

# דוח חקירה בטיחותית סופי (דוח ממצאים)

## תיק תאונה מס' 19-37

- כביית מנוע והתרסקות בנחיתת אונס -

15.5.2019	בתאריך
TEXAN	כלי הטיס (אז"מ)
4X-HTU	סימן רישום
כורזים	מקום האירוע

**לצורכי בטיחות בלבד**

## **הדין ביחס החקירה הבטיחותית ותוצריה**

**(מחוק הטיס, התשע"א-2011 ומנספח 13 לאמנת התעופה)**

**חקירה בטיחותית** - חקירה של אירוע בטיחותי לפי פרק זה היא הליך הכולל איסוף מידע וניתוחו, הסקת מסקנות, לרבות קביעת הסיבות לאירוע הבטיחותי או הגורמים שתרמו להתרחשותו, ומתן המלצות הנוגעות לעניין לצורך שיפור בטיחות התעופה, ככל שלדעת החוקר הראשי יש בכך צורך. (סעיף 104 לחוק).

**מטרת חקירה בטיחותית** - מטרתה הבלעדית של חקירה בטיחותית היא מניעת אירועים בטיחותיים, ואין תכליתה ייחוס אחריות אזרחית, פלילית או משמעית לאירועים כאמור. (סעיף 105 לחוק).

**תפקידי החוקר הראשי** - החוקר הראשי יהיה ממונה על ביצוע חקירות בטיחותיות לפי הוראות פרק זה. במילוי תפקידיו יפעל החוקר הראשי בהתאם להוראות נספח 13 לאמנה, ככל שהן ישימות בישראל, למעט הוראות כאמור שלגביהן הודיע המנהל לארגון התעופה הבין-לאומי, לפי הוראות סעיף 4(ב) לחוק רשות התעופה האזרחית, כי ישראל פועלת באופן שונה. (סעיף 108 לחוק).

**אי-תלות** - בביצוע חקירה בטיחותית לפי פרק זה אין מרות על החוקר הראשי ועל ממלא מקומו, זולת מרותו של הדין; הוראות סעיף זה יחולו גם על חוקר שהוסמך לפי סעיף 115, בכפוף להוראות סעיף קטן (ג) של הסעיף האמור. (סעיף 109 לחוק).

**פרסום הדוח הסופי** - החוקר הראשי יפרסם את הדוח הסופי באתר האינטרנט של משרד החוקר הראשי וכן יעמיד את הדוח לעיון הציבור, ללא תשלום, במשרד התחבורה והבטיחות בדרכים, ובלבד שלא יפרסם את הדוח או חלק ממנו ולא יעמידו לעיון הציבור כאמור, אם יש בכך כדי לפגוע בביטחון המדינה או ביחסי החוץ שלה. (סעיף 119 לחוק).

**המלצות החוקר הראשי** - המנהל וכל מי שהחוקר הראשי כלל לגביו המלצות בדוח הסופי יבחן את ההמלצות כאמור הנוגעות אליו, יחליט באשר ליישומן ויודיע על החלטתו המנומקת בכתב לחוקר הראשי; המנהל יעביר את החלטתו המנומקת כאמור גם לשר. (סעיף 122 לחוק).

**אי-קבילות הדוח הסופי** - הדוח הסופי לא יתקבל כראיה במשפט, למעט בערר לפי סעיף 39, בעתירה מנהלית או בערעור מנהלי על החלטות לפי חוק זה, לפי חוק בתי משפט לעניינים מנהליים, התש"ס-2000, ולא ישמש בהליך שנוקט מעביד כלפי עובדו. (סעיף 124 לחוק).

**חיסיון ואי-קבילות של חומר חקירה בטיחותית** - חומר חקירה בטיחותית לא יימסר ולא יתקבל כראיה במשפט ולא ישמש בהליך משמתי, בהליך מנהלי או בהליך שנוקט מעביד כלפי עובדו. (סעיף 123 לחוק).

- ☒ "Also, discuss and analyze any issue that came to light during the investigation which was identified as a safety deficiency, although such issue may not have contributed to the accidents".
- ☒ The investigation may also reveal other hazards of deficiencies within the aviation system not directly connected with the causes of the accident".
- ☒ "When drafting the Final Report, the writer should not assume that everyone who reads the report is familiar with the technical detail".
- ☒ "The writer's responsibility is to present the reader with a word picture of the accident and the investigation. The writer should assume that the reader is intelligent but uninformed and will analyze the facts presented in order to test the conclusion of the Final Report".
- ☒ "If the Final Report must delve into complicated areas such as aerodynamics, metallurgy, and the operation of aircraft systems, the subject should be explained in a way that it is easy to understand".

(ICAO / ANNEX 13 / DOC. 9756 / PART I & IV)

**הדוח הועבר לפרסום עפ"י סעיף 119 לחוק הטיס, התשע"א – 2011.**

## דוח חקירה בטיחותית סופי (דוח ממצאים)

### תיק תאונה מס' 19-37

#### תקציר האירוע

ביום רביעי, בתאריך 15.5.2019, בשעה 15:13, טייס אז"מ מסוג TEXAN, המריא משדה התעופה מחניים לטיסה למנחת ראש"צ. ההמראה התנהלה ללא אירועים חריגים ולאחר טיפוס לגובה 2,000 רגל, לנקודת הדיווח "עמיעד", הטייס עבר לתדר הבקר הצפוני, להמשך טיסה דרומה בנתיבי אז"מ. לאחר דקות ספורות, בהגיעו לקו צפון הכנרת, המנוע החל לגמגם וכבה. הטייס הסתובב חזרה, תוך ניסיונות התנעה שצלחו לזמן קצר בכוח מנוע מופחת, בכוונה להגיע לנחיתה במחניים, אך המנוע כבה באופן סופי והטייס נאלץ לבצע נחיתה אונס, על גבעה טרשית, צפונית ליישוב כורזים. במהלך הנחיתה, המטוס ניזוק באופן כבד ולמעשה נמחה. לאחר הנחיתה, הטייס כיבה מפסקים, נחלץ מהקוקפיט בכוחות עצמו ודיווח לחוקר הראשי ולמגדל מחניים. החוקר הראשי שלח לאתר התאונה חוקר מטעמו לבדוק את נסיבותיה, אך הטייס שחש כאבים בגבו, התפנה בכוחות עצמו לבדיקות בבית חולים, לפני הגעת החוקר.



המטוס באתר התאונה

## 1. מידע עובדתי

### 1.1 היסטוריה של הטיסה

#### רקע

מטוס הטקסון נשוא התאונה הוא משנת ייצור 2007. בשנת 2017, המטוס עבר שדרוג נרחב במפעל היצרן באיטליה במסגרתו מנוע הקרבורטורים הישן הוחלף במנוע הזרקה חדש, הפרופלור הקבוע הוחלף בפרופלור בעל פסיעה משתנה וכני הנסע הקבועים הוחלפו בכני נסע מתקפלים.

