



**Republika Srbija**

**AIR ACCIDENT INVESTIGATION COMMISSION  
КОМИСИЈА ЗА ИСПИТИВАЊЕ УЗРОКА  
УДЕСА У ЦИВИЛНОМ ВАЗДУХОПЛОВСТВУ**

## **ИЗВЕШТАЈ О НЕЗГОДИ**

<b>Једрилица:</b>	<b>DG-300</b>
<b>Ознака регистрације:</b>	<b>YU-4386</b>
<b>Корисник авиона:</b>	<b>Приватни</b>
<b>Власник авиона:</b>	<b>Аероклуб „Зрењанин“ - Зрењанин</b>
<b>Место удеса:</b>	<b>Атар села Стеријино</b>
<b>Датум удеса:</b>	<b>18.07.2007. године</b>
<b>Време удеса:</b>	<b>16.00 часова ( LT )</b>

**Београд, септембар 2007. године**

## САДРЖАЈ

### I ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

1.1	Историјат лета	3
1.2	Повреде	3
1.3	Оштећења једрилице	3
1.4	Штета трећем лицу	3
1.5	Личне информације	3
1.6	Подаци о једрилици	4
1.7	Метеоролошке информације	4
1.8	Информације о терену на који је извршено слетање	4
1.9	Стање на месту незгоде	5
1.10	Регистратори лета	5
1.11	Подаци о пожару	5
1.12	Трагање и спасавање	5

### II АНАЛИЗА НЕЗГОДЕ

2.1	Квалификације пилота	5
2.2	Анализа тока лета	5
2.3	Анализа узрока лома елемената стајног трапа једрилице	6
2.3.1	Процена меродавних прорачунских оптерећења стајног трапа	6
2.3.2	Основне чињенице о функцији и кинематици стајног трапа	10
2.3.3	Основни подаци о евидентираним ломовима структуре	17
2.3.4	Анализа могућег узрока лома стајног трапа	21

III	ЗАКЉУЧЦИ	24
IV	УЗРОК НЕЗГОДЕ	25
V	ПРЕДЛОГ МЕРА	25
VI	ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА	25
	ПРИЛОГ: Путања лета	27

## I ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

### 1. 1 Историјат лета

Дана 18.07.2007. године на 51. отвореном првенству Србије у ваздухопловном једриличарству, пилот једрилице типа DG-300, рег. ознаке YU-4386, у немогућности да заједри на висини од 400 m, донео је одлуку да изврши ванаеродромско слетање. На висини од 200 m изабрао је терен (напуштено пољопривредно летелиште), направио аеродромски круг за слетање и слетео на узвишени део терена, који је био благо валовит. Затим је започео успоравање једрилице са употребом кочнице носног точка. На око 10 m пре заустављања, пилот је осетио да се носни точак нагло увукао и померио назад, у положај „увучен“, а ручица за извлачење/увлачење стајног трапа у кабини - напред, у положај „извучен“ и то тако да је наставила кретање изван граничника, деформишући га.

### 1. 2 Повреде

У незгоди није било повређених.

### 1. 3. Оштећења једрилице

У незгоди су оштећени елементи стајног трапа и пробијена је структура једрилице иза пилотског седишта.

### 1. 4 Штета трећем лицу

У незгоди није било штете начињене трећем лицу.

### 1.5 Личне информације

Пилот је рођен 15.03.1957.године. Поседује следеће дозволе:

- АТPL број 867/6001, издату 26.02.1999. године, са роком важења до 10.09.2007. године, са овлашћењима:

- B737-300-900 (Capt) уписаним 29.09.2003. године и C500/550/560 (Capt), уписаним 29.11.2002. године, са роком важења до 10.07.2007. године,
  - TRI (MPA) C500/550/560 уписаним 08.07.2005. године, са роком важења до 08.07.2008. године,
  - FI(A), уписаним 08.07.2005. године, са роком важења до 08.07.2008. године.
- Дозволу пилота једрилице број 1290/6001, издату 03.01.1974. године, са роком важења до 14.09.2008. године.

Пилот поседује важеће лекарско уверење, класе 1, издато 06.03.2007. године. Пилот има укупан налет на једрилици 1258 часова. Налет пилота на једрилици у последњих :

- 15 дана                    29,32 часова, 9 летова
- 7 дана:                    28,27 часова, 8 летова
- 48 часова:                2,30 часова, 1 лет
- на дан удеса:            2,30 часова, 1 лет

## 1.6 Подаци о једрилици

Једрилица је типа DG-300 ELAN, серијски број 3-E60, произведена 1984. године у фабрици „ЕЛАН“, Бегуње, Република Словенија. Власник једрилице је Аероклуб „Зрењанин“ - Зрењанин. Једрилица има Уверење о пловидбености број 1838, са роком важења до 10.08.2007. године. Укупан налет једрилице, од почетка употребе, износи 1557,07 часова и 467 летова. Последњи годишњи преглед једрилице извршен је 13.08.2006. године у овлашћеној организацији за одржавање ваздухоплова „Панаерокомерц“-Зрењанин. Од тада, једрилица је имала 61,44 часова лета и 17 летова.

## 1.7 Метеоролошке информације

Видљивост је била преко 20 km, максимална температура 36 °C, притисак 1022 hPa. Метеоролошки услови су били повољни за извршење задатка, тако да су сви остали такмичари стигли на циљ. Метеоролошки услови нису имали утицаја на удес.

## 1.8 Информације о терену на који је извршено слетање

Ванаеродромско слетање извршено је на напуштено пољопривредно летелиште, чија је површина неравна и благо валовита. Координате места незгоде су N 45°48'25", E 20°00'02".

## **1.9 Стање на месту незгоде**

Након незгоде, пилот је фотографисао место незгоде, а затим је једрилица транспортована у хангар Аероклуба „Зрењанин“ на аеродрому Ечка. Незгода је пријављена сутрадан, 19.07.2006. године. Комисија је извршила увиђај и преглед једрилице истог дана, 3 часа након пријаве незгоде. Комисија је фотографисала оштећење елементе стајног трапа у нерастављеном стању, с обзиром да је власник једрилице, Аероклуб „Зрењанин“, изразио намеру да растављање и оправку једрилице изврши у фабрици произвођача у Републици Словенији.

## **1.10 Регистратори лета**

Једрилица је опремљена регистратором лета, типа, Collibri 16485, на којем је снимљен цео ток лета.

## **1.11 Подаци о пожару**

У незгоди није било пожара.

## **1.12 Трагање и спасавање**

Након незгоде, пилот је сам напустио једрилицу, тако да није било потребе за покретањем акције трагања и спасавања.

# **II АНАЛИЗА НЕЗГОДЕ**

## **2.1. Квалификације пилота**

Пилот је био квалификован за извршење повереног му задатка.

