

ДИРЕКТОРАТ  
ЦИВИЛНОГ  
ВАЗДУХОПЛОВСТВА  
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

КОМИСИЈА ЗА ИСПИТИВАЊЕ УЗРОКА  
УДЕСА У ЦИВИЛНОМ ВАЗДУХОПЛОВСТВУ

### ЗАВРШНИ ИЗВЕШТАЈ О УДЕСУ

Ваздухоплов:	Жирокоптер ROTARY AIR FORCE, RAF-2000
Ознака регистрације:	YU- ZBG
Корисник:	Приватни
Власник:	Приватни
Место удеса:	Бочно од летелишта "13. мај" - Земун Поље
Датум удеса:	09.05.2009. године
Време удеса:	16,24 ( LT) часова

Београд, јул 2009. године

## Увод

У овом Извештају изнесени су резултати испитивања удеса жирокоптера типа RAF-2000-GTX SE, регистарске ознаке YU-ZBG, који се догодио 09.05.2009. године у 16,24 (LT), код летелишта "13. мај"- Земун Поље. У удесу није било повређених лица а ваздухоплов је тешко оштећен.

Комисију за испитивање овог удеса, састављену од председника и 2 члана, именовано је генерални директор Директората цивилног ваздухопловства Републике Србије, решењем бр. 6/1-01-0002/2009-0001 од 15.05.2009. године.

Испитивање удеса спроведено је у складу са Законом о ваздушном саобраћају, Правилником о начину испитивања удеса ваздухоплова и одредбама ИCAO Анекса 13 Чикашке конвенције.

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

## САДРЖАЈ

I	ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ	
1.1	Историјат лета	4
1.2	Повреде	4
1.3	Оштећења авиона	4
1.4	Штета трећем лицу	4
1.5	Личне информације	4
1.6	Подаци о жирокоптеру	5
1.7	Подаци о мотору, елиси и ротору	7
1.7.1	Горивни систем жирокоптера	7
1.8	Метеоролошке информације	8
1.9	Навигациона средства и комуникације	8
1.10	Подаци о аеродрому намераваног слетања	8
1.11	Регистратори лета	8
1.12	Подаци о олупини	8
1.13	Медицински и патолошки подаци	8
1.14	Подаци о пожару	8
1.15	Аспекти преживљавања	9
1.16	Испитивања и истраживања	9
1.17	Трагање и спасавање	11
II	АНАЛИЗА УДЕСА	11
III	ЗАКЉУЧЦИ	13
IV	УЗРОЦИ УДЕСА	14
4.1	Непосредни узрок удеса	14
4.2	Посредни узроци удеса	14
V	ПРЕДЛОГ МЕРА	14
VI	ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА	14
	ПРИЛОГ: ФОТОГРАФИЈЕ ОШТЕЋЕЊА ЖИРОКОПТЕРА	17

## I ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

### 1.1 Историјат лета

Дана 09. маја 2009. године, пилот (46 година), полетео је жирокоптером типа RAF-2000, регистарске ознаке YU-ZBG са аеродрома Лисичји Јарак, у пару са једним змајем. Задатак је био извршење прелета на летелиште "13. мај" у Земун Пољу, на висини од 350 m, у складу са одобреним Планом лета. Лет се одвијао нормално све до момента када се пилот са северне стране приближио летелишту и чуо, преко радио везе, да је пилот змаја тражио одобрење за слетање. Да би на слетање пропустио пилота змаја, пилот жирокоптера је одлучио да настави лет северно од летелишта и железничке пруге. На висини око 90 метара, мотор жирокоптера је почео да прекида, пилот је додао гас, али мотор није прихватио. Пилот је одлучио да изврши принудно слетање на поље пшенице. Извршио је леви заокрет да би се поставио паралелно са препреком. Принудно слетање је извршио великом вертикалном брзином пропадања, те је жирокоптер ударио о терен.

### 1.2 Повреде

У удесу, пилот који је био сам у жирокоптеру, није повређен.

### 1.3 Оштећења летелице

У удесу, жирокоптер је тешко оштећен.

### 1.4 Штета трећем лицу

Приликом удеса и извлачења жирокоптера са места удеса, причињена је одређена штета на усеву пшенице.

### 1.5 Личне информације

#### Подаци о пилоту

Старосна доб:	46 година
Пол:	мушки
Дозвола:	Пилота жирокоптера, број SCG 71/15029, издата 15.03.2007. године, са роком важења до 15.03.2009. године
Лекарско уверење:	Издато 14.03.2007. године, категорија „Ц“.