בתחילת חודש מאי, הייתה במטוס תקלה, בפסיעה המשתנה של הפרופלור, וסיבובי המנוע עלו לערך של 6,200 סל"ד (מעל המקסימום המותר של 5,800 סל"ד) - בבדיקת מכון הבדק לא אותרה הסיבה לכך. התקלה חזרה שוב, מספר ימים לפני טיסת התאונה, וגם הפעם המטוס נבדק במכון הבדק, אך ללא תוצאות.

בנוסף, לגרסת הטייס, הוא הבחין שלחץ הדלק, שהיה תמיד קבוע על ערך של 40.6 PSI, עלה בשבוע האחרון לערך של 43 PSI, הקרוב לגבול העליון של הטווח הירוק.

טייס התאונה, שסיים באותה העת את קורס הטיס, להגדר אז"מ, הצטרף כשותף שני במטוס ועד מועד התאונה צברו שני השותפים 211 שעות טיסה עם המטוס המשודרג.

הטיסה האחרונה של הטייס עם המטוס הייתה בשבת, בתאריך 11.5.2019 ובסיום הטיסה הוא תידלק בתחנת הדלק שבמנחת ראשון 35 ליטר. בסיום התדלוק היו בכל מכל סביב 55 ליטר, מתוך נפח זמין של 65 ליטר בכל אחד מהם.

לאחר טיסה זו, הטייס, המתגורר במרכז הארץ, קבע עם שותפו שגר בצפון, שיאסוף אותו, בתאריך 15.5.2019 בבוקר, בשדה התעופה במחניים, לטיסה משותפת לחיפה, הלוך וחזור.

#### הלגים המוקדמים באותו היום

ביום רביעי, בתאריך 15.5.2019, בשעה 07:49 הטייס המריא לבדו ממנחת ראש"צ וטס בנתיבי אז"מ למחניים, שם נחת בשעה 09:03, לאחר טיסה ללא אירועים חריגים. במחניים, הצטרף לטייס שותפו למטוס ובשעה 09:10 הם המריאו לטיסה בנתיבי CVFR, לשדה התעופה בחיפה.

בשעה 09:39 הם נחתו בחיפה, לאחר טיסה ללא אירועים חריגים, המתינו במקום עד השעה 10:15 והמריאו לטיסה, בנתיבי CVFR, חזרה למחניים, שם נחתו בשעה 10:42, לאחר טיסה ללא אירועים חריגים.

לאחר הנחיתה במחניים, הטייסים כיסו את המטוס ונפרדו - השותף חזר לביתו שבצפון הארץ ואילו הטייס, כיסה את המטוס בכיסויים המלאים שהביא אתו, ונסע למספר שעות לבקר חברים בחצור.

## טיסת התאונה

הטייס שב לשדה במחניים סביב השעה 13:00, בכוונה להמריא לטיסה חזרה למנחת ראשון, בנתיבי אז"מ. באותה העת, הטמפרטורה בשדה הייתה 40 מעלות צלסיוס והרוח צפון מזרחית, בעוצמה של 12 – 10 קשרים.

הטייס הוריד את הכיסויים מהמטוס ולא התרשם שגוף המטוס והכנפיים חמים באופן חריג. עם יצירת הקשר עם המגדל, הפקח התריע לטייס שהטמפרטורה בשדה 40 מעלות צלסיוס. הטייס אישר שהוא מודע לטמפרטורה, אך מאחר שמניסיונו מנוע ההזרקה שבמטוס נוטה להתחמם מהר מאד, על הקרקע, הוא ביקש מהמגדל לאשר לו התנעה רק כאשר המסלול יהיה פנוי להמראה מידית.

לאחר קבלת אישור התנעה מהמגדל, כולל מרשה לדווח 2,000 רגל בעמיעד, הטייס ווידא ברז דלק פתוח על מכל שמאל, שתי המשאבות החשמליות במצב ON, התניע, ביצע בדיקות מגנטו בסל"ד 4,000, כאשר מד טמפרטורת נוזל הקירור מראה טמפרטורה תקינה של 80 מעלות צלסיוס, והתיישר להמראה על מסלול 33.

בשעה 13:15, הטייס פתח מנוע מלא של 5,400 סל"ד, המריא ללא אירועים חריגים והמשיך לעקוב אחר טמפרטורות המנוע. בהקפה הימנית של קיבוץ מחניים, תוך טיפוס, טמפרטורת נוזל הקירור הייתה בערך תקין של 106 מעלות צלסיוס והטייס הוריד כוח מנוע לערך של 5,000 סל"ד והמשיך בטיפוס. לאחר מספר דקות, הגיע לעמיעד, התייצב בגובה 2,000 רגל, התחיל שיוט בסל"ד 4,000 ודיווח למגדל שהעבירו לקשר עם הבקר הצפוני. הבקר התריע בפניו על מרחף באזור טבריה, הנחה אותו לשמור גובה 2,000 רגל, בנתיב ישיר לתבור, והטייס המשיך בטיסת שיוט ידנית (ללא חיבור הטייס האוטומטי).

הטייס המשיך לעקוב אחר טמפרטורות המנוע שהראה ערכים תקינים, אך לא עקב אחר נתוני לחץ הדלק. זמן קצר לאחר המעבר לבקר הצפוני, המנוע החל לגמגם, והטייס שהעריך, בשלב הזה, כי יצליח לחזור לנחיתה במחניים, ביצע מיד פניית 180 מעלות, חזרה למחניים, תוך ששידר חירום ("מיי די"). בתאום עם "פלוטו", הטייס עבר לקשר עם מגדל מחניים, דיווח לפקח על הבעיה וקיבל אישור לגישה ישירה למסלול 33. הסל"ד עלה וירד, ללא שליטה, ותוך ניסיון לפמפם עם המצערת, המנוע כבה לחלוטין.

הטייס חיפש מקום נחיתה מתאים, תוך כדי ניסיונות התנעה, הצליח להתניע, אך הסל"ד היה נמוך ובניסיון להגבירו, עם דחיפת מצערת, המנוע כבה שוב. הטייס ניסה והצליח להתניע שוב, אך הסל"ד היה עדיין נמוך ובניסיון להגדילו המנוע כבה שוב. בינתיים, תוך כדי ניסיונות ההתנעה, המטוס הפסיד גובה משמעותי והטייס שהבין שלא יוכל להגיע למחניים, החליט לנחות בשטח וביצע בד"ח לנחיתה, כולל הורדת כני נסע ומדפים. לאחר שחיפש שביל מתאים ולא מצא, הוא ראה לפניו גבעה קטנה ותכנן לנחות בעליה.

הגלישה הייתה במהירות שסביב 70 מיי"ש, ובסופה הטייס שבר את הגלישה והמטוס שלא הזדקק נגע בקרקע, עם אף למעלה, אך כיוון שהשטח היה טרשי, המטוס פגע בסלעים ונבלם אחרי מטרים ספורים בלבד.