## **2.2. Анализа тока лета**

Летење се одвијало у склопу 51. отвореног првенства Србије у ваздухопловном једриличарству, које је организовао Аероклуб “Зрењанин” – Зрењанин, на аеродрому Ечка.

Критични лет се одвијао седмог такмичарског дана, у којем су такмичари имали задатак прелета четири окретне тачке: Ечка старт, 1. тачка -Кикинда, 2. тачка -Бачка Топола, 3. тачка- Србобран, 4. тачка - Нови Бечеј, финиш -УЛВР Водоторањ, Ечка -циљ.

Пилот једрилице DG-300, регистарске ознаке YU-4386 полетео је у 13,32 (LT). На регистратору лета забележени су параметри лета у времену од 13:32:36 до 15:37:28, часова. Лет се одвијао према путањи датај у Прилогу. Након 2,06 часова лета, у немогућности да заједри на висини од 400 m, пилот је донео одлуку да изврши ванаеродромско слетање. На висини од око 200 m изабрао је терен, направио аеродромски круг за слетање и извршио слетање на терен који је био нераван. Пилот је, затим, започео успоравање једрилице употребом кочнице носног точка. Приликом успоравања једрилице, дошло је до лома елемената стајног трапа. Лом је проузроковао и накнадна оштећења структуре једрилице у зони пилотског седишта.

### **1.7 Анализа узрока лома елемената стајног трапа једрилице**

Комисија је на лицу места снимила низ фотографија оштећених зона једрилице што је, уз податке из /1/, био једини материјал за анализу са којим је Комисија располагала .

Да би се утврдио тачан узрок лома стајног трапа, као и узрочно–последична веза појединих ломова, било је пожељно извршити растављање и комплетну дефектацију поломљених елемената. Са обзиром да је руководство Аероклуба изразило намеру да упуту једрилицу на растављање и оправку у фабрику произвођача једрилице која се налази у иностранству, Комисија се сагласила да јој власник једрилице, Аероклуб „Зрењанин“, накнадно достави извештај о резултатима ове дефектације. Осим тога, за потпуну анализу овог догађаја потребан је и увид у комплетну техничку документацију склопа стајног трапа једрилице којом, такође, Комисија није располагала.

Ипак, на основу расположивих података и искуства из сличних ванредних догађаја, Комисија је успела да реконструише ток незгоде и да утврди највероватнији узрок лома елемената стајног трапа једрилице.

### **2.3.1 Процена меродавних прорачунских оптерећења стајног трапа**

У овом делу анализе извршена је процена меродавних прорачунских оптерећења стајног трапа једрилице DG–300. Процена је извршена на бази пројектних захтева JAR–22 /2/ који су, према подацима датим у /1/, коришћени за пројектовање ове једрилице. Коришћене су скице из /3/.

Параграф JAR 22.471 одређује да се сва даље дефинисана оптерећења односе на гранична оптерећења, тј. на  $j=1.00$ , док се параграфом JAR 22.301 ломна оптерећења дефинишу као гранична оптерећења помножена фактором сигурности ( $j$ ), који, према параграфу JAR 22.303, у општем случају износи  $j_{lom}=1.50$

Према параграфу JAR 22.473 (а), сва оптерећења стајног трапа се рачунају за максималну пројектну масу једрилице, која је у овом случају /1/

$$m_{max} = 525 \text{ kg}$$

Према параграфу JAR 22.477 ова једрилица има конвенционални стајни трап са једним точком на дну трупа у близини тежишта (центра масе). Осим тога, ова једрилица има и помоћни репни точак.

У складу са пројектним захтевима извршена је процена оптерећења главног стајног трапа за два случаја оптерећења:

- “нормални” услови слетања и
- слетање уз присуство бочне силе

Пројектни захтеви JAR–22 не дефинишу прорачунски случај оптерећења стајног трапа уз примену кочења, што, на пример, дефинишу пројектни захтеви JAR–23 /4/ у свом параграфу JAR 23.493. Иако пројектант није имао обавезу разматрања тог случаја, овде ће бити извршена оријентациона процена оптерећења стајног трапа и за такав случај уз коришћење услова из поменутог параграфа.

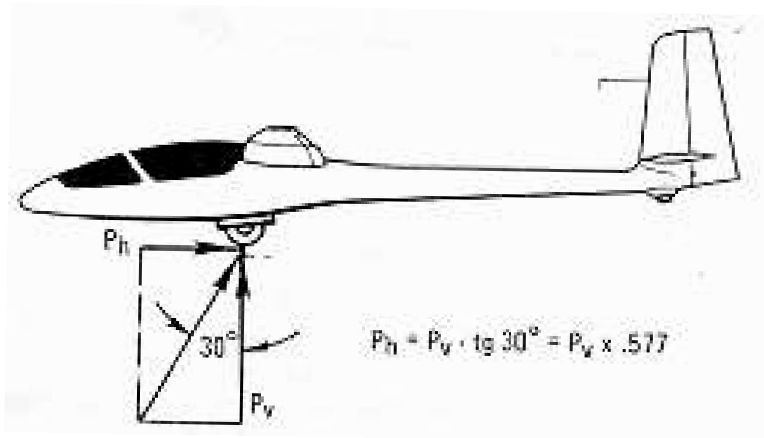
#### Процена оптерећења за “нормалне” услове слетања

За овакав конвенционални стајни трап параграф JAR 22.479 (а) (1) дефинише тзв. “нормалне” услове слетања, када се на стајном трапу јављају силе које су шематски приказане на слици 1.

Параграф JAR 22.479 (b) дефинише да се вертикална компонента главног стајног трапа мора одредити према условима датим у параграфу JAR 22.725.

Параграф JAR 22.725, тачке (а) и (b), дефинишу пројектне захтеве за амортизер на основу величине кинетичке енергије, али тачка (c) каже да вертикално убрзање у центру масе летелице не сме да пређе  $4g$ .

Уз то, параграф JAR 22.473 (c) дефинише да је фактор оптерећења реакција на стајном трапу једнак овом инецијалном фактору оптерећења умањеном за 1.



Слика 1

Због свега тога процењена пројектна вертикална сила која се јавља на главном стајном трапу износи

$$P_v = (4-1) \times 525 \times 9.81 = 15450 \text{ N} = 1545 \text{ daN}$$

Параграфом JAR 22.479 (c) се дефинише да осим вертикалне силе на главном стајном трапу делује у центру точка и хоризонтална компонента која делује ка репу једрилице. Њен интензитет се одређује из услова да резултујућа сила делује под углом од 30 степени у односу вертикалу.

