

## דוח חקירה בטיחותית סופי

תיק תאונה מס' 5-25

אובדן כוח מנוע בהמראה ונחיתה בהמשך ציר מסלול

12.3.2025	בתאריך
TEXAN	כלי הטיס
4X-HLH	סימן רישום
מנחת ראשון לציון	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 לי 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 מנהל הרשות 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 משמעתית לאירועים כאמור. (סעיף 105 לחוק).

**תפקידי מנהל הרשות לחקירה בטיחותית בתעופה (להלן: "מנהל הרשות")** - מנהל הרשות יהיה ממונה על ביצוע חקירות בטיחותיות לפי הוראות פרק זה ודינים אחרים. במילוי תפקידו יפעל מנהל הרשות 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 מנהל הרשות 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** - מנהל הרשות יפרסם את הדוח הסופי באתר האינטרנט של משרד הרשות לחקירה בטיחותית בתעופה 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 הרשות לחקירה בטיחותית בתעופה** - המנהל וכל מי שמנהל הרשות כלל לגביו המלצות בדוח הסופי יבחן את ההמלצות כאמור הנוגעות אליו, יחליט באשר ליישומן ויודיע על החלטתו המנומקת בכתב למנהל הרשות; 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, ולעניין הליך כלפי עובד טיס לפי סעיף 38 – לא ישמש אלא בהתקיים הנסיבות כאמור בסעיף 138(ב). (סעיף 124 לחוק).

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

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

## דוח חקירה בטיחותית סופי

### תיק תאונה מס' 5-25

#### תקציר האירוע

בתאריך 12.3.2025 בשעות אחר הצהריים, מדריך טיסה (להלן: "הטייס") ביצע המראה ממנחת ראשון לציון לצורך טיסת היכרות עם נוסע באז"מ מדגם טקסן בסימן רישום 4X-HLH (להלן: "המטוס").

במהלך ההמראה, שניות לאחר ניתוק, הורגשו "גמגומי" מנוע ולאחר מכן כבה המנוע. הטייס המשיך ישר לפניו תוך אובדן גובה, ונחת במעלה הגבעה שבסוף מסלול 18. לאחר ריצה קצרה במעלה גבעת החול שבהמשך למסלול המטוס נעצר סופית וניזוק כן הנסע הקדמי. הטייס והנוסע שלא נפגעו יצאו מכלי הטיס בכוחות עצמם. למטוס נגרם נזק בינוני.

האירוע דווח לרשות לחקירה בטיחותית בתעופה (להלן: "הרלב"ת") ומנהל הרלב"ת שלח חוקר למקום התאונה לחקירת נסיבותיה.



תמונה 1 : המטוס במנח הסופי באתר התאונה

# 1. מידע עובדתי

## 1.1 היסטוריה של הטיסה

בתאריך 12.3.2025, בסביבות השעה 15:00, המריא אז"מ מסוג טקסן ממנחת ראשון לציון לטיסת היכרות עם מדריך טיסה ונוסע. הטיסה תוכננה כטיסה מקומית באזורי האימונים. הטייס הכין את המטוס לטיסה ברחבת החניה, ואז הצטרף אליו הנוסע. לגרסתו, כמות הדלק במכלי המטוס הייתה  $\frac{1}{4}$  במכל הימני ו-  $\frac{3}{4}$  במכל השמאלי אליו הוא העביר את הבוחר להמראה. הטייס הוריד את המדפים לתצורת המראה 15 מעלות אך לא הפעיל את משאבת הדלק החשמלית כנדרש בבד"ח. כחצי דקה לאחר התנעה באזור חניית המטוסים המקורה ויציאה למסלול ההסעה, הטייס החל להסיע לכיוון המסלול וכעבור כדקה נוספת הוא התיישר בתחילת מסלול 18, פתח מנוע מלא והחל בריצת ההמראה (ראה תמונה 2). המדריך הקריא בקול את נתוני המהירויות, ובמהירות 60 מי"ש, כרבע דקה מתחילת הריצה הוא משך לניתוק. כ - 6 שניות לאחר הניתוק, בגובה כ - 20 רגל, התחילו גמגום/רעידות מנוע וכעבור כ - 6 שניות נוספות המנוע כבה. המטוס החל לאבד גובה, הטייס המשיך ישר לפניו וכעבור שניות ספורות נגע/נחת במעלה הגבעה שנמצאת בהמשך ציר המסלול. לאחר שהמטוס קיפץ מעט על האדמה המכוסה בצמחיה, גלגל האף נשבר מפגיעה בתלולית והמטוס נעצר (ראה תמונה 3). הטייס והנוסע יצאו מהמטוס בכוחות עצמם וללא פגע. למטוס נגרם נזק בינוני, רובו בכך הנסע הקדמי ובלהבי הפרופלור. תיאור האירוע שלהלן מבוסס על הקלטות ממצלמת גו-פרו שצילמה והקליטה בתא הטייס, ועל צילומי מצלמות האבטחה שנמצאות במנחת.