Летачко искуство:

Укупан налет: 203,56 часова

Налет пилота за последњих:

- месец дана: 05.16 часова, 16 летова
- петнаест дана: 02.55 часова, 6 летова
- седам дана: 01.90 часова, 5 летова
- два дана: 01.21 часова, 3 лета

До момента издавања дозволе, пилот је налетео 140.49 часова, а до момента удеса 203.56 часова. Пилот је у току обуке за пилота жирокоптера, у првом лету након лаширања, имао удес у којем је жирокоптер знатно оштећен.

### 1.6 Подаци о жирокоптеру

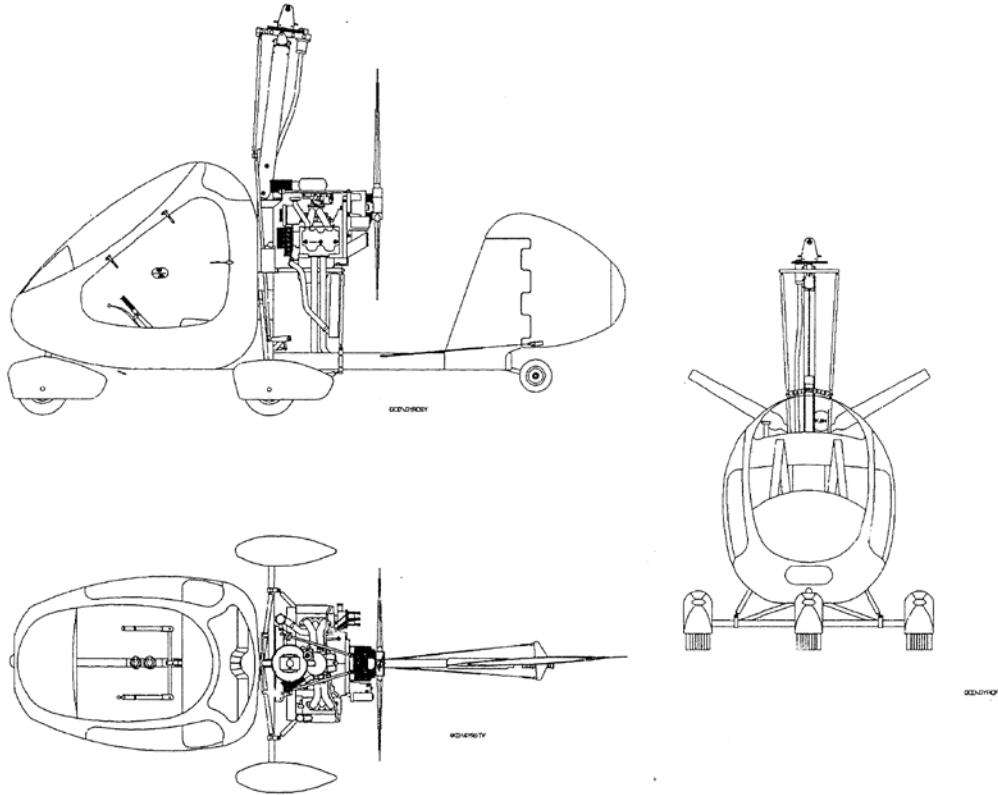
Тип и модел:	RAF-2000-GTX SE
Серијски број:	H2 - 00 -11- 470
Произвођач:	„Rotary Air Force,Inc“. - USA
Категорија:	Посебна
Намена:	Аматерско летење

Жирокоптер је двоседи, са седиштима једно до другог, грејаном кабином, демонтажним вратима, потпуним електричним тримовањем и носећим ротором са два крака. Структура и командни систем израђени су од легуре алуминијума. Кабина је потпуно обложена лексан стакленим површинама.

Технички подаци жирокоптера:

Дужина:	13,6 feet	(4,2 m)
Висина:	8,5 feet	(2,6 m)
Ширина:	5,0 feet	(1,5 m)
Укупна маса на полетању:	1540 lbs	(700 kg)
Маса празног ваздухоплова:	790 lbs	(360 kg)
Користан терет:	750 lbs	(340kg)
Минимална брзина:	10-12 Mph	(16-19 km/h)
Брзина крстарења:	70-80 Mph	(112-128 km/h)
Максимална брзина:	120 Mph	( 190 km/h)

Брзина пењања:	1500 ft/min	(7,6 m/s)
Врхунац лета:	14000 ft	(4250 m)
Дужина затрчавања у полетању:	23 до 107 m;	



Слика 1. Изглед жирокоптера

Жирокоптер је опремљен: брзиномером, висиномером, показивачем напона акумулатора, обртомером ротора, обртомером мотора, показивачем температуре течности за хлађење, показивачем притиска уља, показивачем количине горива, показивачем притиска горива, магнетним компасом и радио станицом.