Тако се добија

$$P_h = P_v \times \text{tg } 30^\circ = 1545 \times 0.577 = 892 \text{ daN}$$

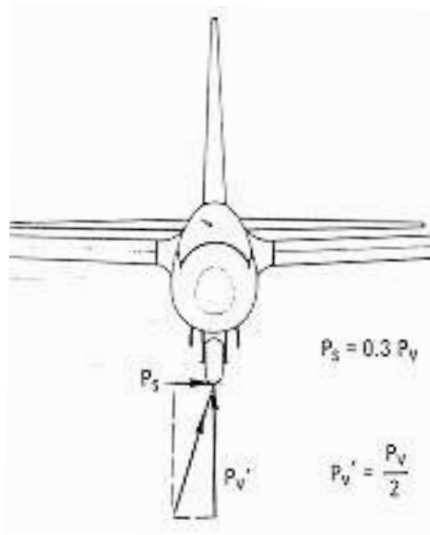
па је резултујућа сила на осовини точка

$$P = \sqrt{P_v^2 + P_h^2} = 1784 \text{ daN}$$

### Процена оптерећења за услове слетања са бочном силом

Параграф JAR 22.485 прописује пројектна оптерећења за случај слетања уз присуство бочне силе што је шематски приказано на слици 2.





Слика 2

Овај случај оптерећења је дефинисан компонентама сила које се јављају на месту контакта точка са тлом. Вертикална компонента у том случају је једнака половини вертикалне силе одређене у претходном случају, тј.

$$P'_V = 1/2 P_V = 772.5 \text{ daN}$$

Бочна компонента која може деловати на леву или на десну страну је тада

$$P_S = 0.30 \times P_V = 0.30 \times 1545 = 463.5 \text{ daN}$$

### Оријентациона процена оптерећења за услове слетања са кочењем

Силе које се јављају на главном стајном трапу за овај случај су шематски приказане на слици 3.

Према параграфу JAR 23.493 вертикална инерцијална сила која делује у тежишту летелице је 1.33 пута већа од тежине летелице, што би у овом случају било

$$W = 1.33 \times m_{\text{max}} \times g = 1.33 \times 525 \times 9.81 = 6850 \text{ N} = 685 \text{ daN}$$

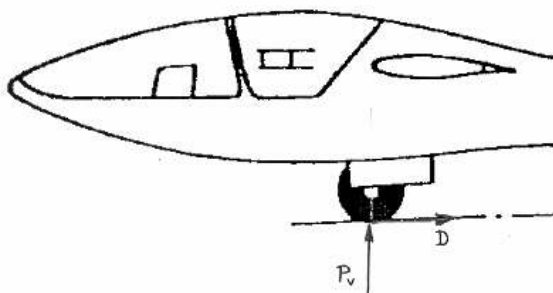
Како је тежиште једрилице врло близу главног стајног трапа може се, за потребе овог прорачуна, сматрати да целу ову силу прихвата главни стајни трап, односно да је вертикална компонента силе на точку

$$F_v = W = 685 \text{ daN}$$

Према истом параграфу, сила отпора  $D$  на месту контакта точка (на коме су активиране кочнице) са тлом износи

$$D = 0.8 \times F_v = 548 \text{ daN}$$

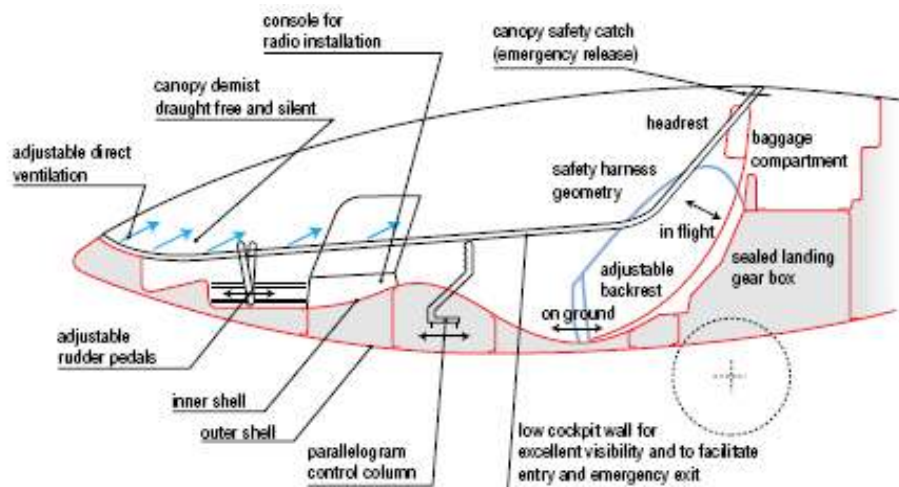
где  $0.8$  представља коефицијент трења точка са тлом.



Слика 3

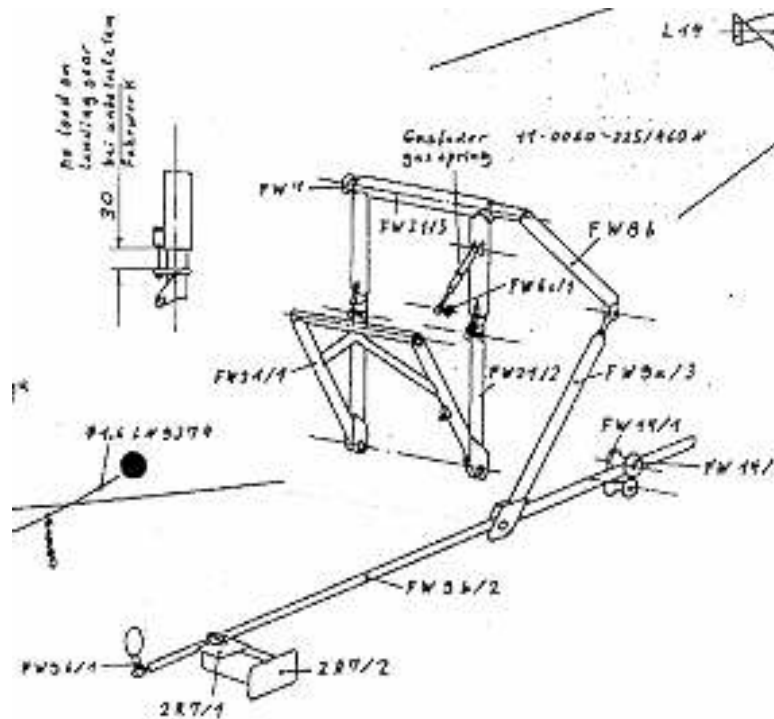
### 2.3.2 Основне чињенице о функцији и кинематици стајног трапа

На слици 4 је приказан уздужни пресек кабине једрилице на коме се у доњем десном углу види заптивени простор за смештај стајног трапа.