תמונה 2: תרשים חניות ותחילת מסלול 18 במנחת ראשון לציון



תמונה 3: תהליך ההמראה והנחיתה

## 1.2 פגיעות של שוכני המטוס

פגיעות	טייס	נוסעים	אחרים
מוות			
חמור			
קל/ללא			
ללא	1	1	

1.3 נזק לכלי הטייס - למטוס נגרם נזק בינוני.

1.4 נזק אחר - אין.

1.5 מידע על אצ"א וגורמים מעורבים אחרים

### הטייס

- גיל 71.
- רישיון טיסה - ASL, MSL, ULM קבוצה A.
- סה"כ שעות טיסה - כ - 11,000 שעות (כ - 7,000 מתוכן ULM).
- תעודה רפואית סוג II+I - בתוקף.

1.6 מידע על כלי הטייס

- 1.6.1 קטגוריה - אז"מ.
- 1.6.2 סוג TEXAN.
- 1.6.3 יצרן - FLYSYNTHESIS.
- 1.6.4 מדינת היצרן - איטליה.
- 1.6.5 משקל המראה מרבי - 570 ק"ג.
- הערה: משקל המטוס בהמראה עמד במגבלות יצרן.
- 1.6.6 תעודת כושר טיסה - בתוקף עד 14.03.2025.
- 1.6.7 בעלות - בית ספר לטיסה I-FLY.
- 1.6.8 חנייה קבועה מקורה ברשת צל במנחת ראשון לציון.
- 1.6.9 היסטוריה של כלי הטייס
  - שעות גוף: כ - 2,110 שעות.
- 1.6.10 מנועים ופרופלורים
  - מנוע: רוטקס 912 ULS - 100 כ"ס.
  - שעות מנוע: כ - 570.
  - באירוע - מנוע בדלק מכוניות אוקטן 95
  - מדחף: פסיעה קבועה 3 להבים - DUC Hélices.

## 1.7 מזג אוויר

1.7.1 ללא עננות בגובה נמוך.

1.7.2 ראות טובה.

1.7.3 טמפרטורה 30 מעלות.

1.7.4 רוח מערבית משתנה 7 קשר.

1.8 ענ"ר (עזרי ניווט רדיו) - לא רלוונטי.

1.9 תקשורת - הטיסה בוצעה בתדר המנחת.

## 1.10 מידע על שדה התעופה

✓ גובה מעפ"י – 60 רגל.

✓ מסלולים – 36/18.

✓ תשתית – אספלט.

✓ אורך – 660 מטר.

✓ רוחב – 9 מטר.

## 1.11 נתוני הקלטות טיסה

בהתבסס על הקלטות מצלמת הקוקפיט ומצלמות האבטחה במנחת, נבנה ציר הזמן של האירוע מרגע ההתנעה ועד לעצירת המטוס לאחר הנחיתה.

הפרש זמן בין האירועים	זמן מהניתוק	זמן מפתיחת כוח מלא	זמן (יחסי) מהתנעה	האירוע
0:00			0:00	התנעה
0:27			0:27	קשר - הודעה על הסעה
0:51			1:18	קשר - הודעה על התישרות 18
0:13		0:00	1:31	התישרות על מסלול ופתיחת מנוע
0:07		0:07	1:38	הקראה – מדפים 15 מהירות עולה
0:04		0:11	1:42	הקראה – מהירות 40
0:02	0:00	0:13	1:44	הקראה – מהירות 60 אני מנתק
0:06	0:06	0:19	1:50	תחילת רעידות
0:06	0:12	0:25	1:56	מנוע כבה
0:05	0:17	0:30	2:01	נגיעה בקרקע
0:04	0:21	0:34	2:05	עצירה מלאה

1.12 שברי כלי הטיס ומידע על הפגיעה בקרקע - המטוס נחת במעלה גבעה בהמשך ציר

מסלול 18 כ - 30 מטר מסוף האספלט של המסלול, כן הנסע הקדמי התכופף ונשבר במהלך הנחיתה, חרטום המטוס פגע בקרקע / בשיחים ושני להבי המדחף נפגעו, כנף שמאל נפגעה משיח, קצה כנף ימין ספגה פגיעה קלה וחיפוי המנוע התחתון ספג פגיעה.



