

# דוח חקירה בטיחותית סופי

(דוח בדיקה)

## תיק תאונה מס' 42-19

גמגום מנוע בהמראה וחקירת נושא דלק 95 אוקטן

31.5.2019	בתאריך
בריסטל	כלי הטיס (אז"מ)
4X-HSA	סימן רישום
ש"ת חיפה	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 שתורמו 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 משמעתית לאירועים כאמור (סעיף 105 לחוק).

**תפקידי החוקר הראשי** - החוקר הראשי יהיה ממונה על ביצוע חקירות בטיחותיות לפי הוראות פרק זה. במילוי תפקידו 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 משמעותי, 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)

# דוח חקירה בטיחותית סופי

## (דוח בדיקה)

### תיק תאונה מס' 19-42

#### תקציר האירוע

ביום שישי, בתאריך 31.5.2019, בשעה 11:30, טייס אווירון זעיר משקל מסוג BRISTEL, המריא עם נוסע, ממנחת ראשל"צ (להלן: "מנחת ראשון") לשדה התעופה חיפה. הטיסה התנהלה ללא אירועים חריגים ובשעה 12:08 המטוס הצטרף ונחת על מסלול 34 בחיפה, תוך שביצע לולאת קרקע של 270 מעלות במהלכה השתפשף קצה כנף ימין במסלול. הטייס דיווח למגדל שאינו זקוק לסיוע, הסיע לחנייה והלך עם הנוסע, להתרענן בטרמינל.

בשעה 12:43, הטייס התניע לקראת טיסה חזרה לראשון לציון ובשעה 12:58 קיבל אישור המראה על מסלול 34. לאחר הניתוק, בגובה שסביב 50 רגל, הטייס חווה גמגום מנוע, דיווח למגדל על כוונתו לנחות, על יתרת המסלול שלפניו, והוכרז חירום בשדה. עם הנגיעה במסלול, התפתח תהליך קנגורו של מספר קפיצות במהלכן כן הנסע הקדמי התכופף ולהבי הפרופלור פגעו במסלול ונשברו. הטייס הסיע ופינה את המטוס מהמסלול ואח"כ נחלץ עם הנוסע מהקוקפיט בשלום, תוך שבמקביל כוחות החילוץ בשדה הגיעו למקום.

פקחי המגדל דיווחו לחוקר הראשי על התאונה והוא שלח למקום חוקר מטעמו לבדוק את נסיבותיה.

אירוע זה, השלישי במספר בתוך שבועיים של נפילת כוח מנוע במטוסים ממנחת ראשון, יחד עם שני אירועים נוספים שאירעו למרת היום היוו זרז לבדיקת החשד, כי נושא הדלק 95 אוקטן תרם להתרחשות מרבית האירועים.



המטוס נושא התאונה

# 1. מידע עובדתי

## 1.1 היסטוריה של הטיסה

### רקע כללי

במהלך השבועיים שקדמו לתאונה, נשואת הדוח, אירעו תקריות לשני מטוסים נוספים, ממנחת ראשון, עקב אבדן כוח מנוע, ברמה כזו או אחרת, כדלקמן:

☒ בתאריך 15.5.2019 (תיק חקירה מספר 19-37), טייס מטוס טקסן בטיסת שיוט בגובה 2,000 רגל אחרי המראה ממחניים וחליפת עמיעד חווה כביית מנוע וביצע נחיתת אונס ליד כורזים, תוך שהמטוס ניזוק ונמחה.

☒ בתאריך 30.5.2019 (לא נפתחה חקירה), טייס מטוס סיירה בריצת המראה במחניים, חווה נפילת לחץ דלק, מתחת לתחום המותר, וביטל המראה.

מטוס הבריסטל, נשוא התאונה, הוא משנת ייצור 2019. התחיל את טיסותיו בארץ בחודש מרץ האחרון וצבר עד התאונה סה"כ 37 שעות טיסה. במטוס הותקן מנוע רוטקס 912 ULS.