Слика 4

На слици 5 су шематски приказани елементи стајног трапа и система команди за увлачење и извлачење стајног трапа једрилице. Стајни трап је приказан у извученом положају.



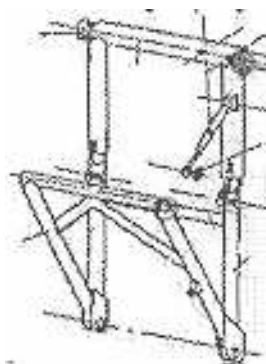
Слика 5

На овој слици и Приручнику /1/ елементи целог склопа су обележени на следећи начин:

- предња виљушка стајног трапа (ознака FW21/1),
- доње полуге задње виљушке (ознака FW21/2),
- горњи део задње виљушке (ознака FW21/3),
- гасна опруга (ознака GASFEDER 11-0060-225),
- оков (FW8b),
- палица (FW9a/3),
- ручица увлачивог стајног трапа (FW9b/1),
- преносна полуга (FW9b/2)

Осовина стајног трапа се поклапа са осом која пролази кроз спој елемената FW21/1 и FW21/2.

Шема дата на слици 5 се односи на једрилицу DG – 200 /5/, а овде је дата само због бољег квалитета шеме. Стајни трап једрилице DG–300 се разликује само по томе што је уведена хоризонтална пречага која повезује доње полуге задње виљушке непосредно испод њихове везе са горњим делом задње виљушке. Тај детаљ је приказан на слици 6.



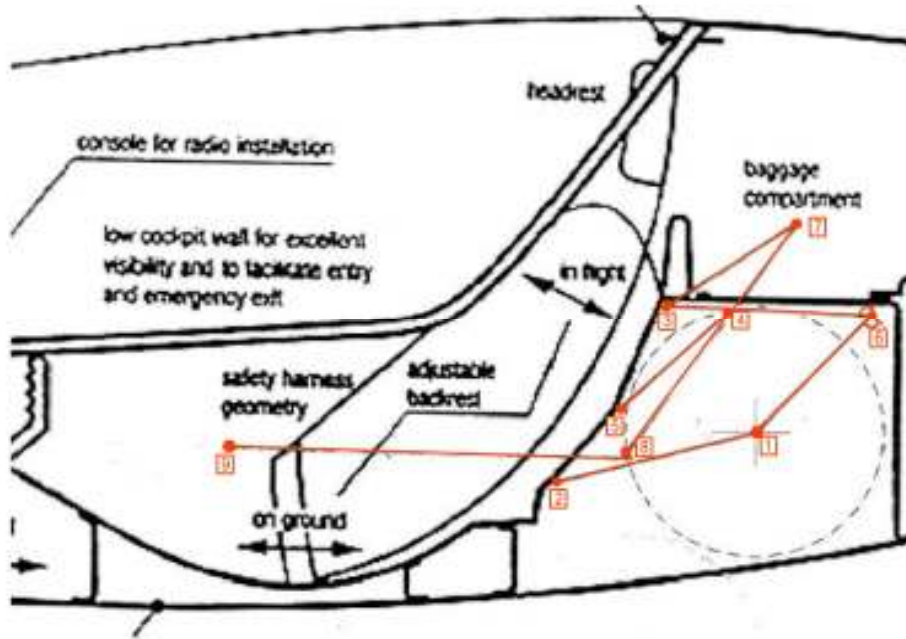
Слика 6

Сви наведени елементи смештени су у кућиште стајног трапа, осим делова самог система команди (оков, палица, ручица и преносна полуга) који су смештени са леве стране у простор између оплате трупа и левог зида кабине.

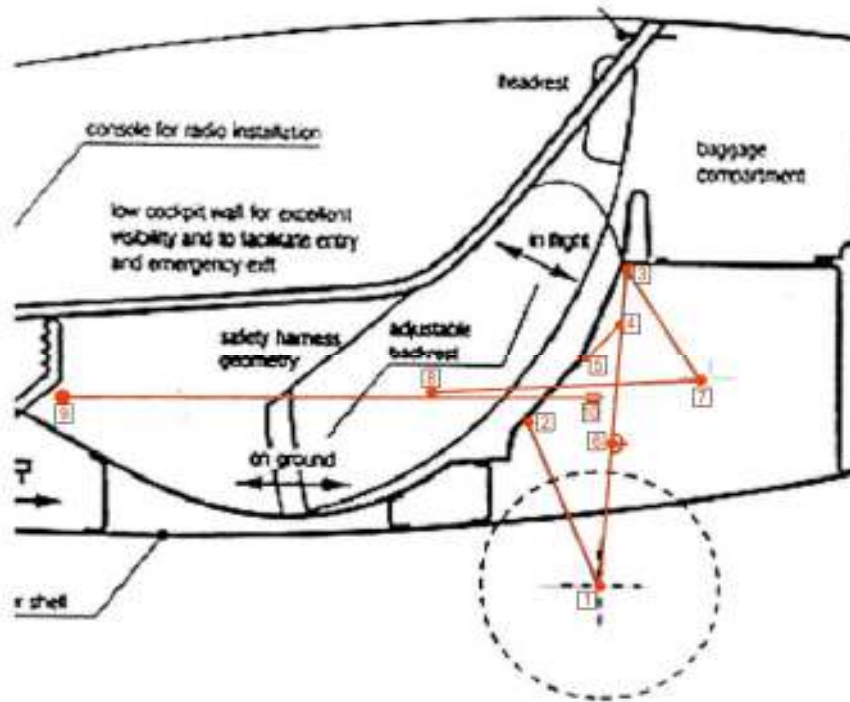
На основу оскудних расположивих података покушана је реконструкција положаја појединих елемената стајног трапа у извученом и увученом положају као и кинематика целог механизма. Иако, као што се види са слике 5, цео механизам представља један просторни рам, за ову анализу он се може разматрати као дводимензионални.

На сликама 6 и 7 су приказани положаји елемената из склопа стајног трапа са механизмом за увлачење и извлачење у увученом, односно извученом положају стајног трапа. У складу са претходно наведеним називима делова, коришћене су следеће ознаке:

- елемент 1 – 2 : предња виљушка,
- елемент 1 – 6 : доња полуга задње виљушке,
- елемент 3 – 6 : горњи део задње виљушке,
- елемент 4 – 5 : гасна опруга,
- елемент 3 – 7 : оков,
- елемент 7 – 8 : палица,
- елемент 9 – 10 : преносна полуга.



Слика 6



Слика 7

На обе слике је испрекиданим линијама приказана контура точка.

На претходним шемама нису дефинисане геометријске карактеристике појединих елемената (дужине и углови), већ је распоред појединих елемената одређен на основу могућности смештаја точка у предвиђени простор и принципа рада целог механизма који се може разумети на основу шеме дате на слици 5.