שני להבי הפרופלור התחתונים נשברו לאחור



כן הנסע הקדמי התכופף לאחור והגלגל ניתק



נזק קל בקצה כנף ימין



שני מוטות התמיכה של כן הנסע התכופפו



שבר מקומי בשפת התקפה של כנף שמאל



ארכובת היגוי כן הנסע התכופפה



חיפוי המנוע התחתון נפגע והתעקם

תמונה 4: הנזקים שנגרמו למטוס

1.13 מידע רפואי ופתולוגי - לא רלוונטי.

1.14 אש - לא רלוונטי.

1.15 אלמנטים של שרידות - הטייס והנוסע יצאו בעצמם מהכלי ללא פגע.

1.16 בדיקות ומחקרים

### 1.16.1 בדיקת המטוס באתר התאונה

☒ המדפים והמקזז נמצאו במצב המראה

☒ בקוקפיט נמצא ברז דלק יחיד בעל 3 מצבים - מיכל שמאל, מיכל ימין וסגור.

ידית הברז נמצאה במצב מיכל שמאל וקדימה כ - 20 מעלות. נמצא עוד כי

לידית ברז הדלק אין 'מעצורים' בנקודות הנדרשות סגור/ימין/שמאל וניתן

לסובבו 360 מעלות בשני הכיוונים. (ראה תמונה)



ציר הסיבוב של  
ידית ברז הדלק

### תמונה 5: מצב ידית ברז דלק

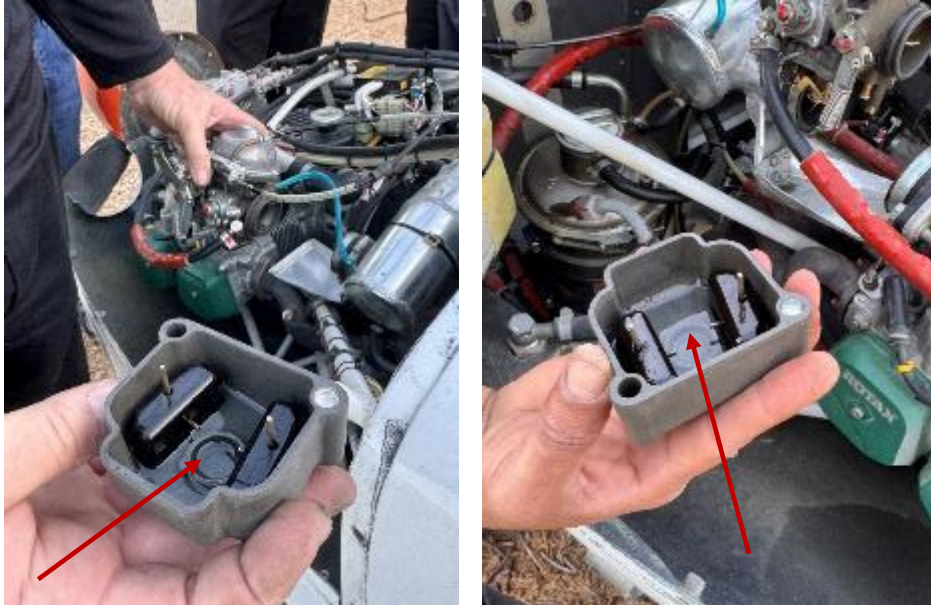
☒ מפסק משאבת הדלק החשמלית נמצאה במצב כבוי



### תמונה 6: מצב מפסק משאבת הדלק החשמלית - כבוי

☒ המשאבה החשמלית נבדקה בשטח ונמצא כי היא בונה לחץ תקין PSI 4.5.

☒ כוסיות קרבורטורים נמצאו עם כמות דלק זניחה בקרקעית.