טייס התאונה, מחזיק ברישיון טיס לאז"מ משנת 2014, צבר ניסיון טיסה שסביב 600 ש"ט, רובן על מטוס מדגם סיירה בו היה שותף. לאחרונה רכש עם עוד שותפים את מטוס הבריסטל, נשוא התאונה, עליו עבר הדרכת הסבה שהסתיימה באמצע חודש מאי 2019. טיסה התאונה, הייתה טיסתו השנייה של הטייס, במטוס, לאחר סיום ההסבה, לאחר טיסה קודמת שביצע בתאריך 25.5.2019.

ביום שישי, בתאריך 31.5.2019, בשעה 08:30, אחד השותפים, המריא ממנחת ראשון לטיסה, שעברה ללא אירועים חריגים, ובסיומה נחת בשדה תימן. בשעה 09:45, השותף המריא משדה תימן לטיסה חזרה למנחת ראשון, שם נחת סביב השעה 10:30 ללא אירועים חריגים.

אותו היום, בתאריך 31.5.2019, בשעה 11:30, הטייס נשוא התאונה (להלן: "הטייס") המריא, עם נוסע, ממנחת ראשון, לטיסה בנתיבי CVFR לחיפה. לאחר טיסה, ללא אירועים חריגים, הטייס הגיע לנחיתה בחיפה ובשעה 12:08 ביצע פיינל למסלול 34.

באותה העת נשבה במקום רוח יציבה מכיוון 355 במהירות שסביב 10 – 7 קשרים. הנגיעה במסלול נראתה תקינה, אך בהמשך ריצת הנחיתה, המטוס נצפה, כי סטה לימין, ביצע GROUND LOOP שמאלי, סביב 270 מעלות, ונעצר בכיוון כללי - 070.

הערה: לגרסת הטייס, הוא חווה אותה העת משב רוח חזק פתאומי, מצד שמאל, אשר גרם לסבסוב המטוס באופן בלתי נשלט.

פקח המגדל לחץ תחילה על כפתור החירום, אך הטייס דיווח לו שאינו זקוק לסיוע, הסיע לעמדת החנייה ויצא עם הנוסע, להתרענן בטרמינל.

## טיסת התאונה

בשעה 12:43, הטייס התניע לביצוע טיסה חזרה למנחת ראשון. באותה העת, הטמפרטורה בשדה הייתה סביב 32 מעלות צלסיוס. הטייס ביצע בד"ח, כולל בדיקת מגנטו, בסל"ד 4,000, אך לא בדק את המנוע בכוח מלא. עקב עומס זמני בשדה, אישור ההסעה התאחר והתקבל רק לאחר 12 דקות. בשעה 12:55, הטייס עלה על המסלול, הסיע לתחילת מסלול 34, הוריד מדפים לתצורת המראה של 10 מעלות והפעיל את משאבת הדלק החשמלית. בשעה 12:58, הטייס התיישר בתחילת המסלול וקיבל אישור להמריא. הטייס פתח מנוע לכח מלא ובסיום ריצת ההמראה ניתק והחל לטפס. בהגיעו לגובה שסביב 50 רגל בלבד, המנוע החל לגמגם והטייס דיווח למגדל על כוונתו לנחות, משך מצערת, ודחף סטיק לנחיתה קדימה, ביתרת המסלול שלפניו. המטוס נגע במסלול על הגלגל הקדמי, תחילה, התפתח תהליך קנגורו והטייס פתח מנוע, ניתק, הוריד מדפים מלאים, נגע שוב ורץ עד לעצירה סופית. במהלך קפיצות הקנגורו, כן הנסע הקדמי התכופף ולהבי הפרופלור פגעו במסלול ונשברו. הטייס שלא הבין, תחילה, את מהות הנוק, פתח מנוע, פינה את המטוס מהמסלול והוא והנוסע שלא נפגעו יצאו מהקוקפיט בכוחות עצמם, תוך שבינתיים הגיעו למטוס גם כוחות ההצלה, של השדה, שהוזנקו ע"י המגדל. החוקר הראשי שדווח על התאונה, ע"י פקחי המגדל, בשעה 13:08, שלח למקום חוקר מטעמו לבדוק את נסיבותיה.