## 1.2 הטייס

- גיל - 43.
- רישיון טיס - הגדר אז"מ מחודש מאי 2017.
- ניסיון טיסה - 180 שעות טיסה, רובן על המטוס נשוא התאונה.
- תעודה רפואית - בתוקף, עד 6.10.2020.
- מבחן רמה - בתוקף, עד 1.5.2021.

## 1.3 כלי הטיס

- סוג – אז"מ מסוג TEXAN.
- יצרן – FLYSYNTHESIS.
- שנת ייצור - 2007.
- שדרוג – בשנת 2017 המטוס שודרג והותקנו בו מנוע הזרקה וכני נסע מתקפלים.
- תעודת כושר טיסה – בתוקף, עד 11.9.2020.

## 1.4 מז"א

- ראות – טובה.
- רוח – צפונית מזרחית בעוצמה של 12 – 10 קשר עם משבים 20 קשר.
- טמפרטורה על הקרקע - 40 מעלות צלסיוס.
- הערה: עפ"י עדות של טייס מסוק, צג מד הטמפרטורה החיצונית המותקן במסוק הראה, בגובה 2,000 רגל, טמפרטורה של 46 מעלות צלסיוס.
- לחות יחסית - 10%.

## 1.5 ממצאים

### בדיקת המנוע

- סוג המנוע – מנוע ROTAX מספר 7704233 מסוג 912iSport
- בבדיקת המנוע נמצא:
  - ✓ מערכת מים – מלאה, ללא נזילות חיצוניות.
  - ✓ מערכת שמן – מלאה, ללא נזילות חיצוניות.
  - ✓ סימני מעבר חום במנוע – אין.
  - ✓ מערכת חשמל - חיבורים תקינים.
  - ✓ מצתי המנוע - פורקו ונראים חדשים, עם צבע תקין.
  - ✓ מערכת דלק
  - ❖ מסנן כניסה למנוע - נקי.
  - ❖ ווסת דלק - נקי.
  - ❖ צינורית השוואת לחצים ל - airbox - תקינה ומחוברת.

- ✓ עם הדלקת המסטר, המשאבות החשמליות קיבלו מתח.
- ✓ עם הפעלת המשאבות החשמליות, הן נשמעו פועלות.
- ✓ אגזוז - חסרים מספר קפיצים וחלקי האגזוז מופרדים בחלקם.
- ✓ ECU – חליבת הנתונים
- ❖ התנעת המנוע לפני ההמראה - 245.526 שעות.
- ✓ ECU – חיוויים
- ❖ Lane A לא פועל (אין חיווי טמפי מים, EGT, סל"ד, וכו'). בבדיקה אחורנית נמצא, כי Lane A הפסיק לפעול מ - 244.53 שעות, סה"כ 1.09 שעות.
- ❖ Lane B פועל כראוי והחיוויים תקינים.

### מגבלות תנאי התפעול של היצרן ROTAX למנוע הזרקה מסוג 912 IS

#### Ambient temperature

Max. in flight	60 °C (140 °F) (manifold temperature)
Max. at start	50 °C (120 °F) (ambient temperature)
Min. at start	-20 °C (-13 °F) (oil temperature)

#### Fuel pressure

Parameter	Min.	Max.
Fuel pressure at fuel rail	2.8 bar (40.61 psi)	3.2 bar (46.41 psi)
Acceptable Fuel pressure exceedance (max. 3 sec.)	2.5 bar (36 psi)	3.5 bar (51 psi)

#### NOTE

*Fuel pressure exceedance only allowed after power setting change.*

#### Oil temperature

Max.	130 °C (266 °F)
Min.	50 °C (120 °F)
Normal operating temperature	approx. 90 to 110 °C (190 – 230 °F)

#### Coolant temperature

Max.	120 °C (248 °F)
------	-----------------

טיסות השותפים במטוס בחודשים שקדמו לתאונה, עפ"י ספר המטוס הנייד

תאריך	מכל שמאל כמות משוערת לפני הטיסה	מכל ימין כמות משוערת לפני הטיסה	זמן טיסה עפ"י ספר המטוס	צריכה דלק משוערת	סוג הדלק בתחנת מנחת ראשון
2.3.19	3/4	3/4	3:05	45	דלק חורף
7.3.19	3/4	3/4	1:05	16	
9.3.19	3/4	3/4	1:36	24	
16.3.19	3/4	3/4	0:37	10	
17.3.19	3/4	3/4	0:45	12	
6.4.19	3/4	3/4	1:15	19	
6.4.19	3/4	3/4	1:40	26	
2.5.19	3/4	3/4	1:08	17	
4.5.19	3/4	3/4	1:38	26	
12.5.19	3/4	3/4	2:02	30	
15.5.19	3/4	3/4			

הטיסות שבוצעו במטוס ביום התאונה

תאריך	לג טיסה	שעת המראה	טמפרטורה בהמראה (מעלות צלזיוס)	שעת נחיתה	טמפרטורה בנחיתה (מעלות צלזיוס)
15.5.19	ראשון - מחניים	07:49	21	09:03	32
15.5.19	מחניים - חיפה	09:10	32	09:39	24
15.5.19	חיפה - מחניים	10:15	24	10:42	36
15.5.19	מחניים – ראש"צ	13:12	41.5		