**תמונה 7: כוסיות הקרבורטורים ימין/שמאל**

☒ כוסית פילטר הדלק נמצאה עם מעט דלק, ללא לכלוך משמעותי בתחתיתה והפילטר תקין






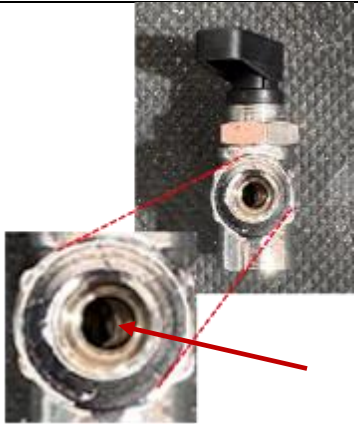




**תמונה 8: פילטר דלק**

### 1.16.2 בדיקת מבנה ברז הדלק, ומעבר הדלק במצבים השונים של ידית הברז

ברז הדלק המותקן במטוס התאונה הוא מסוג ברז כדורי בעל 3 מצבים – שמאל, ימין, סגור.

באתר התאונה נמצאה ידית הברז כ - 20 מעלות מעבר למצב של מכל שמאל, (ראה תמונה 5). במצב זה, פתח מעבר הדלק מצומצם לכדי 60% מפתיחה מלאה.

פתח מעבר הדלק (אדום סגור, לבן פתוח)	מצב המעבר הפנימי בשסתום הכדורי בתוך הברז	מצב ידית הברז
		<p>סגור</p> <p>מעבר הדלק סגור</p>
		<p>מיכל שמאל</p> <p>100% פתיחה למעבר דלק</p>
		<p>מיכל שמאל + 20 מעלות (שעה 10 כפי שנמצא באתר התאונה)</p> <p>פתיחה חלקית של 60% ממצב פתוח מלא</p>
		<p>מיכל שמאל - סגור</p> <p>מעבר למיכל ימין פתוח</p>

**תמונה 9: מצבי ברז הדלק**

**הערה:**

נמצא עוד כי לידית ברז הדלק אין 'מעצורים' בנקודות העבודה הנדרשות סגור/ימין/שמאל וניתן לסובבו באופן חופשי 360 מעלות, דבר המקשה על קביעת מיקום מדויק וחד משמעי של ידית הברז בשלושת המצבים השונים (מכל ימין, מכל שמאל וסגור).

### 1.16.3 בדיקה פעולת המנוע במצבים השונים של ברז הדלק

לצורך בדיקת פעולת המנוע נדרש היה לתקן את המטוס כדי לאפשר התנעה. ההתנעה הראשונה לאחר התיקון בוצעה בנוכחות צוות החקירה כמתואר בטבלת בדיקת המנוע במצבי ברז דלק שונים.

תוצאה	נתונים	מצב ברז דלק	הבדיקה
התנעה תקינה	לחץ דלק נבנה מיידית PSI 4.5 בסלד סרק	מיכל שמאל	התנעה (ללא משאבה חשמלית)
ללא בעיות	לחץ דלק PSI 4.5 סלד סרק - תקין סלד כח מלא 5,600 - תקין	<b>מיכל שמאל - פתוח</b>	הרצת מנוע 60 שניות בסרק ומיד בהמשך 30 שניות בכוח מלא <b>(מדמה את משך ואופן זמן פעולת המנוע באירוע)</b>
ללא בעיות	לחץ דלק PSI 4.5 סלד סרק - תקין סלד כח מלא 5,600 - תקין	<b>מיכל שמאל + 20 מעלות - "שעה 10" כפי שנמצא באתר התאונה</b>	
60 ש' בסרק - ללא בעיות מנוע 20 ש' מכח מלא - הופעת רעידות 5 ש' מרעידות - כבה המנוע	לחץ דלק PSI 4.5 בתחילה ומייד ירידה הדרגתית ללחץ 0.	<b>מיכל שמאל - סגור</b> (התנעה עם ברז דלק פתוח ואז סגירה)  מדידת הזמן מסגירת הברז	

#### הערות:

1. תוצאות הבדיקה נתנו תשובה (שתופיע בפרק ה"ניתוח" ובמסקנות בהמשך הדוח) על תפקוד משאבת הדלק המכאנית, על תפקוד המנוע בכוח מלא כאשר ידית ברז הדלק במצב בו היא נמצאה באתר התאונה, על היווצרות היצרות אפשרית אחרת במערכת הדלק ועל משך הזמן בו המנוע יכול לתפקד כאשר ברז הדלק סגור.
2. בבדיקות מכון הבדק, שבוצעו במהלך תיקון המטוס לאחר התאונה, לא נמצאה כל תקלה במערכת הזנת הדלק למנוע.