Жирокоптер је укупно налетео 189.23 часова.

Жирокоптер је дана 28. септембра 2001. године претрпео удес. Након удеса, извршена је оправка жирокоптера при чему је извршена замена елисе, главе ротора и ротора.

## 1.7 Подаци о мотору, елиси и ротору

Тип мотора:	SUBARU EJ22 2.2L, четвороцилиндрични, четворотактни боксер мотор са карбуратором, једноструко паљење, једна свећица по цилиндру, хлађен водом;
Радна запремина:	2200 cm <sup>3</sup>
Снага:	130 KS
Редуктор:	Типа HTD COG Belt, са преносним односом 2.10:1
Гориво:	Аутомобилски бензин, 95 октана Капацитет резервоара 87 l, потрошња горива 23 l/h, количина неискоришћеног горива 7,4 l. Жирокоптер располаже количином горива за 3 часа лета и резервом за 30 минута лета.

Мотор је укупно радио 189.23 часа.

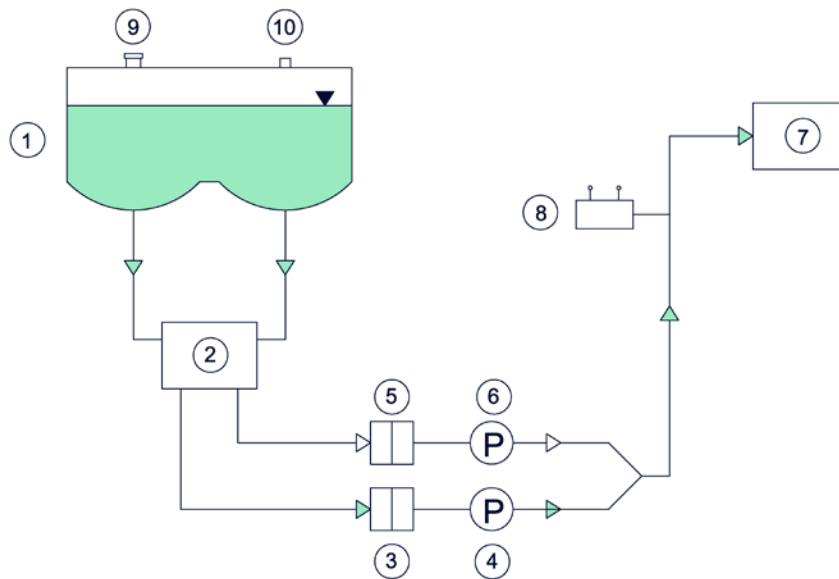
Елиса: Произвођач „Warp Drive“, трокрака, фиксног корака, израђена од композита, пречника 1730 mm;

Ротор: Израђен од композита, са дуралном рамењачом и испуном од полиуретанске пене. Дужина крака ротора је 9160 mm, дужина тетиве износи 220 mm.

### 1.7.1 Горивни систем жирокоптера

Уређај за гориво жирокоптера се састоји од резервоара, цревовода, сабирника, пречистача горива, главне електричне (бустер) пумпе, помоћне електричне (бустер) пумпе, давача притиска горива, карбуратора мотора и давача показивача количине горива у резервоару. Шема горивног система жирокоптера дата је на слици 2.

Пуњење резервоара горивом, безоловним моторским бензином БМБ од 95 октана, врши се кроз уливно грло. Капацитет резервоара је 87 литара. Преко одушке резервоара остварена је веза резервоара са атмосфером, како у току експлоатације неби дошло до стварања вакуума. Резервоар има две најниже тачке а свака је спојена гуменим цревом и гориво се њима доводи у сабирник горива. Од сабирника, гориво се дистрибуира преко две независне линије које садрже пречистаче горива и електричне (бустер) пумпе. Након тога, гориво се поново спаја у разделнику, одакле се једним цревом напаја карбуратор. Код разделника је уграђен давач притиска горива.