Поменуте геометријске карактеристике, у случају потребе, могле би се проценити из ових шема на основу познатог пречника точка (362 mm).

Фиксне тачке целог механизма су:

- зглобна веза 2: веза предње виљушке са структуром трупа,
- зглобна веза 3: веза задње виљушке са структуром трупа,
- зглобна веза 5: веза гасне опруге са структуром трупа и
- клизни ослонац 10: ослонац преносне полуге (није приказан на слици 6)

Остале тачке механизма су:

- тачка 1: зглобна веза предње и задње виљушке, а истовремено и центар точка,
- тачка 4: зглобна веза гасне опруге са горњим делом задње виљушке,
- тачка 6: зглобна веза горњег и доњег дела задње виљушке, с тим што се, према доступним подацима, ту, вероватно, остварује “забрављивање” стајног трапа у извученом положају,
- тачка 7: зглобна веза окова и палице,
- тачка 8: зглобна веза палице и преносне полуге, и
- тачка 9: забрављени положај ручице за увучен (слика 6) и извучен положај (слика 7) стајног трапа

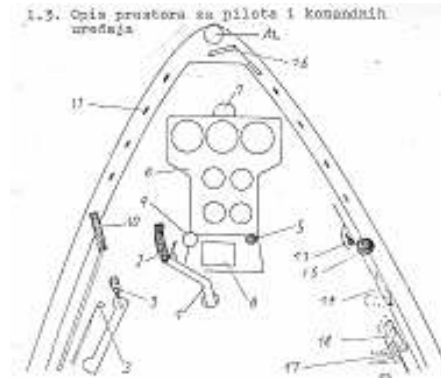
У тачки 3 је остварена непокретна веза између окова и хоризонталне осовине горњег дела задње виљушке којом се врши пренос оптерећења са елемената стајног трапа на механизам за увлачење и извлачење.

На слици 8, преузетој из /1/, приказан је распоред инструмената и командних ручица у пилотској кабини једрилице. Бројем 9 је означена ручица увлачивог стајног трапа (у даљем тексту – ручица) која је приказана у блокираном предњем положају који одговара извученом положају стајног трапа.

За шеме приказане на сликама 6 и 7 може се оријентационо описати функционисање целог механизма.

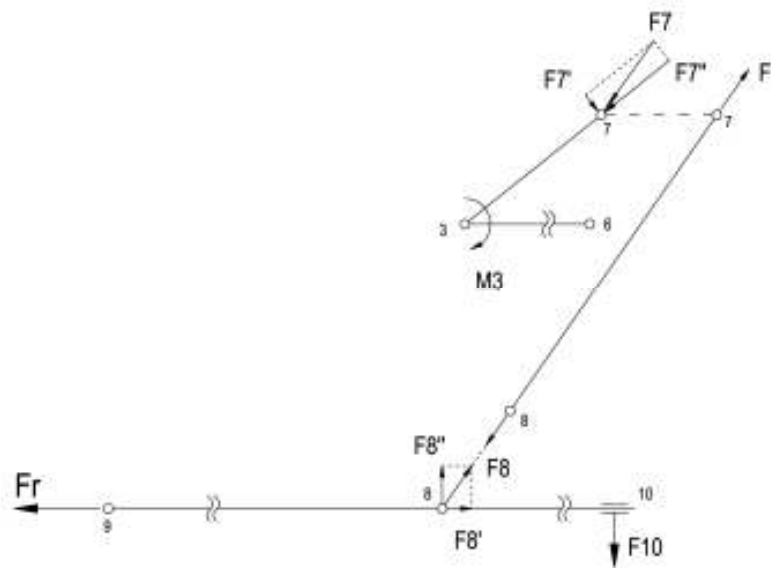
Комисија није имала податак да ли се стајни трап у увученом положају осигурава на било који други начин, осим када се ручица у кабини блокира у задњем положају. У случају да је

то једина “брава” увученог стајног трапа, извлачење стајног трапа је омогућено већ самим померањем ручице из тог положаја чиме јој је омогућено слободно уздужно кретање ка предњем положају. Са слике 6 се види да су у увученом положају стајног трапа делови задње виљушке “преломљени” у тачки 6.



Слика 8

Тада је извлачење стајног трапа проузроковано дејством тежине точка која, делујући на доле у тачки 1, обрће четвороугаони кинематски зглобни механизам 2 – 1 – 6 – 3 у смеру казаљке на сату. Тиме се врши и сабијање гасне опруге (4 – 5) чиме она акумулира енергију која помаже код увлачења стајног трапа.



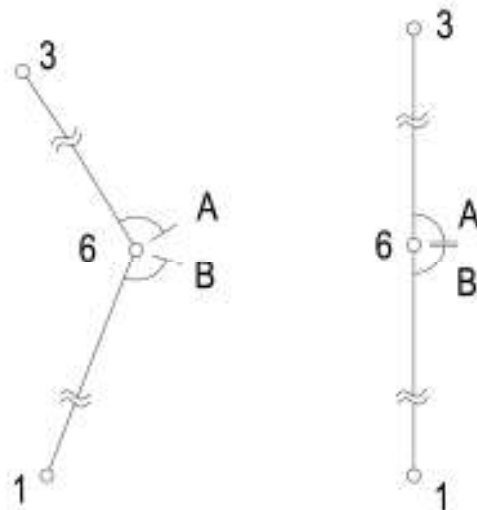
Слика 9

Кретању механизма помаже и сила на ручици што је шематски приказано на слици 9, при чему су елементи механизма приказани у “разбијеном” положају. Гурањем ручице унапред силом  $F_r$  у зглобу 8 се индукује истежућа сила у полузи  $F_8$ . Компонента  $F'_8$  те силе на преносној полузи уравнотежава силу  $F_r$ , док другу компоненту  $F''_8$  прихвата клизни ослонац 10 силом  $F_{10}$ .

Сила  $F_8$  на једном крају полуге уравнотежена је силом  $F_7$  на другом крају полуге. Сила  $F_7$  истог интензитета, а супротног смера делује у зглобу 7 окова. Компонента те силе  $F'_7$  ствара обртни момент  $M_3$  око тачке 3 чиме доприноси извлачењу стајног трапа.

Према приказаним шемама, кретање механизма траје све док делови задње виљушке не “забраве” у тачки 6, односно када ручица у кабинџи доспе у предњи забрављени положај. Забрављени положај задње виљушке је дефинисан правом линијом 1 – 6 – 3, чиме је даље регуларно кретање механизма онемогућено.

Комисија није имала могућност да прецизно сагледа механизам забрављивања у овој зони. На слици 7 је тај забрављени положај стајног трапа шематски приказан налегањем и забрављивањем елемената А и Б. Детаљ те шеме је дат и на слици 10.