### 1.16.4 בדיקת הדלק במעבדה

דגימת דלק נלקחה מהמטוס והועברה למעבדה לבדיקה. תוצאות הבדיקה מצביעות על דלק תקין עם לחץ אדים גבוה של 73 kPa, סמוך לגבול העליון של תחום לחץ האדים המתאים לדלק חורף.

1.4.2025

**תעודת בדיקה מס' 2091/2025**  
 דף 1 מתוך 1

שם הלקוח: הרשות לחקירה בטיחותית בתעופה  
 תאריך לקיחת המדגם (לפי הצהרת הלקוח):  
 24.3.2025  
 תאריך קבלה במעבדה:  
 24.3.2025  
 החומר הנבדק:  
 כנף מטוס מיכל הדלק  
 סיומן המדגם:  
 20966  
 הצעת מחיר:  
 4502583925  
 מס' הזמנה:  
 בא כוח המזמין  
 נדגם ע"י:  
 קרן גיא  
 סימוכין:  
 קרן גיא

**תוצאות הבדיקה**

שם הבדיקה	שיטת בדיקה	תוצאה	דרישות התקן ת"י 90 - חלק 2 (חורף-Class-C)
1. מראה:	חזותית	צלול	צלול
2. צפיפות, 15°C ק"ג/לי:	ASTM D-4052	0.7454	0.775-0.720
3. חכמות שתזוקק עד 70°C, % נפח:	ASTM D-86	32.5	52.0 עד 24.0
4. ילחץ אדים (WPPE) קילופסקל:	ASTM D-5191	73	50-80
5. טווח זיקוק, °C:	ASTM D-86	28.2	אין דרישה
נקודת רתיחה התחלתית, °C:	ASTM D-86	53.6	72.0 עד 46.0
הכמות שתזוקק עד 100°C, % נפח:	ASTM D-86	83.6	75.0 מינ.
הכמות שתזוקק עד 150°C, % נפח:	ASTM D-86	199.2	210 מקס.
נקודת רתיחה סופית, °C:	ASTM D-86	1.0	2 מקס.
שארית זיקוק, % נפח:	ASTM D-86	<1.0	5 מקס.
6. שרף קיים, מ"ג/מ"ל	ASTM D-381		

הבנזין עומד בדרישות התקן לתקופת חורף בדיקות שבוצעו.

  
 יצחק לויאן  
 מנהל מעבדת שרות

**1.17 מידע על הארגון וההנהלה הרלוונטית לאירוע של החברה והרגולטור**

- 1.17.1 מטוס התאונה שייך לבית הספר לטיסה שבסיסו במנחת ראשון לציון.  
 1.17.2 בבית הספר קיים בד"ח ייעודי למטוסי הטקסן שברשותו. בהתבסס על ניסיון העבר במטוסי טקסן ובמטרה למנוע 'נעילת אדים' (VAPOR LOCK) בהמראה, הוסיף בית הספר סעיף ייעודי לבד"ח ההתנעה לביצוע בתקופות (טמפ') חמות. בד"ח זה דורש אחרי התנעה, הרצת מנוע במשך 4 דקות בסל"ד 3,000 ולאחר מכן מעבר לסל"ד מקסימלי למשך 10 שניות תוך מעקב על לחץ דלק תקין.

**אם המטוס חזר מטיסה בשעה שלפני ההתנעה או שהטמפ' החיצונית מעל 28 מעלות - לאחר ההתנעה בצע את הנ"ל:**

14. סל"ד ל 3,000.....החזק 4 דקות  
 15. סל"ד למקסימום.....למשך 10 שניות  
 16. לחץ דלק.....ודא בטווח ויצב  
 17. סל"ד.....סרק, ו- RPM 2000

**תמונה 10: סעיף בד"ח בית הספר לטיסה לאחר התנעה בימים חמים**

**הערה:** כאשר מדובר בדלק חורף החשיבות של ביצוע סעיף זה בבד"ח הינה בעלת משמעות יותר גדולה.

## 1.18 מידע נוסף רלוונטי שנבדק

### 1.18.1 סוג ברזי הדלק המותקנים בצי מטוסי בית הספר לטיסה

נבדק סוג ברזי דלק המותקנים בצי מטוסי הטקסן של בית הספר לטיסה. נמצא, כי בכל מטוס בבית הספר מותקן ברז דלק בתצורה שונה כשרק אחד מתוכם נחשב תעופתי.

