пењањем до висине око 170м. Укључио се за леви круг за писту ЈЈИ и летео је ка трећем заокрету. Између трећег и четвртог заокрета пилот је из хоризонталног лета оборио нос авиона и превео авион у понирање/обрушавање. По достизању брзине која је била блиска максималној, на висини око 110м пилот је извадио авион из обрушавања и превео га у пењање. У току превођења авиона у пењање дошло је до попуштања и откачињања окова десне упорнице крила са трупом, након чега је дошло до подизања десног крила што је довело до стварања момената и то:

- момента скретања ваздухоплова у лево од дејства отпорне силе левог крила,
- момента ваљања у лево од узгонске силе левог крила и
- момента обрушавања од губитка десног крила

што доводи ваздухоплов на велики угао у стрми пад и удар у земљу при раду мотора на великим обртајима.

Пилот је лет извршио без икаквих најава лета (подношење Плана лета).

На слици бр.5 приказан је завршни профил лета УЛА *Tuscano* приликом удеса.



Слика 5

Објашњење позиција у слици бр.5:

Позиција 1: авион је у хоризонталном лету након чега пилот изводи леви заокрет,

Позиција 2: следи обрушавање,

Позиција 3: обрушавање,

Позицији 4: пилот почиње вађење авиона, након чега због повећања оптерећења конструкције и долази до одвајања упорнице десног крила,

Позиција 5: после одвајања упорнице десног крила, због лома окова доње везе десне упорнице, десно крило се подиже што доводи до момента скретања авиона у лево од дејства отпорне силе левог крила,



Позиција 6: од момента скретања у лево јавља се момент ваљања у десно и момент обрушавања од губитка узгона десног и левог крила што доводи авион на велики угао обрушавања,

Позиција 7: након губитка узгона авион се обрушава под великим углом ка земљи,

Позиција 8: авион великом брзином стрмо удара у земљу.

### **3. ЗАКЉУЧЦИ**

#### **3.1. Посада ваздухоплова**

- 3.1.1. Пилот није поседовао важећу дозволу пилота УЛА издату у Републици Србији.
- 3.1.2. По извештају *HunCAA* пилот није поседовао дозволу пилота УЛА.
- 3.1.3. По извештају *НАА* пилот је завршио обуку за пилота ултралаког авиона са оспособљењем за самостално (соло) летење. Сати летења које је доставио *НАА* за обуку спроведену у 2008.години (80 сати 20 минута) и сати које је сам пилот пријавио након удеса 2009.године (око 30 сати ), се разликују за 50 сати.
- 3.1.4. Летачко искуство и квалификације пилота Комисија није могла да установи, осим чињенице да је имао вишегодишње летачко искуство које је после 2008.године стицао самостално на свом импровизованом летелишту на најмање два УЛА, без најава и пријава летења и са учесталом вожњом путника.
- 3.1.5. Пилот је већ једном имао удес у истом реону, на истом типу УЛА, који је евидентиран, а претпоставља се да је имао и друге удесе или озбиљне незгоде који нису евидентирани.

#### **3.2. Ваздухоплов**

##### **3.2.1. Закључци у вези са експлоатацијом и одржавањем ваздухоплова**

- 3.2.1.1. Авион није био регистрован код ДЦВ.
- 3.2.1.2. Услед непостојања одговарајуће документације не постоје поуздани подаци о пореклу ваздухоплова (произвођач, година производње, серијски број, ...).
- 3.2.1.3. Услед непостојања одговарајуће документације не постоје поуздани подаци о експлоатацији ваздухоплова (часовни налет, број летова, ...) пре, као ни после увоза у Републику Србију.
- 3.2.1.4. Услед недостатка одговарајуће документације не постоје поуздани подаци о одржавању ваздухоплова у складу са одредбама Главе 8 документа “*Manuale*”.
- 3.2.1.5. Комисија је утврдила да је на авиону вршена оправка оштећене структуре доње централне греде што није дозвољено према документу “*Manuale*”, већ је оштећени део требало заменити новим.
- 3.2.1.6. Комисија није могла да утврди да ли су током експлоатације неки делови мењани новим (резервним) деловима или су, можда, делови прављени у “сопственој режији”.

##### **3.2.2. Закључци у вези са удесом**

- 3.2.2.1. Лом десног окова је настао приликом маневра вађења ваздухоплова из обрушавања, а као последица интензивног раста прскотина које су настајале и шириле се услед наизменично променљивих оптерећења крила и под додатним утицајем постојеће “питинг” корозије.

- 3.2.2.2. Комисија је утврдила да постојећи окуви на доњим везама упорнице не задовољавају пројектне захтеве у погледу чврстоће, а који су дефинисани у документу “*Manuale*”.
- 3.2.2.3. Комисија је утврдила да стопа окова већ при релативно ниском оптерећењу, далеко испод граничног пројектног оптерећења, достигне своју носивост на савијање.
- 3.2.2.4. Неадекватно остварен вијчани спој стопа окова са доњом централном гредом додатно доприноси смањењу носивости десног окова у односу на леви што је имало за последицу ефективни лом десног окова, а „само” настанак великих прскотина на левом окуву.
- 3.2.2.5. Облик и карактер лома стопе окова у потпуности одговарају узроку лома који је утврђен у анализи.

### **3.3. Терен са кога се изводило летење**

- 3.3.1. Карактеристике импровизованог летишта нису директно утицале на удес.

### **3.4. Операције**

- 3.4.1. Власник ваздухоплова је неовлашћено летео у ваздушном простору Републике Србије.
- 3.4.2. Власник ваздухоплова је неовлашћено вршио превоз путника.

### **3.5. Узрок удеса**

Узрок удеса је губитак контроле над ваздухопловом услед пуцања стопе окова на доњој вези склопа упорнице десног крила са доњом централном гредом. До пуцања је дошло услед преоптерећења окова приликом вађења ваздухоплова из обрушавања. Носивост постојећих окова на доњим везама упорница крила није била довољна да окуви издрже све нивое оптерећења, а посебно нешто оштрије маневре као што је вађење ваздухоплова из обрушавања.

#### **4. БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ**

Да би се избегло да до удеса или озбиљне незгоде поново дође због истих или сличних узрока, Комисија доноси следеће безбедносне препоруке:

##### **Директорату цивилног ваздухопловства Републике Србије**

**04/12-1:** Са овим Извештајем упознати све организације који се баве спортским и аматерским летењем.

**04/12-2:** Свим власницима и корисницима ултралаких ваздухоплова скренути пажњу да се стриктно придржавају препорука о експлоатацији и одржавању ваздухоплова, посебно са одредбама које дефинишу поступке са оштећеним деловима.

**04/12-3:** Појачати инспекцијски надзор над летењем пилота ултралаких ваздухоплова који поседују дозволе страних ваздухопловних власти или овлашћених организација.

## 5. ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА

Издвојених мишљења чланова Комисије није било.

ПРЕДСЕДНИК:

\_\_\_\_\_  
Беда Дејан, пилот

ЧЛАН:

\_\_\_\_\_  
мр Владан Величковић, дипл.ниж.

\_\_\_\_\_  
др Милан Бајевић, дипл.ниж.

\_\_\_\_\_  
Иво Блацић, дипл.ниж.