Слика 2. Шема горивног система жирокоптера

1. Резервоар горива, 2. Сабирник, 3. и 5. Пречистачи горива, 4. Бустер пумпа (главна), 6. Бустер пумпа (помоћна), 7. Карбуратор CFM 350, 8. Давач притиска горива, 9. Уливно грло, 10. Одушка

## 1.8 Метеоролошке информације

Метеоролошки услови су били повољни за летење, и нису имали утицаја на удес.

## 1.9 Навигациона средства и комуникације

Није од важности.

## 1.10 Подаци о аеродрому намераваног слетања

Летелиште „13 мај“ налази се са леве стране пруге Београд - Нови Сад, након Земун Поља. GPS координате летелишта су: N44°52'35,2", E 20°18'21,3". ПСС је травната, димензија 650 x 25m, правац протезања 135-315. ПСС је паралелна са пругом и удаљена је од ње 70 m. Надморска висина ПСС је 79 m.

## 1.11 Регистратори лета

Жирокоптер није имао регистраторе лета с обзиром да се то не захтева за ову категорију ваздухоплова.



### **1.12 Подаци о олупини**

Жирокоптер је о терен ударио великом вертикалном брзином пропадања, без видљиве прогресивне брзине лета. Услед удара, жирокоптер је тешко оштећен: сломљен је носећи јарбол ротора, вишеструко је изгужван и сломљен ротор, уништена је елиса с обзиром да је мотор у моменту удара још увек радио, а оштећена је и доња страна трупа и мотора. Реп са вертикалним стабилизатором и кормилом је отпао. Фотографије оштећења жирокоптера дате су у прилогу Извештаја.

### **1.13 Медицински и патолошки подаци**

Није применљиво.

### **1.14 Подаци о пожару**

У удесу није било појаве пожара.

### **1.15 Аспекти преживљавања**

Није применљиво.

### **1.16 Испитивања и истраживања**

Приликом прегледа жирокоптера, Комисија је пажњу усмерила на мотор SUBARU EJ22, на којем је дошло до делимичног отказа. Том приликом су извршени следећи радови:

- Извршен је визуелни спољашњи преглед мотора. На деловима мотора није било трагова цурења уља, горива и течности за хлађење. Све стеге на цревима биле су осигуране и неоштећене. Извршена је провера причвршћености свих електричних проводника. Стање је било исправно.
- Извршен је преглед количине горива у резервоару. У резервоару се налазило око 40 литара горива. Са најниже тачке сабирника узет је узорак горива за анализу на присуство воде.
- Извршена је провера рада одушке резервоара. Одушка је била исправно спојена са атмосфером.
- Извршен је комплетан преглед цревовода горивне инсталације. Није било оштећења и цурења. Све стеге су биле прописно причвршћене. У цреву које допрема гориво од

разделника до карбуратора није било горива. Одвојено је црево које спаја главну бустер пумпу и разделник – није било горива. Одвојено је црево које спаја помоћну бустер пумпу и разделник - било је горива.

- Извршена је провера рада обе бустер пумпе и пречистача горива, појединачно и заједно – стање исправно.
- Извршен је преглед карбуратора. Нема трагова оштећења лептира, бризгаљки и пловка.
- Извршен је преглед команде гаса. Нема деформација и оштећења а ход команде је лаган и пун.
- Извршен је преглед свих цилиндара мотора. Нема промене боје, прскотина и трагова прегревања, пропуштања уља или издувних гасова.
- Проверен је ниво уља у картеру мотора. Ниво уља је био у прописаним границама.
- Извршен је преглед пречистача ваздуха – стања исправно.
- Извршен је преглед и провера рада свећица – стање исправно, без трагова уља и гаражи. Зазор између електрода је у прописаним границама.
- Извршена је провера причвршћености бобине, електро проводника и прикључака - стање исправно.
- Извршена је провера нивоа течности за хлађење мотора. Ниво течности је био у прописаним границама. Нема трагова цурења течности на спојевима црева.
- Извршена је провера причвршћености издувних цеви и пригушног лонца. Нема прскотина. Исти су били притегнути и осигурани.
- Извршена је провера контаката свих давача, магнета и капица свећица. Стање исправно.
- На носачу мотора, оковима за везу, елементима за причвршћење и гуменим амортизерима нема деформација и прскотина. Сви вијци били су притегнути и осигурани.
- Извршена је провера свих ременова: главног погонског ремена, каиша предротације, погонског ремена елисе, зупчастог ремена и затегнутост ремена алтернатора. Стање исправно.
- Извршен је преглед редуктора и елисе. Сви вијци на прирубници су правилно притегнути. Кракови елисе су оштећени у контакту са краковима ротора приликом удара жироскоптера о тле, што указује да је мотор радио у тренутку удеса.