### 1.2 הטייס

- גיל - 59.
- רישיון טיס עם הגדר אז"מ - בתאריך 2.3.2014.
- אישור טיסה בנתיבי CVFR - בתוקף.
- אישור להסעת נוסע - בתוקף.
- ניסיון טיסה - 600 שעות טיסה (מתוכן סביב 5 שעות על המטוס נשוא התאונה).
- תעודה רפואית - בתוקף עד 1.6.2020.
- מבחן רמה - בתוקף.

### 1.3 כלי הטיס

- סוג - אז"מ מסוג בריסטל.
- יצרן - BRM AERO, צ'כיה.
- שנת ייצור - 2019.
- שעות טיסה - סה"כ 37 ש"ט (טיסה ראשונה בתאריך 7.3.2019).
- תעודת כושר טיסה - בתוקף, עד 6.3.2022.
- סוג הדלק בעת התאונה - "דלק חורף" מסוג 95 אוקטן. תודלק בתחנת הדלק של מנחת ראשון.

**1.4 מז"א (עפ"י השרות המטאורולוגי)**

- ראות – טובה.
- רוח – מכיוון 350, בעוצמה של 7 קשרים.
- טמפרטורה על הקרקע - 32 מעלות צלסיוס.
- לחות יחסית – 36%.

**1.5 ממצאים**

**ממצאי בדיקת המטוס בחיפה לאחר התאונה**

- כמות דלק במכלים – סביב 20 ליטר בכל כנף.
- צנרת דלק – בבדיקת ראיה, תקינה ומנותבת נכון.
- מסנן הדלק – מעט לכלוך (לא חריג).
- תאי המצוף בקרבורטורים - נקיים.
- משאבת דלק חשמלית - עובדת.
- תא מנוע – ללא סימני חימום חריגים.
- להבי פרופלור – שבורים.
- כן נסע קדמי – זרוע התעקמה.



**המטוס בשדה התעופה חיפה לאחר התאונה**

**ממצאי בדיקת המנוע במכון הבדק במנחת ראשון**

- בבדיקת המנוע, כולל בהרצה, לא נמצאה כל תקלה.

**ממצאי הקלטות מכשיר ה- GARMIN בלוח המכשירים בקוקפיט**

**בעת הנחיתה בחיפה לאחר הטיסה ממנחת ראשון**

- נתוני מנוע – תקינים.
- נתוני רוח – בשניות שקדמו לסבסוב, בריצת הנחיתה וגם אחריו, נמדדה רוח יציבה, מכיוון 355 מעלות (פלוס מינוס 5 מעלות) ובעוצמה של 8 – 7 קשרים.

## בהמתנה, בהסעה ובהמראה התאונה מחיפה

### ☒ טמפרטורות נוזל קירור ושמן מנוע

- ✓ במהלך ההמתנה לאחר ההתנעה – תקין.
- ✓ במהלך ההסעה – תקין.
- ✓ במהלך ההמראה – תקין.

### ☒ לחץ דלק

- ✓ בהמתנה, בהסעה ובבדיקת מגנטו – ערך תקין של 4 PSI.
- ✓ בפתיחת מנוע מלא לריצת המראה – לחץ הדלק נפל ל – 1 PSI ונותר בערך זה במהלך הריצה, הניתוק, הטיפוס ועד נפילת הסל"ד.
- ✓ לאחר הורדת סל"ד לביצוע הנחיתה - עלה בהדרגה והתייצב על ערך תקין של 4PSI.

### ☒ סיבובי מנוע

- ✓ בהמתנה, בהסעה ובבדיקת מגנטו – ערכים תקינים.
- ✓ לפני ריצת ההמראה – סיבובי סרק של 1,750 סל"ד.
- הערה:** ממצא זה תואם את גרסת הטייס שלא בוצעה בדיקת מנוע, בסל"ד מלא, לפני ההמראה.
- ✓ ריצת המראה, ניתוק ותחילת נסיקה – כוח מלא של 5,050 סל"ד.
- ✓ המשך נסיקה בגובה 50 רגל – נפילת כוח מנוע ל – 4,500 סל"ד.