**צילום מהאוויר של המטוס באתר התאונה**



**המטוס בתנוחתו הסופית באתר התאונה**



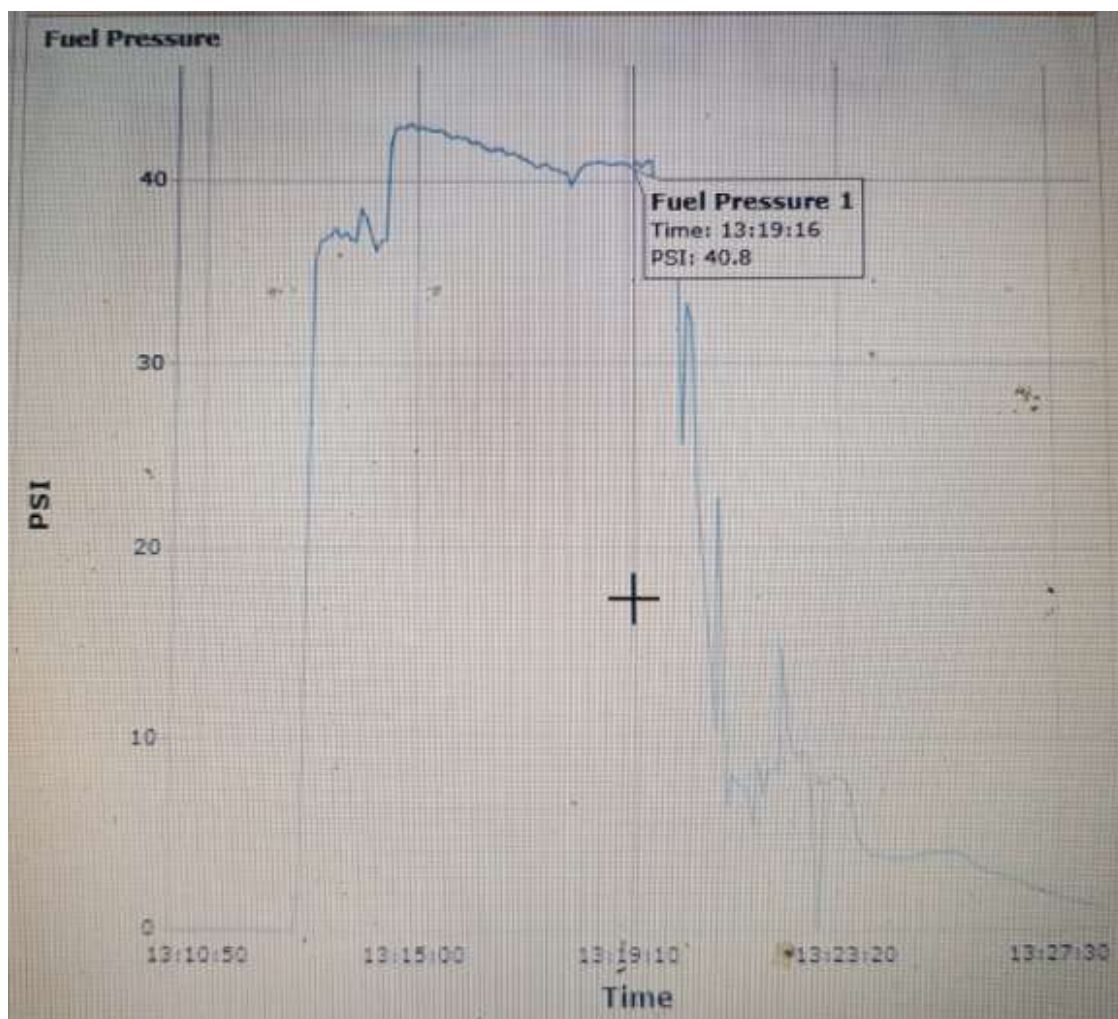
**הנזקים לכנפיים**

## 2. ניתוח

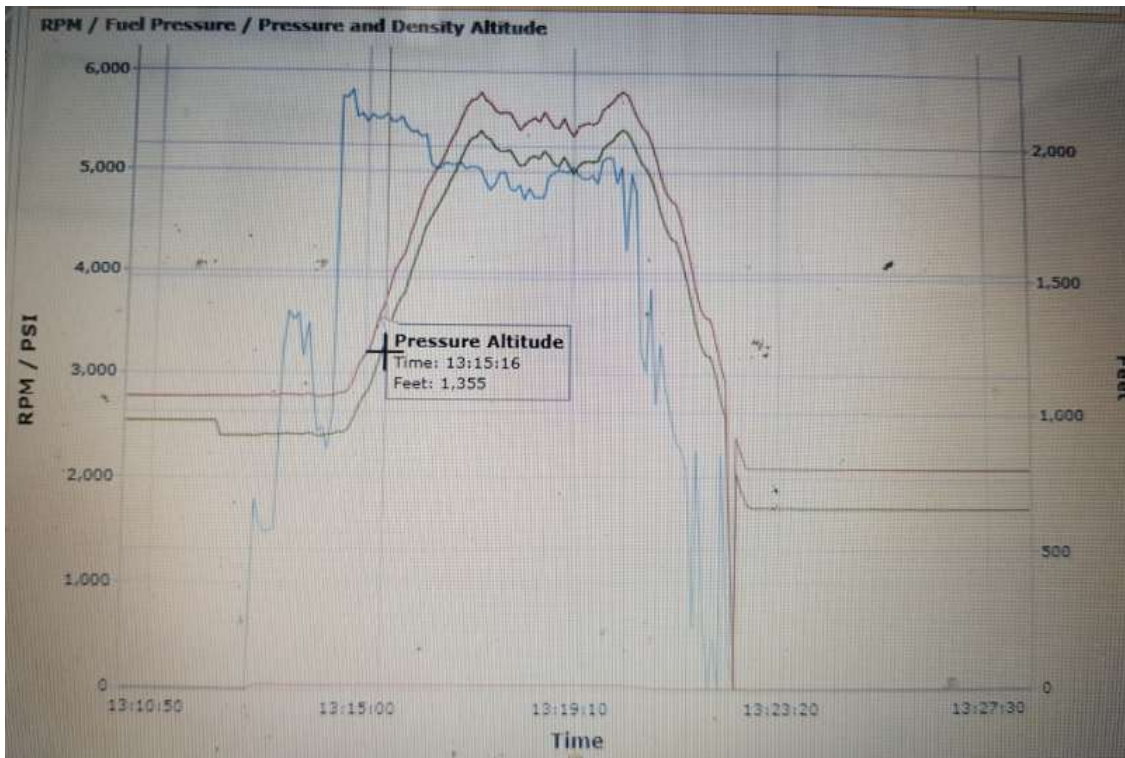
החשד הראשוני, עפ"י דיווח הטייס, היה לתקלה טכנית כלשהי ולכן בוצעה בדיקה כללית של המנוע שלא העלתה כל ראייה לכשל טכני. עם זאת, כדי להשלים את בדיקת הנושא הטכני, צוות החקירה מצא לנכון להריץ את המנוע, אך בדיקה זאת לא התאפשרה עקב חזרת השותפים במטוס מהחלטתם לשלוח את המטוס לבדיקה אצל היצרן באיטליה ועקב העלויות הגבוהות לביצועה בארץ, בהינתן שהערכת הסבירות למציאת תקלת מנוע במהלך בדיקות ההרצה הייתה נמוכה מאד.

במקביל, גם דווחו מספר אירועים נוספים שהובילו את צוות החקירה להבנה, כי עקב התנאים בהם בוצעה טיסת התאונה, יש למקד את המשך החקירה בתופעת חסימת אדים בטמפרטורות גבוהות, כמו גם לאופן תפקוד הטייס באירוע.