		
ברז דלק תעופתי תלת מצבי שמאל, ימין, סגור.	שני ברזי דלק דו מצביים פתוח, סגור.	ברז דלק אחד תלת מצבי שמאל, ימין, סגור.

### תמונה 11: תצורות ברזי הדלק בצי מטוסי הטקסן לבית הספר

### 1.18.2 אירוע תאונה קודמת במטוס טקסן בו כבה המנוע מיד לאחר הניתוק בהמראה. (דוח מספר 13-70)

בעקבות מסקנת הדוח שהגורם לתאונה הוא "טעות בתפעול ברז הדלק עקב הנדסת אנוש לקויה בבחירת ברז הדלק ואופן הפעלתו", הומלץ על "ביצוע שיפורים מתאימים במבנה הברז ותצוגת מצבו בפועל".

בעקבות זאת החליף היצרן את ברז הדלק הקיים, במטוסי טקסן מייצור חדש, בברז דלק תעופתי הנותן מענה לכל הליקויים שזוהו.

בהתייחסות רת"א להמלצות הדו"ח נכתב כדלקמן:

"בעקבות פניה של רת"א, שלח היצרן מכתב תשובה, שתוכנו מקובל ע"י רת"א, בו הוא מבהיר באופן שאינו משתמע לשתי פנים, שהחלפת הברז לברז אחר היא עניין תפעולי ולא בטיחותי ולכן הוא יוצע לבעלי המטוסים אבל לא יוגדר כמחייב. רת"א אינה רואה מקום להתערב ולקבוע חובה שונה בישראל"

## 1.19 טכניקת ודרכי החקירה

1.19.1 ניתוח ממצאים באתר התאונה ודוחות תאונה קודמים (13-70).

1.19.2 בדיקות תפקוד המנוע.

1.19.3 ניתוח וידאו שצולם בתוך הקוקפיט ובמצלמות המנחת

1.19.4 תשאול וגביית עדויות הטייס, הנוסע ומכונאי מכון הבדק.

## 2. ניתוח

### 2.1 כללי

הממצא העיקרי אשר נתגלה בשטח מייד לאחר קרות האירוע הינו הימצאות כוסיות הקרבורטורים ריקות מדלק, דבר שהצביע על בעיה באספקת הדלק למנוע ובסבירות גבוהה, שאובדן הכוח וכביית המנוע נגרמו בשל הרעבת דלק. צוות החקירה התרכז בחקירת הסיבות האפשריות אשר הביאו למצב זה.  
חקירת התאונה התמקדה בשני תרחישים עיקריים:  
✓ ההיבט הטכני.  
✓ הגורם האנושי תפעולי.

### 2.2 הגורם הטכני

#### 2.2.1 פעולת המנוע במצבי ברז דלק וסל"ד שונים

כמתואר במידע העובדתי, סעיף 1.16 "בדיקות ומחקרים" (סעיף משנה 1.16.3), צוות החקירה בדק את פעולת המנוע עם הזנת דלק ממכל שמאל במספר מצבים כדלקמן:

#### ☒ התנעה (ברז פתוח) כאשר המשאבה החשמלית לא מופעלת

ההתנעה הייתה תקינה ונבנה מיידיית לחץ דלק תקין של psi 4.5.  
סיכום: משאבת הדלק המכנית תקינה.

#### ☒ הרצה (ברז פתוח) בסרק כאשר המשאבה החשמלית לא מופעלת, למשך דקה

ומיד בהמשך כוח מלא למשך חצי דקה

המנוע פעל בכל טווח הסל"ד באופן תקין.

סיכום: אספקת הדלק תקינה ואין הפרעות בזרימת הדלק מהמכל לקרבורטורים.

#### ☒ הרצה (ברז בשעה 10) בסרק למשך דקה ומיד בהמשך כוח מלא למשך חצי

דקה כאשר המשאבה החשמלית לא מופעלת

המנוע פעל בכל טווח הסל"ד באופן תקין.

סיכום: המצב בו נמצא הברז באתר התאונה לא משפיע על פעולת המנוע

#### ☒ הרצה (ברז סגור) בסרק למשך דקה ומיד בהמשך כוח מלא למשך חצי דקה

כאשר המשאבה החשמלית לא מופעלת.

✓ לחץ הדלק ההתחלתי psi 4.5 ומיד ירידה הדרגתית ללחץ דלק 0.

✓ המנוע פעל דקה בסרק באופן תקין, אך 20 שניות לאחר פתיחת כוח מלא

החלו גימגומים ולאחר 5 שניות נוספות המנוע כבה לחלוטין.