Имајући у виду резултате прегледе које је извршила и стање мотора након удеса, Комисија је посебну пажњу усмерила на могуће присуство воде у гориву и **анализом узорка горива узетим из сабирника, утврдила је да се у узетом узорку налази вода.**

Мотор SUBARU EJ22 2.2L за свој рад користио је безоловни моторни бензин од 95 октана. Бензин који је коришћен у критичном лету је купљен на пумпи ОМВ, транспортован је у металном бурету и сипан је у резервоар преко оригиналног левка, са сепаратором за воду. Након тога, механичар је извршио испуштање одређене количине горива из сабирника (најнижа тачка горивног система) и помоћу одређене пасте, извршио је проверу присуства воде у бензину.

При оваквом начину сипања горива, могуће је да дође до губљења лакше испарљивих фракција бензина које помажу старту и прихватању рада мотора, као и до појаве воде у гориву. Вода се у гориву може налазити у три облика: отопљена, емулгирана и слободна. Слободна вода представља количину воде која се налази на дну резервоара у облику мањих или већих накупина воденог слоја. Њено присуство у гориву може бити узроковано непажњом током транспорта и руковања као и кондензацијом водене паре из влажног ваздуха који улази у резервоар кроз спој са атмосфером.

За правилан рад мотора поред осталих услова, потребно је да горивна смеша ваздуха и горива буде хомогена и да се равномерно распоређује у сваки цилиндар мотора у односу 15:1. Када се тај однос, због присуства воде у гориву, промени, тада је смеша осиромашена и постоји могућност прекида рада мотора. Вода која се нађе у пречистачу, цревоводима и карбуратору, запремински заузима простор гориву. Када, при такту усисавања, кроз бризгалке карбуратора, уместо горива, изађе вода, тада долази до поремећеног односа горива и ваздуха. Такав однос не може да произведе правилно сагоревање смеше у цилиндрима. Како по редоследу пађења смеше у цилиндрима: 1-3-2-4, постоји неправилно сагоревање, долази до пада броја обртаја и прекида рада мотора. Пилот, тада, најчешће, инстинктивно додаје гас и убацује нову количину горива кроз бризгалке у вентури цев карбуратора. Уколико је количина воде у гориву мала, мотор ће да одржи мање обртаје и, по добијању идеалне смеше, наставиће са исправним радом. Уколико је количина воде у гориву већа, мотор не може да одржи обртаје и долази до прекида рада мотора.

У својој изјави, пилот је навео да је у прилазу аеродрому укључио и помоћну бустер горивну пумпу, након чега је, после краћег времена дошло до прекидања рада мотора.

Имајући у виду наведено, Комисија је закључила да је у критичном лету до прекидања рада мотора дошло услед присуства воде у помоћном горивном систему. Ситне капљице воде, које су се наталожиле у пречистачу горива и цревоводима помоћног система, укључивањем помоћне бустер горивне пумпе, биле су потиснуте према карбуратору, што је изазвало

прекиде у раду мотора али не и потпуни престанак рада, што је видљиво и по оштећеним краковима елисе мотора.

### **1.17 Трагање и спасавање**

Није било потребе за покретањем акције трагања и спасавања.

## **II АНАЛИЗА УДЕСА**

### **2. 1 Квалификација пилота**

Пилот је био квалификован за обављање поменутог лета.

### **2. 2 Анализа тока лета**

Да би утврдила све чињенице које су имале утицаја на удес, Комисија се, најпре, позабавила самом летелицом. Жирокоптер RAF-2000 спада, као двоседни, у теже жирокоптере. Пошто мотор не покреће ротор, жирокоптер треба помоћу мотора да постигне прогресивну брзину у полетању, да би услед релативне брзине ветра, настале због кретања летелице, ротор постигао довољан број обртаја и створио довољно узгона да савлада силу отпора.