### 2.1 פענוח הקלטות ה - GARMIN ושחזור הטיסה



גרף לחץ הדלק כפונקציה של זמן הטיסה - מתוך הקלטות ה - GARMIN



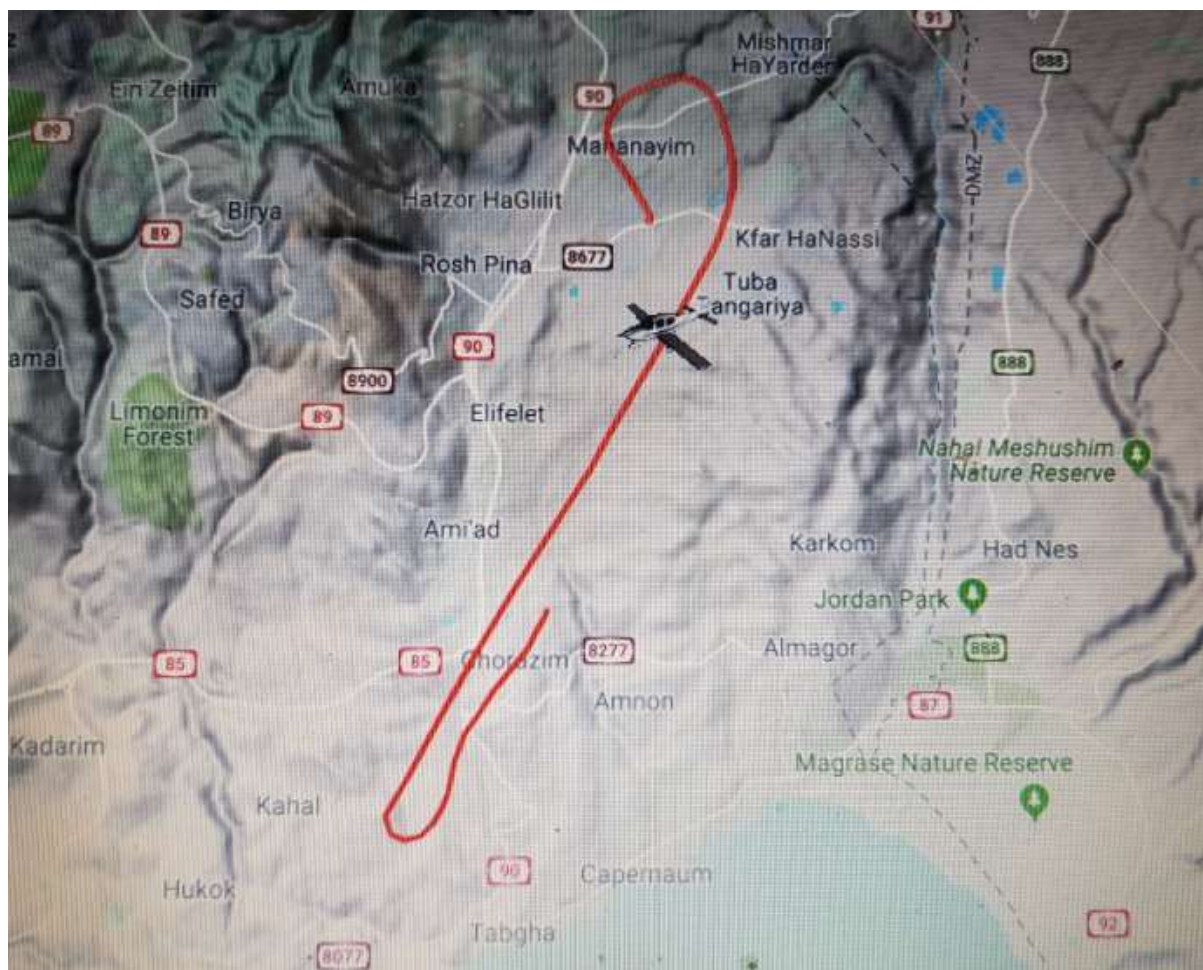
**גרף הגובה והסל"ד כפונקציה של זמן הטיסה מתוך הקלטות ה GARMIN**

**לוח זמנים של האירועים העיקריים מהמראה עד ההתרסקות**

הערות	הזמן היחסי (דקות)	האירוע
מסלול 33 במחניים	0:00	ניתוק בריצת המראה
טמפרטורה 44.6 מעלות	02:20	גמר טיפוס לגובה 2,000
למשך 20 שניות ואחריה התאוששות.	03:08	ירידת לחץ דלק ראשונה מתחת למינימום המותר
ירידת לחץ משמעותית ללא התאוששות.	05:03	ירידת לחץ דלק שניה מתחת למינימום המותר
	05:30	תחילת גמגום מנוע
מזרחית ליישוב כחל	05:35	תחילת פנייה חזרה
	06:40	כביית מנוע
	06:40	ניסיון התנעה ראשון
לתצורת נחיתה 45 מעלות	07:00	הורדת מדפים
במשך 30 שניות	07:04	שלושה ניסיונות התנעה
צפונית לכורזים	07:52	נחיתת התרסקות

**נתוני הטיסה ונתוני המנוע מההמראה עד ההתרסקות**

	לחץ דלק (Psi)	סיבובי מנוע (סל"ד)	גובה מעפ"י (רגל)	מצב טיסה	זמן יחסי	שעה
על הקרקע	37	1,750	900	התנעה	0:00:00	13:12:51
	38	3,750	965	בדיקת מגנטו	0:00:31	13:13:22
	43	5,700	965	ריצת המראה	0:01:35	13:14:26
	43	5,700		ניתוק	0:01:51	13:14:42
	43	5,500	1,060	טיפוס	0:02:09	13:15:00
	42		1,600	טיפוס	0:03:09	13:16:00
	42	5,050	2,000	שיוט	0:04:09	13:17:00
	40.3	4,900	1,950	שיוט	0:05:09	13:18:00
	41	5,000	1,950	שיוט	0:06:09	13:19:00
	39	5,100	2,050	שיוט	0:07:09	13:20:00
	37.9	5,050	2,070	שיוט	0:07:19	13:20:10
גמגום מנוע	28.7	4,450	2,040	שיוט	0:07:29	13:20:20
	28.5	4,300	1,950	הנמכה	0:07:39	13:20:30
	18.6	3,050	1,900	הנמכה	0:07:49	13:20:40
	12.8	3,950	1,850	הנמכה	0:07:59	13:20:50
	11.7	2,850	1,730	הנמכה	0:08:09	13:21:00
כביית מנוע וניסיונות התנעה	7.2	כביית מנוע	1,470	הנמכה	0:08:40	13:21:31
	7.2	ניסיון התנעה	1,470	הנמכה	0:08:41	13:21:32
	13.6	מנוע הותנע	1,390	הנמכה	0:08:46	13:21:37
	6.9	כביית מנוע	1,260	הנמכה	0:08:56	13:21:47
	8.5	הורדת מדפים 45 מעלות	1,230	החלטה על נחיתה	0:09:03	13:21:50
	8.5	ניסיון התנעה	1,200	הנמכה	0:09:07	13:21:54
	8.3	ניסיון התנעה	1,130	הנמכה	0:09:14	13:22:05
	15.6	מנוע הותנע	1,060	הנמכה	0:09:18	13:22:09
	11.1	כביית מנוע	1,020	הנמכה	0:09:21	13:22:12
	10.5	ניסיון התנעה	980	הנמכה	0:09:25	13:22:16
נחיתה	0	ההתרסקות	650	הצפה	0:09:51	13:22:42



### נתיב הטיסה מההמראה עד ההתרסקות מתוך הקלטות ה - GARMIN

#### שחזור טיסת התאונה

##### רקע

בסיום שלושת הלגים, ראשון – מחניים – חיפה – מחניים, שהטייס ביצע בבוקר, הוא נחת במחניים בשעה 10:42, כאשר, באותה העת, הטמפרטורה בשדה 36 מעלות צלסיוס. הטייס החנה את המטוס בחניית קלים וכיסה את המטוס עם סט הכיסויים המלא שהביא במיוחד, לחנייה ממושכת בטמפרטורה חמה מאד בשמש, כפי שידע מראש מתחזית מזג האוויר, אותה למד במסגרת ההכנות לטיסה.