סיכום: כאשר ברז הדלק סגור, מספיק הדלק שנותר בצנרת ובקרבורטורים

לפעולת מנוע סדירה בכוח מלא של כ - 20 שניות בלבד (מתאים בקירוב ללו"ז

האירועים בפועל המתואר בטבלת ציר הזמן במידע העובדתי בסעיף 1.11).

#### 2.2.2 נבדק תרחיש של בעיה מכאנית במשאבות הדלק

- נשללו בעיות מכאניות בשתי משאבות הדלק (המכאנית והחשמלית).
- המשאבה החשמלית נבדקה מייד לאחר התאונה ונמצא שבנתה את הלחץ הנדרש, והמשאבה המכאנית נבדקה עם השמשת המטוס ונמצאה מספקת את הלחץ הנדרש.
- נשללה בעיה במשאבות הדלק.

#### 2.2.3 נבדק האם המראה ללא משאבה חשמלית יכולה להתבצע

- על פי נתוני יצרן המנוע, המשאבה המכאנית מספקת את הדלק הנדרש לעבודת המנוע בכח מלא, אם כי היצרן ממליץ כן להתקין משאבה נוספת (חשמלית) כגיבוי.
- תוצאות הרצת המנוע בכח מלא וללא משאבה חשמלית הראו לחץ דלק במגבלות היצרן והמנוע לא הראה כל סימני תקלה.
- נשלל מצב שהעובדה שהמשאבה החשמלית הייתה כבויה בזמן ההמראה, היווה גורם לאובדן הכוח וכביית המנוע.

#### 2.2.4 פעולת המנוע במצב של VAPOR LOCK - נתונים

- בעת האירוע טמפרטורת הסביבה הייתה 30 מעלות צלסיוס.
  - לפני ההמראה, המטוס חנה מספר שעות בטמפרטורת סביבה של כ - 30 מעלות צלסיוס וכתוצאה מכך התחמם הדלק במכל לטמפרטורה גבוהה משמעותית מ - 20 מעלות צלסיוס (הטמפרטורה המרבית של הדלק במכל למניעת סיכוני vapor lock בעת שימוש בדלק 95 כפי שנלמד וצוין בדוחות עבר שעסקו בסוגיית "נעילת אדים" כגורם לכיבוי מנוע).
  - עפ"י בדיקת המעבדה, הדלק במכלי המטוס היה מסוג דלק חורף בעל לחץ אדים גבוה של 73 kp (קרוב לגבול העליון של דלק חורף וגבוה משמעותית מלחץ האדים של דלק קיץ).
  - עפ"י ניסיון העבר של תופעת vapor lock במטוסי טקסן, הוסיף בית הספר בבד"ח סעיף ייעודי להרצת מנוע ובדיקות לפני המראה בימים חמים.
  - סעיף זה לא בוצע לפני המראת התאונה.
- סיכום:** בהתייחס לנתונים הנ"ל, לא ניתן לשלול תופעת vapor lock כגורם אפשרי לכביית המנוע באירוע זה.

## 2.2.5 תקלה מכאנית בברז הדלק - סיבוב חופשי ללא מעצור מכאני כלשהו במצבי

### העבודה השונים

- ☒ בברז הדלק במטוס התאונה נמצא כי אין "מעצורים" בשלושת המצבים בהם הוא אמור להיות - מיכל שמאל, מיכל ימין וברז סגור, ואף ניתן לסובבו 360 מעלות בחופשיות.
- ☒ חוסר המעצורים והסיבוב החופשי דורשים יתר תשומת לב מהטייס לדייק את מצב הברז בו יבחר.
- ☒ ברז דלק תקין יאפשר בקלות למצוא את המנח הנכון הנדרש לתפעולו.
- ☒ עובדה זו נמצאה כגורם תורם להימצאות ידית ברז הדלק במצב של מיכל שמאל + 20 מעלות, אך בהתאם לתוצאות הבדיקה שביצע צוות החקירה (סעיף 1.16.3 במידע העובדתי) לא היוותה גורם תורם לכביית המנוע.