Слика 10

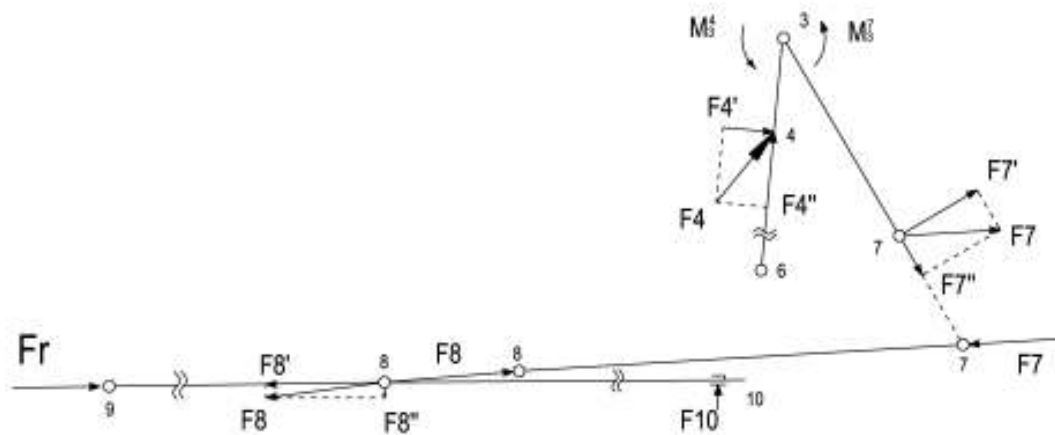
Процес увлачења стајног трапа је шематски илустрован на слици 11. Увлачење стајног трапа се остварује деловањем силе сабијене гасне опруге  $F_4$  на леви горњи део задње виљушке. Компонента  $F'_4$  ове силе ствара обртни момент  $M^4_3$  око везне тачке 3.



Осим тога, повлачењем ручице уназад силом  $F_r$ , у зглобу 8 се индукује сила притиска у полузи  $F_8$ . Као и код извлачења, компонента  $F'_8$  те силе на преносној полузи уравниожава силу  $F_r$ , док другу компоненту  $F''_8$  прихвата клизни ослонац 10 силом  $F_{10}$ .

Сила  $F_8$  на једном крају полуге уравниожеана је силом  $F_7$  на другом крају полуге. Сила  $F_7$  истог интензитета, а супротног смера делује у зглобу 7 окова. Компонента те силе  $F'_7$  ствара обртни момент  $M'_3$  око тачке 3.

Оба момента су истог смера, супротно смеру кретања казаљке на сату, суперпонирају се и на тај начин се стајни трап доводи у увучен положај, односно ручица у задњи забрављени положај.



Слика 11

### 2.3.3 Основни подаци о евидентираним ломовима структуре

Визуелним прегледом једрилице из кабинског простора види се оштећење наслона пилотског седишта (слика 12) услед продора елемената склопа стајног трапа из простора за његов смештај који се налази иза пилотског седишта. Види се да је оштећење знатно израженије на десној страни, где је наслон практично поцепан у знатној дужини, него на левој страни.

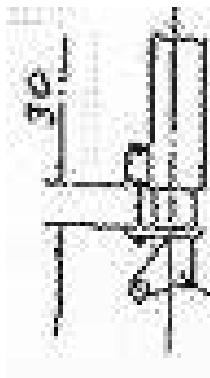


Слика 12

Пажљивим прегледом фотографија на којима се види ово оштећење, може се уочити да је поменуто оштећење изазвано продором елемената на дну горњих полуга задње виљушке (слика 13) где се налазе, према /1/, опружни елементи стајног трапа (слика 14). На слици 15 је приказан детаљ ове зоне оштећења. Може се видети јако изражена пластична деформација полуге непосредно испод вијака за регулацију опружних елемената. Као што се види на слици 14, на крају ове полуге је ушка за везу са доњим полугама задње виљушке. То указује да је, највероватније, на тој страни дошло до савијања ове ушке уназад у односу на правац лета за готово 90 степени.



Слика 13



Слика 14



Слика 15

На основу снимљене унутрашњости простора за смештај стајног трапа, може се са сигурношћу закључити да није било било каквог оштећења предње виљушке ни њених веза са структуром. На сликама 16 и 17 види се предња виљушка са везама на десној, односно левој страни трупа, респективно.



Слика 16



Слика 17

На слици 18 се види детаљ десне горње полуге задње виљушке снимљен из простора за смештај стајног трапа. Види се већ раније поменути ушка за везу горње и доње полуге која је савијена практично под правим углом у односу на уздужну осу горње полуге. Са снимљених фотографија не може се са сигурношћу тврдити да је дошло до деформације или ефективног лома десне доње полуге у тој зони везе, мада је до тога вероватно морало да дође услед потпуно нарушене кинематике.



Слика 18



Слика 19



Слика 20

На сликама 19 и 20 су приказани детаљи стања на левој страни. На њима је сасвим очигледан ефективни лом доње леве полуге задње виљушке непосредно изнад хоризонталне пречаге која повезује леву и десну полугу. Уочава се и ефективни лом ушке (вероватно на вези горње и доње полуге).

Што се тиче механизма за увлачење и извлачење стајног трапа, једино је регистровано да је ручица искочила из предњег забрављеног положаја и чак кренула напред и неколико милиметара ушла у структуру (слика 21).



Слика 21

Што се тиче осталих елемената овог механизма, Комисија није дошла до података о њиховим евентуалним оштећењима. Они су, као што је већ речено, заклоњени структуром и за приступ њима је потребно, према /1/, скинути поклопац простора за пртљаг.

#### 2.3.4 Анализа могућег узрока лома стајног трапа

На основу описане функције и кинематике стајног трапа, као и на основу евидентираних ломова структуре, могуће је претпоставити највероватнији “сценарио” ове незгоде .

Са фотографија снимљених на лицу места, чији су детаљи приказани на сликама 22 и 23, види се да је приликом незгоде дошло до делимичног увлачења стајног трапа.