לאחר מכן, הטייס יצא למספר שעות לחצור הגלילית, לפגישה עם חברים הבונים שם מטוס מסוג RV בבנייה עצמית. הטייס שב לשדה במחניים סביב השעה 13:00, בכוונה להמריא לטיסה חזרה למנחת ראשון, כאשר, באותה העת, הטמפרטורה בשדה הייתה כבר 40 מעלות צלסיוס והרוח צפון מזרחית, בעוצמה של 10 – 12 קשרים.

#### טיסת התאונה

סביב השעה 13:10, הטייס נכנס לקוקפיט, הפעיל את המסטר ומכשיר הקשר ויצר קשר עם המגדל, לקבלת אישור התנעה. פקח הטיסה במגדל התריע בפניו שהטמפרטורה בשדה היא 40 מעלות צלסיוס, אך הטייס אישר שהוא מודע לכך ועקב נטיית המנוע במטוסו להתחמם מהר, הוא ביקש לאשר לו התנעה רק כאשר המסלול יהיה פנוי להמראה מידית.

בשעה 50:12:13, עם קבלת אישור התנעה, כולל מרשה לעמיעד בגובה 2,000 רגל, הטייס ווידא ברז דלק פתוח, על מכל שמאל, שתי המשאבות החשמליות במצב ON, והתניע. כדי למנוע התפתחות טמפרטורת מנוע חריגה, תוך שדילג על שלב חימום המנוע ובתום 30 שניות מההתנעה כבר ביצע בדיקת מגנטו ב - 4,000 סל"ד.

בשעה 26:14:13, בתום דקה וחצי מההתנעה, הטייס התיישר על מסלול 33, פתח מנוע מלא, 5,700 סל"ד, והחל בריצת ההמראה. צג מכשיר ה - GARMIN הראה, באותה העת, טמפרטורת סביבה של 42.2 מעלות צלסיוס, טמפרטורת נוזל קירור תקינה של 83 מעלות צלסיוס וטמפרטורת שמן מנוע תקינה של 63 מעלות צלסיוס.

בשעה 00:17:13, בתום שתי דקות של טיפוס המטוס הגיע לגובה 2,000 רגל, צג מכשיר ה - GARMIN הראה טמפרטורת סביבה 44.6 מעלות צלסיוס, טמפרטורת נוזל קירור תקינה, של 107 מעלות צלסיוס, וטמפרטורת שמן מנוע תקינה, של 102 מעלות צלסיוס.

כל אותה העת, צג לחץ הדלק הראה ערכים תקינים של PSI 43 – 42.

בשעה 50:17:13, הוקלטה ירידת לחץ דלק ראשונה, מתחת לתחום המותר, שנמשכה 20 שניות ולאחר מכן לחץ הדלק חזר לנורמה.

בשעה 45:19:13, התחילה ירידת לחץ דלק רציפה, שנמשכת 18 שניות, לתחום 39.8 – 39, עדיין ללא נפילת סל"ד.

בשעה 04:20:13, לחץ הדלק ירד מתחת 39 ולאחר 7 שניות הסל"ד נפל בתוך שניה מ - 5,060 ל - 4,060 ובתוך שניה חזר ל - 4,950 ושוב נפל ל - 4,200. כל אותה העת טמפרטורות המנוע היו תקינות. בעקבות גמגום מנוע זה, הטייס החליט לחזור לנחיתה במחניים ובשעה 16:20:13, בגובה 2050 רגל, מהירות 90 קשר ולחץ דלק 25, הוא התחיל פניה חזרה, דרך צד שמאל, מהכיוון הכללי 200, בו הוא טס עד אז. במהלך הפניה, גמגום המנוע המשיך, עד שעה 37:20:13, בטווח סל"ד של 4,200 - 4,900 ובהמשך בטווח סל"ד 3,000 - 3,500.

בשעה 54:20:13, הטייס סיים את הפניה, בגובה 1,800 רגל, במהירות 83 קשר ולחץ דלק 17, והתייצב בכיוון כללי צפון. בהמשך הטייס תיקן ימינה והתייצב על כיוון כללי 030, בכיוון מחניים. בינתיים סיבובי המנוע המשיכו לרדת, לטווח של 2,800 - 2,300 סל"ד, עד שבשעה 31:21:13, בגובה 1,470 רגל ומהירות 71 קשר, המנוע כבה. מיד לאחר כביית המנוע, הטייס ביצע, משך 50 שניות, ארבעה ניסיונות התנעה רצופים, במהלכם המטוס איבד גובה יקר של 600 רגל, כדלקמן: ניסיון התנעה ראשון בו המנוע "תפס", אך כבה מיד בניסיון להגדיל כוח, ע"י פמפום המצערת.

בשעה 50:21:13, מספר שניות לאחר כישלון ניסיון ההתנעה הראשון, כשהמטוס בגובה 1,150 רגל ובכיוון כללי 030, הטייס הוריד מדפים מלאים 45 מעלות וקצב שקיעת המטוס גדל.

מיד בהמשך, הטייס ביצע ניסיון התנעה שני שכשל ומיד בהמשכו שני ניסיונות התנעה רצופים שהצליחו אמנם, אך בשניהם המנוע כבה מיד עם הניסיון לפמפם במצערת. בתום ניסיונות ההתנעה, המטוס ירד לגובה 870 רגל מעפ"י. במצב זה, כאשר המטוס בגובה שסביב 200 רגל מעפ"י, מעל שטח טרשי, לטייס לא נותר כל מרחב תמרון והוא נאלץ לבצע נחיתה אונס בשטח בעייתי ומסולע. שפר מזלו של הטייס והוא נחלץ מהקוקפיט ללא פגע, אך המטוס נמחה.

## 2.2 סיבת הכשל / כביית המנוע

בסיום שלושת הלגים, ראשון - מחניים - חיפה - מחניים, שהטייס ביצע בבוקר, הוא נחת במחניים בשעה 10:42, ושותפו למטוס שטס אתו בשני הלגים האחרונים נפרד ממנו ושב לביתו. באותה העת, הטמפרטורה בשדה כבר הגיעה כדי 36 מעלות צלסיוס והתחזית הידועה להמשך היום הייתה 40 מעלות ויותר.

למרות זאת, הטייס החליט להמשיך בתכניתו המקורית, לנסוע לפגישה עם חברים בחצור הגלילית ולהמריא למנחת ראשון כעבור מספר שעות.

עד שובו לשדה, סביב השעה 13:00, המטוס חנה בשמש, עם כיסויים, בטמפרטורת סביבה שהגיעה מעל 40 מעלות. כתוצאה מכך, טמפרטורת הדלק במכלי הכנפיים עלתה, בסבירות גבוהה, מעל 30 מעלות צלסיוס וגם קווי הדלק התחממו מהאוויר החם שעלה ממשטח החנייה.