Пилот управља жирокоптером помоћу цикличке командне палице тако да мења нападни угао кракова ротора, то јест, командује жирокоптером по дубини и нагибу. За командовање по правцу користи ножне команде, које су везане са кормилом правца на вертикалном стабилизатору. Команде дејствују исто као код ваздухоплова са фиксним крилом. Повлачећи палицу на себе, пилот повећава висину, али смањује брзину, и обрнуто. На слетању пилот одузима гас и успорава, али ротор, који је и иначе, стално у стању ауторотације, неће изгубити на броју обртаја и обезбедиће довољно узгона за равнање у вертикалном слетању, ако је жирокоптер пре поласка на слетање имао безбедну висину. Жирокоптер због равни ротације не може пасти у ковит.

Имајући у виду ове карактеристике жирокоптера, Комисија је, да би утврдила узрок овог удеса, проучила прописане поступке који важе приликом принудног слетања услед делимичног, или потпуног отказа мотора у лету. Ови поступци се разликују када се ради о отказу мотора на полетању, у хоризонталном лету, и на слетању.

Прегледом олуپине Комисија је установила да је овом удесу претходно делимичан отказ мотора, јер се трокрака елиса у моменту удеса окретала и потпуно је уништена. Пошто је до делимичног отказа мотора дошло у хоризонталном лету, Комисија је размотрила прописане поступке за принудно слетање у случају отказа мотора у хоризонталном лету (крстарењу):

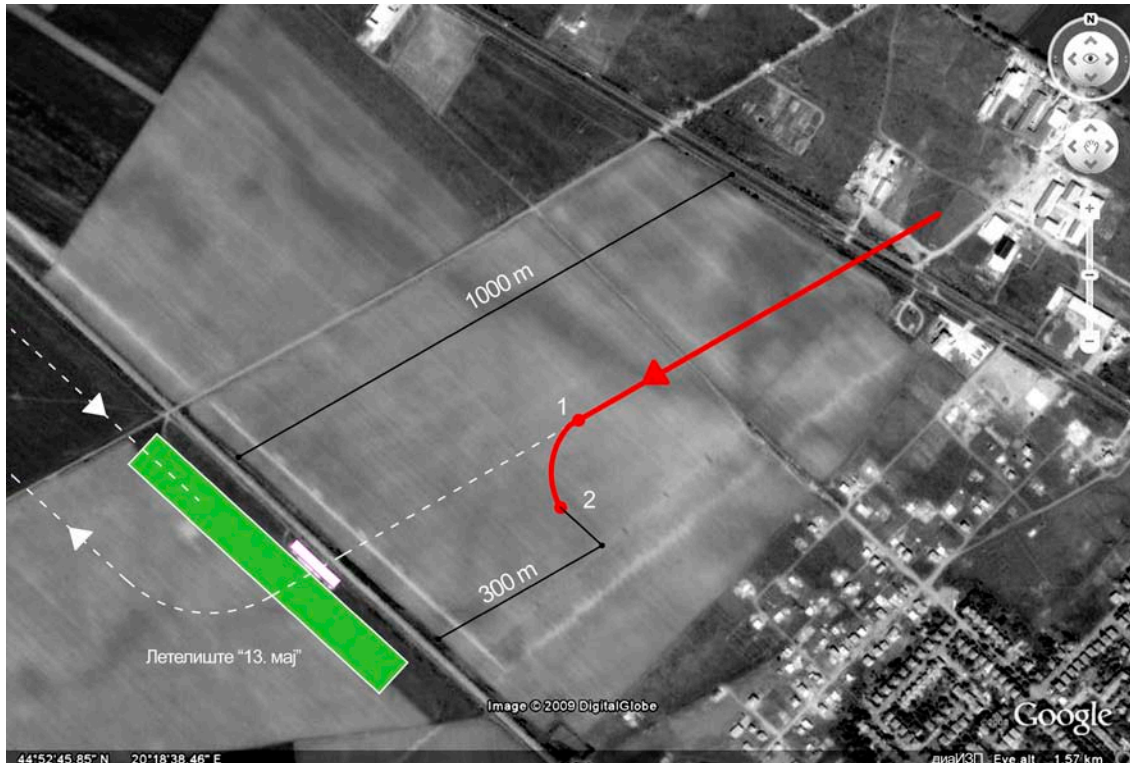
- *Никада не покушавајте поновно стартовање мотора или додавање гаса, јер губите драгоцено време за избор терена који је најповољнији за принудно слетање;*
- *Ако није неопходно, избегавајте да правите заокрете;*
- *Ако слећете на шуму, високу пшеницу, или кукуруз, увек пређите у лебдење, а затим у вертикално слетање без протрчавања;*
- *Ако постоји безбедан простор за слетање са протрчавањем, крените, али имајте на уму да се ротор налази у стању ауторотације, а без прогресивне брзине то стање не може потрајати вечно;*
- *Кад сте приступили принудном слетању на терен, никада не мењајте то место;*
- *Пре приземљења добро процените висину равнања гледајући терен косо испред вас, а не вертикално испод себе.*

Размотривши ове поступке, као и карактеристике жирокоптера RAF-2000, Комисија је приступила анализи критичног лета.