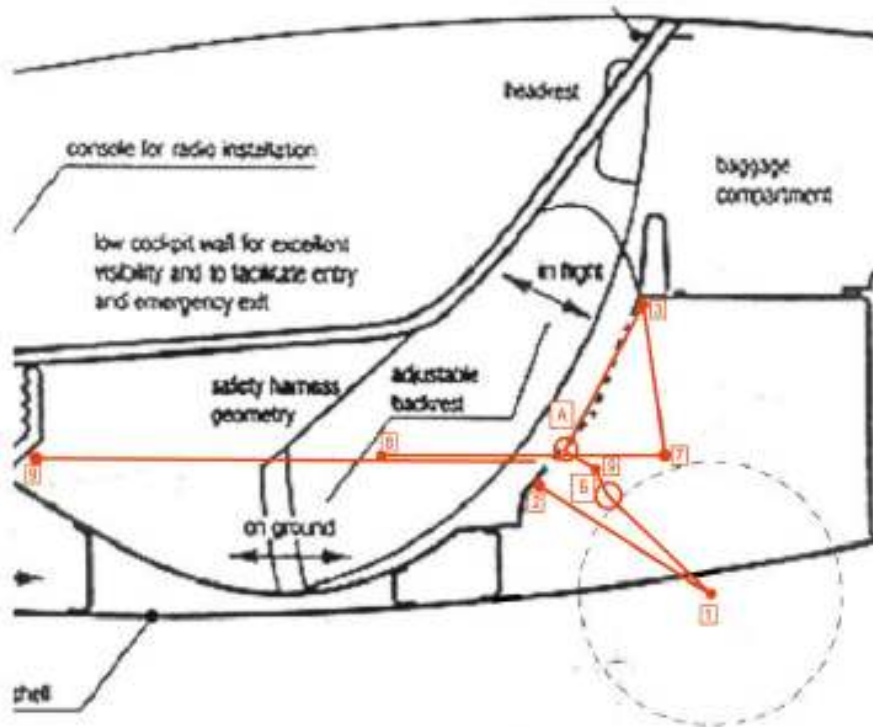


Слика 22



Слика 23

На слици 24 је шематски приказан, према мишљењу Комисије, положај који заузимају елементи склопа стајног трапа и механизма за његово увлачење и извлачење после ванредног догађаја. Као и у поглављу 2.3.2 приказано је дводимензионо стање, а разлике које постоје у оштећењима на левој и десној страни ће бити касније коментарисане.



Слика 24

На тој шеми је детаљем “А” означено место велике деформације доњег дела (са ушком) горње полуге задње виљушке испод зоне опружних елемената, а детаљем “Б” место ефективног лома доње полуге задње виљушке непосредно изнад попречне пречаге. Види се да у оваквој ситуацији горњи, недеформисани, део задње виљушке пробија наслон седишта који је овде, ради прегледности, приказан испрекиданом линијом.

Положај места на којима је дошло до лома односно пластичне деформације је одређен на овим шемама на основу процена са снимљених фотографија и са слике 14.

Према мишљењу Комисије, до овакве ситуације је могло да дође услед преоптерећења стајног трапа, изазваног слетањем на изразито нераван терен, услед чега је дошло до лома елемената у зони везе горњих и доњих полуга задње виљушке чиме је омогућено кретање тачке б ка напред, што кинематски доводи до увлачења стајног трапа.

На слици 24 је приказана ситуација ако није дошло до лома елемената механизма за увлачење и извлачење. Тада и даље постоји крута веза између окова и леве горње полуге у тачки 3, а у приказаној ситуацији оков покреће полуку 7 – 8 која гура унапред ручицу стајног трапа, па је она у приказаној ситуацији покренута испред свог предњег блокираног положаја, што значи да је ушла у структуру као што се и десило.

На слици 24 није приказана гасна опруга ради боље прегледности шеме. Према мишљењу Комисије, њено постојање је један од разлога различитих нивоа оштећења наслона седишта на левој и десној страни. Према мишљењу Комисије, вероватно да је дошло и до знатног оштећења гасне опруге, али о томе нема података.

Пошто је гасна опруга везана за леви горњи крак задње виљушке, она се својим сабијањем супротстављала кретању овог крака према наслону седишта. Услед тога је дошло до несиметричног деформисања целог склопа, јер на десној страни није постојало ништа што омета продор задње виљушке кроз наслон седишта. Тако је дошло и до извесног “увртања” целог склопа, што се може видети и према облику лома ушке (слике 19 и 20).

За прецизно дефинисање оптерећења стајног трапа које је довело до описаног лома потребно је имати прецизне податке о конструктивном решењу склопа везе задњих полука и о димензијама делова и коришћеним материјалима. Тим подацима Комисија није располагала.

Овакав “сценарио” догађаја је могао да се јави услед превелике хоризонталне силе на стајном трапу усмерене ка репу која се суперпонира са хоризонталном силом која се на точку јавља услед кочења. Хоризонтална сила која се на стајном трапу индукује током слетања може бити знатно појачана приликом ванаеродромског слетања услед удара у препреку или уласка точка у неку рупу.

У поглављу 2.3.1 је дата процена оптерећења за које је пројектован стајни трап. Дефинисана је прорачунска гранична хоризонтална сила  $P_h = 892 \text{ daN}$ , што даје минималну ломну силу

$$P_{\text{лом}h} = 1.5 \times 892 = 1338 \text{ daN}$$

Уколико се усвоји да је сила кочења износила 60% од прорачунске силе која се јавља приликом кочења и ако је не факторишемо за ломно оптерећење, значи да је хоризонтална сила од кочења била

$$D_1 = 0.6 \times 548 = 329 \text{ daN}$$

То значи да би максимално дозвољена компонента хоризонталне силе од самог слетања и кретања по неравном терену на ломном оптерећењу била

$$P^{\text{sl}h} = P_{\text{лом}h} - D_1 = 1338 - 329 = 1009 \text{ daN}$$

што узимајући у обзир масу једрилице даје хоризонтално убрзање од  $a \gg 2g$  што се може јавити приликом кретања по неуређеним теренима са препрекама и рупама.

У овој анализи нису узети у обзир утицаји вертикалне силе на точку као ни бочне која се, такође, може јавити услед неравног терена.

Непокретни спојеве у склопу стајног трапа остварени су заваривањем. Главни ломови и пластичне деформације су се јавили баш у зонама тих заварених спојева који, у принципу, имају нешто нижу носивост од основног материјала. Лом у тим зонама може бити чисто статички, али може бити инициран и вишеструко поновљеним оптерећењима нешто нижег нивоа.