החלטת הטייס לדלג על שלב חימום המנוע ולהמריא עם מנוע "קר", בתוך דקה וחצי מההתנעה, דחתה את תהליך אידוי הדלק בצנרת ואפשרה המראה וטיפוס, ללא תקלות.

לאחר ההמראה, שלא כצפוי, טמפרטורת הסביבה עלתה ובגובה 2,000 רגל בו המטוס שייט היא הגיעה עפ"י נתוני ה-GARMIN ל-44.5 מעלות צלסיוס. עובדה זו בנוסף לירידת לחץ האוויר בגובה זה, היוו רקע לתנאים הדרושים להיווצרות אדי דלק הגורמים לתופעת VAPOR LOCK כדלקמן:

✓ טמפרטורת הסביבה הגבוהה הפריעה לקירור יעיל של קווי הדלק ומשאבות הדלק והטמפרטורה שלהם עלתה..

✓ הטמפרטורה הגבוהה של הדלק במכלי הכנפיים לא אפשרה קירור יעיל של המשאבות ע"י דלק קריר מהמכלים הזורם דרכן.

✓ הירידה בלחץ האוויר, עקב הטיפוס לגובה 2,000 רגל, הקשתה על המשאבות לשאוב את הדלק ממכלי הכנפיים וגרמה לירידת לחץ בקו היניקה של המשאבות.

ככל שחלף הזמן, התנאים לאידוי הדלק הלכו והבשילו, כאשר גם עליית טמפרטורת המנוע, אם כי בתחום המותר, תרמה את תרומתה לחימום מערכת הדלק בתא המנוע, בתום שלוש דקות מההמראה, הדבר התבטא בירידה ראשונית של לחץ הדלק מתחת למינימום המותר, למשך 20 שניות. מערכת הדלק התגברה על מצב זה ולחץ הדלק התאושש ועלה לתחום המותר, למשך שתיים ורבע הדקות הבאות.

בחלוף חמש דקות מההמראה, גרמו אדי דלק נוספים שהמשיכו להיווצר במערכת לירידת לחץ דלק נוספת, שהתבטאה, לאחר 18 שניות, בגמגום מנוע, מבלי שהייתה יכולת של מערכת הדלק להתאושש ממצב זה.

תופעת ה-VAPOR LOCK הלכה וגברה, תוך סיבובי מנוע לא יציבים, עד שהמנוע כבה לחלוטין, בתום 7 דקות לאחר ההמראה. גם בניסיונות ההתנעה שהצליחו, המנוע כבה בניסיון להגביר את כוח.

## סיכום

נתוני הסביבה של טמפרטורה גבוהה מאד, השימוש בדלק חורף בעל נדיפות גבוהה, הקלטות מכשיר ה - GARMIN שהראו ירידת לחץ הדלק, שקדמה לנפילת סיבובי המנוע, וכישלון ניסיונות ההתנעה, מאוששים את הקביעה, כי גורם התקלה הוא היווצרות אדי דלק בצנרת הדלק שלא אפשרה למשאבות הדלק לפתח את לחץ העבודה שלהן. משכך, הסבירות לתרחיש של "חסימת אדים" במערכת הדלק גבוהה מאד. עם זאת, עקב הנסיבות שמנעו את הרצת המנוע, לא ניתן לשלול באופן מוחלט, אפשרות לכאורה של תקלה טכנית אחרת, אם כי הסבירות להתרחשותה נמוכה מאד.

### 2.3 תפקוד הטייס באירוע

הטייס שהיה מודע לבעיית החימום המואץ במנוע ההזרקה שבמטוסו, היה ממוקד, בכל מהלך הטיסה, במעקב אחר טמפרטורות נוזל הקירור ושמן המנוע, שהיו תקינות בכל מהלך הטיסה.

שני פרמטרים אלה, חשובים אמנם, אך ניתן לשלוט בהם ע"י הפחתת כוח המנוע או טיפוס מתון או מדורג ובמקרה של טמפרטורות חריגות, יצרן המטוס אף מאפשר להמשיך לטוס פרק זמן לא מבוטל בכפוף לבדיקות מנוע, המוגדרות בספר התחזוקה, לאחר הנחיתה. עם זאת, הטייס לא עקב במהלך כל הטיסה אחר לחץ הדלק שהוא הפרמטר הקריטי יותר, בטיסה בתנאי טמפרטורת סביבה גבוהה, כפי שהייתה בטיסה הנוכחית. מעקב זה התבקש גם בהתייחס לגרסת הטייס, כי בשבוע האחרון, לחץ הדלק התנהג באופן חריג ועלה לערכים הקרובים לגבול העליון של הטווח הירוק.

בניגוד לפרמטרים של טמפרטורות המנוע, בלחץ הדלק לא ניתן לשלוט ובמידה והוא יורד מתחת למינימום המותר, המוגדר בספר היצרן, אין להמשיך בטיסה ויש לנחות בהקדם האפשרי.

כבר בשעה 17: 50: 13 (סביב שלוש דקות בלבד אחרי ההמראה ושתיים ורבע דקות לפני גמגום המנוע הראשון), התקבלה בחיווי מכשיר ה - GARMIN, אינדיקציה ראשונה על בעיה במערכת הדלק, כאשר לחץ הדלק ירד מתחת למינימום המאושר ע"י יצרן המנוע, לתפעול המטוס, ונותר מתחתיו, במשך 20 שניות, מבלי שהטייס התייחס לכך.

זה היה השלב בו הטייס היה אמור להבין שיש לו בעיה, המחייבת נחיתה בהקדם, ולחזור לנחיתה במחניים. אם היה נוהג כך, היה מספיק להגיע למחניים, בתוך פחות משתיים וחצי דקות ולנחות במקום בשלום, בלי לחץ (הטיסה לאחר ההמראה ממחניים עד שלב זה: נמשכה 3 דקות במהירות ממוצעת של 88 קשר, הטיסה האפשרית בחזרה לנחיתה במחניים: במהירות זמינה של 115 קשר).

שתי דקות לאחר החריגה הראשונית, בלחץ הדלק המינימלי, לחץ הדלק ירד שוב ועשרים שניות לאחר מכן החל גמגום המנוע, שגרם לטייס להחליט, מאוחר מידי, לחזור לנחיתה במחניים.



בשלב שהמנוע התחיל לגמגם, הטייס לא ידע אמנם, שכעבור דקה וחצי הוא יכבה והעריך שיספיק לחזור למחניים, אלא שהוא היה אמור להביא בחשבון, כי קיימת אפשרות כזו ומשכך עדיף שינחת בהקדם.