## 1.6 דלק מנחת ראשון

### מקורות תדלוק המטוסים במנחת

1. תחנת תדלוק המספקת דלק מכוניות 95 אוקטן, לתשעים מטוסים פרטיים, מקטגוריית אז"מ, הפועלים מהמנחת ומתדלקים, בד"כ, אחרי כל טיסה. נפח מכל הדלק של התחנה הוא 8,000 ליטר אך המפלס המרבי לשימוש בפועל הוא 7,000 ליטר. מכלית מטעם ספק קבוע, בד"כ מבתי הזיקוק באשדוד מגיעה, עפ"י קריאה, מספר פעמים בחודש, ומבצעת מילוי של מספר אלפי ליטרים דלק למכל התחנה.
2. שני מכלי דלק ניידים, בנפח 450 ליטר כ"א, משרתים את שלושת מטוסי הטקסן של בית הספר לטיסה שמצוי במנחת. המכלים נגררים, לתחנת הדלק של חברת TEN, הממוקמת ליד מתחם G שבמערב ראשון לציון, שם ממלאים אותם בדלק מכוניות 95 אוקטן.

### הדלק המסופק ע"י בתי הזיקוק במדינת ישראל

בהתאם לעונות השנה, בתי הזיקוק מספקים לכל תחנות הדלק במדינה שלושה סוגים של דלק 95 אוקטן, כדלקמן: "דלק חורף", "דלק ביניים" ו- "דלק קיץ". ההבדל המהותי בין סוגי הדלק הוא במידת הבוטן המומס בדלק כדי להגדיל את נדיפותו. לחץ האדים של הדלק, גבוה בחורף, להגברת נדיפות הדלק - להקלת ההתנעה בימים קרים, והוא נמוך יותר בקיץ, להקטנת נדיפות הדלק - למניעת התאיידות הדלק במערכת הדלק במנוע.

לחץ האדים של סוגי דלק 95 אוקטן המסופקים בישראל, במהלך השנה, נקבע ע"י התקן הישראלי ת"י 90 חלק 2, עפ"י תקופות קבועות בד"כ, כדלקמן:

התקופה בשנה	סוג הדלק	לחץ האדים (KPa)
1.12 – 31.3	דלק חורף	50 - 80
1.4 – 15.4	דלק ביניים	50 - 80
16.4 – 30.4	דלק ביניים	50 - 60
1.5 – 31.10	דלק קיץ	45 - 60
1.11 – 30.11	דלק ביניים	50 - 80

## 2. ניתוח

במהלך הימים החמים של המחצית השנייה של חודש מאי 2019, אירעו לשני מטוסים, ממנחת ראשון, תאונות/תקריות, עקב אבדן כוח מנוע, ברמה כזו או אחרת. התאונה הנוכחית, השלישית במקבץ של שלושה אירועי בטיחות, בתוך שבועיים, למטוסים ממנחת ראשון, שהתאפיינו באבדן כוח מנוע ברמות שונות, היוותה את הזרז לצוות החקירה לחקור את נושא הדלק המסופק למטוסים מתחנת הדלק במנחת ראשון. בתאריך 1.6.2019, יום לאחר התאונה הנוכחית, דווח על שני אירועים נוספים של נפילת כוח מנוע במטוסים ממנחת ראשון. עם זאת, העובדה שבאחד מהם היה מעורב מטוס טקסן, השייך לבית ספר לטיסה שלא תודלק מתחנת הדלק שבמנחת, הצביעה על האפשרות שמדובר בבעיה כללית של שימוש בדלק 95 אוקטן במטוסים, ללא קשר לתחנת הדלק שספקה אותו. לאור ממצאים אלו ואחרים, פרק זה עוסק בניתוח שני הנושאים:

- ☒ חקירת התאונה הספציפית של מטוס הבריסטל בהמראה מחיפה.
- ☒ בדיקת נושא הדלק המסופק בתחנת הדלק במנחת ראשון.

### 2.1 הממצאים העיקריים מבדיקת שני האירועים הראשונים

☒ בתאריך 15.5.2019, טייס מטוס טקסן בטיסת שיוט בגובה 2,000 רגל אחרי המראה ממחניים וחליפת עמיעד, חווה כביית מנוע וביצע נחיתת אונס ליד כורזים, במהלכה המטוס נמחה.