---

#### Коришћена литература:

- / 1 / Приручник за летење и одржавање за једрилицу DG-300 ELAN
- / 2 / Joint Aviation Requirements JAR-22: Sailplanes and Powered Sailplanes, August 2001.
- / 3 / Pazmany, L. – *Landing Gear Design for Light Aircraft – Vol. 1*, 1986.
- / 4 / Joint Aviation Requirements JAR-23: Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Aeroplanes
- / 5 / Maintenance Manual DG – 200

### III ЗАКЉУЧЦИ

- Пилот је био квалификован за извршење повереног му задатка.
- Једрилица је у моменту удеса била пловидбена и у исправном стању.
- Метеоролошки услови нису имали утацаја на удес.
- Приликом утврђивања чињеница везаних за ову незгоду, Комисија је имала врло оскудне податке везане за конструктивно решење стајног трапа, а није располагала подацима о димензијама делова и коришћеним материјалима, што је неопходно да се прецизно сагледају узроци који су довели до незгоде.
- Комисија је увид у оштећене делове стајног трапа и локалне структуре остварила само на основу фотографија снимљених приликом увиђаја у хангару Аероклуба „Зрењанин“. Комисија није била у могућности да прегледа оштећене елементе стајног трапа једрилице пре њеног слања код проузвођача на оправку. Због тога је од власника једрилице тражено да Комисији достави извештај са дефектације која ће бити урађена код произвођача.
- На основу података које је прикупила Комисија је:
  - урадила процену меродавних прорачунских оптерећења стајног трапа једрилице,
  - дефинисала кинематику и функционисање стајног трапа,
  - дефинисала основне евидентирани ломове и оштећења структуре и
  - дала своје виђење могућег узрока лома стајног трапа.



- Комисија је установила постојање ефективних ломова и изражених пластичних деформација структуре стајног трапа у зони везе горњих и доњих полуга задње виљушке, насталих углавном у зонама заварених спојева.
- Комисија сматра да би комплетна документација за стајни трап и потпуна дефектација поломљене и оштећене структуре могла да допринесе прецизнијем дефинисању кинематске шеме стајног трапа и тачнијем утврђивању нивоа ломних оптерећења, али да то неће довести до промене овде датог закључка о узроку незгоде.

#### **IV УЗРОК НЕЗГОДЕ**

##### **Непосредни узрок незгоде**

На основу извршене анализе и својих ранијих искустава, Комисија је закључила да је узрок лома структуре стајног трапа појава велике хоризонталне силе усмерена ка репу која је превазишла ломну прорачунску вредност те силе. Оваква сила је могла да се јави приликом преласка преко неравног терена што се суперпонира са силом која се јавља на осовини точка услед кочења.

Овај ефекат у комбинацији са другим утицајима – вертикална и бочна сила код слетања, мања носивост зоне завареног споја у односу на основни материјал, ефекат поновљених оптерећења – могао је да изазове незгоду.

#### **V ПРЕДЛОГ МЕРА**

Да би се избегло да до незгоде поново дође услед истих или сличних узрока, Комисија предлаже да се са узроком овог удеса упознају сви пилоти у организацијама ваздухопловног једриличарства у Републици Србији.

#### **VI ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА**

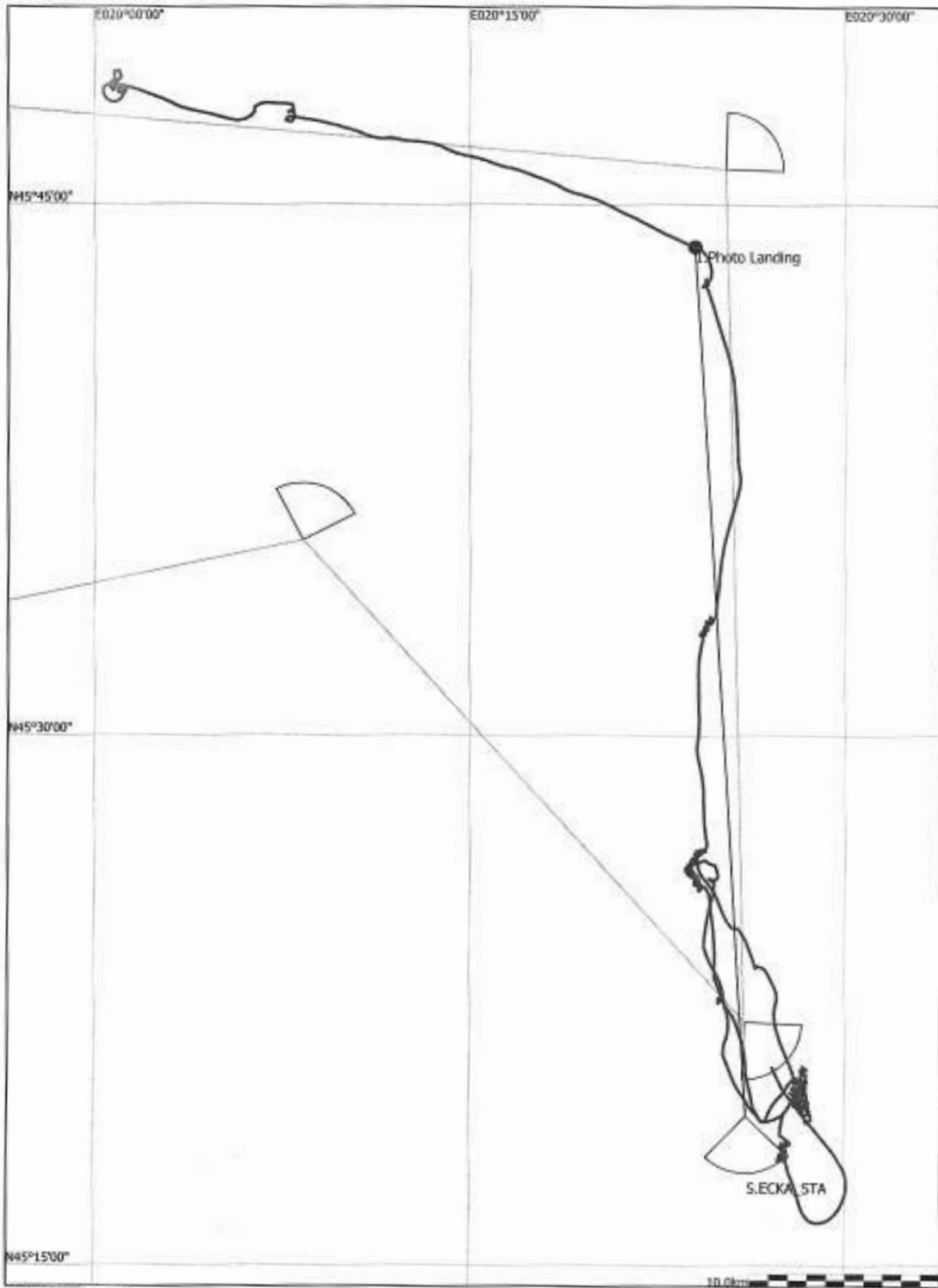
Није било издвојених мишљења од стране чланова Комисије.

ПРЕДСЕДНИК:            мр Зоран Б. Петровић, дипл.инж

ЧЛАН:                    мр Владан Величковић, дипл.инж.

ПРИЛОГ  
ПУТАЊА ЛЕТА

Glider: DG\_300



Scale 1:269710

Page 1 of 5