קשה לבקר טייס לא מנוסה על ההחלטה שנלקחה בתנאי לחץ, אך בפועל, החלטת הטייס לחזור אחורה, כנגד רוח אף משמעותית, למקום גבוה יותר, במקום להמשיך דרומה לבקעת הכנרת, הנמוכה ב - 600 רגל מתחת לגובה פני הים, גרמה לו להפסיד גובה יקר של 1,000 רגל, שווה ערך לשתי דקות זמן גלישה ומרחק נוסף לאיתור אתר נחיתה מיטבי. מתחילת גמגום המנוע ועד לכבייתו, משך דקה וחצי, המטוס איבד גובה של 600 רגל, מבלי שהטייס התמקד, כמעט אך ורק, באיתור שטח מתאים לנחיתה.

בשלב זה, בגובה שסביב 800 רגל מעפ"ש, הטייס עדיין לא התמקד באיתור אתר נחיתה מתאים בסביבתו הקרובה והתחיל בסדרה של ארבעה ניסיונות התנעה רצופים, שנמשכו קרוב לדקה, במהלכם המטוס איבד גובה של 600 רגל נוספים.

אחרי ניסיון ההתנעה הראשון, בגובה שסביב 600 רגל מעפ"ש, הטייס הוריד מדפים לתצורת נחיתה, של 45 מעלות (שלב המתבצע בד"כ כאשר הטייס בטוח שיגיע לנקודה שאליה כיוון לנגוע). משכך, הגרר גדל ועמו קצב השקיעה של המטוס.

במצב זה, על הטייס היה להיות במצב של חלוקת קשב מרבית, בהיותו מרוכז בנחיתה עצמה. למרות זאת, הטייס עדיין לא התמקד, רק, בנחיתה, אלא ביצע שלושה ניסיונות התנעה נוספים, בסיומם הוא מצא את עצמו בגובה שסביב 200 רגל מעפ"ש. במצב זה, כשנותר לו זמן גלישה זמין שסביב 15 שניות, לא נותר לטייס כל מרחב תמרון והוא נאלץ לנחות בשטח הטרשי, שבסביבתו המידית, שלא התאים לנחיתה בטוחה.

החוקר הראשי מצא לנכון להזכיר, כי בתאריך 3.3.2011, שני טייסי צסנה 182 שהצטרפו לנחיתה, מדרום, לש"ת ראש פינה חוו אובדן כח מנוע ולאחר מספר ניסיונות התנעה הם ביצעו נחיתה אונס בשטח סלעי, דרומית לטובא זנגריה, אשר הסתיימה בהתרסקות בה השניים קיפחו את חייהם (תיק חקירה 11-13).

בעקבות אותה תאונה, החוקר הראשי ערך ופרסם בשנת 2011 סקר יישומי בנושא "נחיתות אונס, נחיתות חירום וקבלת החלטות במצבי לחץ", והמרכיב של תכנון נחיתה האונס והגעה לנגיעה, תוך שליטה בהטסת המטוס, הוגדר כאלמנט מציל חיים.

הגם שהגורם לאובדן כח המנוע באותה תאונה, משנת 2011, היה התקררות המאייד, מאפייני אותה תאונה דומים לזו הנחקרת אלא שבמקרה הנחקר, הטייס התעשת מספיק מוקדם כדי לבצע נחיתה אונס מיטבית, כפי שתואר בסקר היישומי.

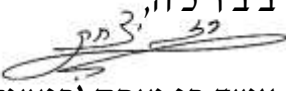
### 3. ממצאים עיקריים

- 3.1 התאונה מסווגת כאישית צוות אוויר של הטייס, עקב שרשרת החלטות שגויות, במהלך שלבי הטיסה השונים, עם תרומה של שימוש בדלק חורף, 95 אוקטן.
- התאונה החלה בהחלטה להמריא בטמפרטורה חמה מאד, למרות התראת פקח הטיסה, המשיכה בחוסר החלטה לחזור לנחיתה במחניים, כבר בשלב מוקדם של הטיסה, בעת שלחץ הדלק ירד מתחת למינימום המותר, המשיכה בהחלטה חסרת סיכוי, למעשה, לחזור באותם נתונים למחניים, עם תחילת גמגום המנוע ולאחר חמש וחצי דקות טיסה, המשיכה בהתמקדות בניסיונות התנעה ממושכים, לאחר כביית המנוע, תוך איבוד גובה משמעותי, ללא התמקדות בחיפוש יעיל של אתר נחיתה מתאים והסתיימה בהתרסקות בנחיתה על גבעה טרשית.
- 3.2 גורם השורש לכביית המנוע הוא, בסבירות גבוהה מאד, הרעבת דלק כתוצאה מתופעת VAPOR LOCK שהתפתחה במערכת הדלק, עקב הטיסה בטמפרטורת סביבה שמעל 44 מעלות צלסיוס, בגובה 2,000 רגל, עם תרומה של שימוש בדלק חורף.
- 3.3 בהעדר אפשרות מעשית לבדיקת המנוע בהרצה, לאחר התאונה, לא ניתן לשלול אפשרות לקיום גורם טכני אחר שגרם לכביית המנוע, אם כי לא אותרו כל ממצאים שיכולים להצביע על אפשרות כזו ולכן הסבירות לכך נמוכה מאד, אם בכלל.

### 4. המלצות

אין - ראה המלצות בתיק חקירה 42-19.

החוקר הראשי מצא לנכון להדגיש בפני הטייסים, המפעילים מטוסים עם דלק מכוניות מסוג 95 אוקטן, את הסיכון המובנה לנפילת כוח מנוע עקב הרעבת דלק כתוצאה מחסימת אדים. ביציאה לטיסה בימים חמים, על הטייס לצאת מתוך נקודת הנחה, כי קיימת סבירות שיחווה חסימת אדים. משכך, באחריותו לוודא, כי הוא נוקט בכל צעדי הבטיחות והתפעול האפשריים שימנעו את התממשות הפוטנציאל לתופעה בדגש למעקב רציף על לחץ הדלק במהלך כל שלבי הטיסה ונחיתה בהקדם בכל חריגה ממגבלות היצרן.

ב ב ר כ ה,  
  
עו"ד רז יצחק (רזצ'יק)  
החוקר הראשי

תאריך: 28.8.2019 סימוכין: 4000-0098-2019-0014644

#### החזרת חפצים שנתפסו במהלך חקירה בטיחותית

בהתאם לסעיף 114(ב)(5) – (7) לחוק הטייס, התשע"א – 2011, החוקר הראשי יחזיר חפצים שנתפסו, למעט שברי כלי טיס, תוך 45 ימים ממועד פרסום דו"ח החקירה הסופי. החפצים יוחזרו לידי מי שמידיו נתפסו החפצים, או לידי בעליהם. שברי כלי טיס לא יוחזרו אלא לבקשת בעליו של כלי הטייס ועל חשבונם. בקשה להשבתם יש להגיש לחוקר הראשי, לא יאוחר מ- 45 ימים ממועד פרסום הדוח.

אדם המעוניין, כי חפצים שנתפסו לא יוחזרו לידי בעליהם, רשאי להגיש בקשה מתאימה לבית משפט השלום, שבתחום שימוטו נתפס החפץ.