Пилот је извршио долет са аеродрома Лисичји Јарак до летелишта "13. мај" у Земун Пољу. Лет се одвијао нормално све до момента када се пилот са северне стране приближио летелишту и чуо, преко радио везе, да је пилот змаја тражио одобрење за слетање. Да би на слетање пропустио пилота змаја, пилот жирокоптера је одлучио да настави лет северно од летелишта и железничке пруге. Пилот је намеравао да изврши леви заокрет са циљем уласка у школски круг. У том моменту мотор је почео да прекида. Пилот, који је претходно смањио висину са висине уласка у школски круг од 300 метара, на висину од 90 метара, покушао је да додавањем гаса повећа брзину и висину жирокоптера, што му није успело јер је мотор и даље прекидао. Завршио је леви заокрет, поставио се паралелно са железничком пругом, у правцу супротном од правца слетања, и приступио принудном слетању на поље засејано пшеницом. Приликом принудног слетања жирокоптер је ударио о терен великом вертикалном брзином пропадања и тешко је оштећен, а пилот је остао неповређен. Скица места удеса дата је на слици 3.

С обзиром на претходно изнете Поступке прописане за принудно слетање, Комисија је установила следеће:

- пилот је непотребно додавањем гаса покушао да жирокоптеру повећа брзину и висину, уместо да одмах приступи принудном слетању;
- пилот је непотребним извршењем маневра, жирокоптеру још више смањио висину, тако да је у ауторотацији ротор почео да губи обртаје, што је довело до јаког удара жирокоптера о терен.



Слика 3. Скица места удеса

1. Почетак прекида рада мотора, 2. Место удара жирокоптера о терен

### III ЗАКЉУЧЦИ

- 3.1 Пилот је био квалификован за обављање задатка.
- 3.2 У току лета, пред слетање, дошло је до делимичног отказа рада мотора због присуства воде у горивном систему.
- 3.3 Пре уласка у школски круг пилот је одступио од прописане процедуре да би пропустио змаја на слетање.
- 3.4 На висини од око 90 m, мотор је почео да прекида, а пилот је додавањем гаса покушао да повећа брзину и висину жирокоптера. Овим је пилот одступио од прописаних поступака за принудно слетање из хоризонталног лета.

- 3.5 У принудном слетању, услед изгубљене висине у току маневра, непосредно пред равнање у ауторотацији, дошло је до слома узгона и удара жирокоптера о терен великом вертикалном брзином пропадања.
- 3.6 Метеоролошки услови нису имали утицаја на удес.

#### **IV УЗРОЦИ УДЕСА**

##### **4.1 Непосредни узрок удеса**

Непосредни узрок удеса је удар жирокоптера о терен великом вертикалном брзином пропадања, до којег је дошло услед одступања од прописаног поступка за принудно слетање од стране пилота.

##### **4.2 Посредни узрокци удеса**

Посредни узрок удеса је делимичан прекид рада мотора непосредно пре слетања жирокоптера услед присуства воде у горивном систему жирокоптера.

#### **V ПРЕДЛОГ МЕРА**

Да до удеса поновно не дође услед истих или сличних узрока, Комисија предлаже следеће мере:

1. Да се са узроцима овог удеса упознају сви пилоти у организацијама за летење ултралаких авиона и змајева, и
2. Да те организације провере познавање принудних поступака својих чланова пилота.

#### **VI ИЗДВОЈЕНА МИШЉЕЊА**

Није било издвојених мишљења од стране чланова Комисије.

ПРЕДСЕДНИК:

мр Зоран Б. Петровић, дипл.инж

ЧЛАНОВИ:

Златко Вереш, пилот

Сава Секулић, дипл. инж



ПРИЛОГ

ФОТОГРАФИЈЕ ОШТЕЋЕЊА ЖИРОКОПТЕРА







Оштећења елисе мотора



Оштећења ротора