## 2.3 הגורם האנושי תפעולי

- צוות החקירה הצביע על מספר נקודות כשל אפשריות הנוגעות לגורם האנושי:
- 2.3.1 הבד"ח לא בוצע במלואו וחלקו אף בוצע תוך כדי הסעה - מרגע התנעה ועד ההמראה עברה דקה וחצי בלבד.
  - 2.3.2 לא בוצעו נהלים פנימיים של בית הספר שנועדו למנוע תקלת Vapor Lock ביום חם, כחלק מהבד"ח אחרי ההתנעה ולפני ההמראה.
  - 2.3.3 משאבת הדלק החשמלית לא הופעלה לפני ההמראה כנדרש בבד"ח.
  - 2.3.4 מצב ברז הדלק ככל כנראה, לא נבדק בכדי לוודא שהוא במצב פתוח מלא למיכל שמאל
  - 2.3.5 במהלך בדיקות המנוע לפני ההמראה ובעת ריצת ההמראה, הקריא הטייס מהירויות אך אפשר שנתוני המנוע האחרים כגון לחץ הדלק לא נסקרו.

### 3. מסקנות

- 3.1 נמצא כי התאונה נגרמה עקב אובדן כוח וכביית המנוע בשל בעיה בהזנת הדלק.
- 3.2 בבדיקת מכון הבדק לא נמצאה כל תקלה במנוע ולכן בהסתברות גבוהה התאונה החלה בביצוע חפוז ולא מושלם של הבד"ח, שככל הנראה היווה את הגורם לכביית המנוע עקב בעיה בהזנת הדלק.
- 3.3 המידע העובדתי מצביע על תאימות בין ציר הזמן של שלבי ההמראה המתואר בסעיף 1.11 לבין תוצאות הבדיקה בפועל של משך הזמן שהמנוע יכול לפעול כאשר ברז הדלק סגור, המתוארת בסעיף 1.16.3. עובדה זו עשויה להצביע על האפשרות שברז הדלק היה סגור.
- 3.4 בזמן האירוע שררו תנאי טמפרטורת סביבה גבוהה. בשילוב עם דלק חורף בעל לחץ אדים גבוה המאפשר היווצרות VAPOR LOCK, אשר היה מלווה באי ביצוע בדיקת הבד"ח הייעודית למניעת תופעה זו. לאור זאת לא ניתן לשלול את האפשרות שהבעיה בהזנת הדלק נגרמה עקב תופעת VAPOR LOCK.
- 3.5 בהתייחס לניתוח המידע העובדתי זהו שני גורמים אפשריים לבעיית הזנת הדלק שגרמה לכביית המנוע – תפעול לקוי של ידית ברז הדלק ו/או תופעת VAPOR LOCK. לא ניתן לקבוע איזה משני גורמים (או שילוב שלהם) הללו היווה הגורם בפועל באירוע זה.

### 4. המלצות

- 4.1 בהתאם לסעיף 1.18.2 שבו הובהר על ידי רת"א (עפ"י מכתב יצרן) למפעילים שלשיקולם התקנת ברז דלק משופר
- המלצה חוזרת (תיק 13-70) - מומלץ להחליף את ברזי הדלק שאינם בעלי מעצור במצבים השונים לברזי דלק תעופתיים עם מעצור במצבי העבודה.
- באחריות:** בית הספר לטיסה
- מועד לביצוע מומלץ:** מידי
- 4.2 בהתאם לאותו מסמך שמצוין ב - 1.18.2 מומלץ להביא לאחידות בברזי הדלק וזאת בכדי למנוע בלבול במעבר ממטוס למטוס, מומלץ להחליף ולדאוג לאחידות בתצורת ברזי הדלק בין מטוסים מאותו דגם.
- באחריות:** בית הספר לטיסה
- מועד לביצוע מומלץ:** מידי

ב ב ר כ ה,



גד רגב

מנהל הרשות לחקירה בטיחותית בתעופה

תאריך: 13.8.2025 סימוכין: 4000-0098-2025-0000159

#### החזרת חפצים שנתפסו במהלך חקירה בטיחותית

בהתאם לסעיף 114(ב)(5) – (7) לחוק הטיס, התשע"א – 2011, מנהל הרשות לחקירה בטיחותית בתעופה יחזיר חפצים שנתפסו, למעט שברי כלי טיס, תוך 45 ימים ממועד פרסום דוח החקירה הסופי. החפצים יוחזרו לידי מי שמידיו נתפסו החפצים, או לידי בעליהם. שברי כלי טיס לא יוחזרו אלא לבקשת בעליו של כלי הטיס ועל חשבונו. בקשה להשבתם יש להגיש לרשות לחקירה בטיחותית בתעופה, 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 שיפוטו נתפס החפץ.