✓ עפ"י ממצאי הבדיקה, האירוע התרחש בטמפרטורת סביבה קיצונית של 46 מעלות צלסיוס.

✓ בסבירות גבוהה, טמפרטורת הדלק במכל הייתה מעל 30 מעלות צלסיוס עקב חנייה של מספר שעות בשמש, בטמפרטורת סביבה של 40 מעלות צלסיוס, קודם להמראה.

✓ עפ"י הקלטות מכשיר הגרמין במטוס, קדמה לכביית המנוע, נפילה חדה של לחץ הדלק – ממצא אופייני לתופעת VAPOR LOCK.

☒ בתאריך 30.5.2019, טייס מטוס סיירה, בריצת המראה במחניים, חווה נפילת לחץ דלק חדה והפסיק המראה, ללא נזק.

✓ עפ"י ממצאי הבדיקה, האירוע התרחש בטמפרטורת סביבה של 40 מעלות צלסיוס.

✓ בסבירות גבוהה שטמפרטורת הדלק במכל הייתה מעל 30 מעלות צלסיוס עקב חנייה של מספר שעות בשמש, בטמפרטורת סביבה של 40 מעלות צלסיוס, קודם לריצת ההמראה.

✓ עפ"י דיווח הטייס, המנוע לא נבדק, קודם לריצת ההמראה בכוח מלא וכבר בתחילת הריצה לחץ הדלק נפל – נתון אופייני לתופעת VAPOR LOCK.

## 2.2 ממצאי הקלטת ה - GARMIN במטוס התאונה

### ☒ נתוני טמפרטורת השמן וטמפרטורת נוזל הקירור

במהלך כל השלבים, מהתנעת המנוע וההמתנה עם מנוע פועל, ההסעה לתחילת מסלול 34, ריצת ההמראה, הטיפוס לאחר הניתוק, נפילת כוח המנוע ונחיתת החירום, טמפרטורות השמן ונוזל הקירור היו בתחום המותר.

### ☒ נתוני לחץ הדלק

- ✓ במהלך ההמתנה לאחר ההתנעה - ערך תקין של 4 PSI.
- ✓ במהלך בדיקת מגנטו בסל"ד 4,000 - ערך תקין של 4 PSI.
- ✓ במהלך ההסעה - ערך תקין של 4 PSI.
- ✓ עם פתיחת מנוע מלא לריצת המראה - נפילה חדה לערך של 1 PSI, תוך התחלת התראה על לחץ דלק נמוך.
- ✓ במהלך כל ריצת ההמראה - 1 PSI, תוך המשך התראה על לחץ דלק נמוך.
- ✓ במהלך הטיפוס לאחר הניתוק - 1 PSI, תוך המשך התראה על לחץ דלק נמוך.
- ✓ במהלך גמגום המנוע בגובה שסביב 50 רגל - 1 PSI, תוך המשך התראה על לחץ דלק נמוך.
- ✓ לאחר הורדת סל"ד לנחיתת חירום - הלחץ עלה לערך תקין של 4 PSI, תוך הפסקת התראה על לחץ דלק נמוך.
- ✓ על הקרקע, לאחר הנחיתה - ערך תקין של 4 PSI.

### ☒ נתוני סל"ד

- ✓ במהלך ההמתנה וההסעה - ערכים תקינים של 1,750 - 3,000 סל"ד.
- ✓ בבדיקת המגנטו - ערך תקין של 4,000 סל"ד ונפילת סל"ד בתחום המותר.
- ✓ לפני ריצת ההמראה - סיבובי סרק, 1,750 סל"ד
- ✓ הערה: תואם את גרסת הטייס שלא בוצעה בדיקת מנוע בסל"ד מלא לפני ההמראה.
- ✓ ריצת המראה - 5,050 סל"ד.
- ✓ ניתוק ותחילת נסיקה - 5,050 סל"ד.
- ✓ המשך נסיקה בגובה שסביב 50 רגל מעל המסלול.
- ❖ לאחר 14 שניות מתחילת ריצת ההמראה, נפילת כוח ראשונה של סביב 300 סל"ד, ל - 4,750 סל"ד.
- ❖ כעבור 3 שניות נוספות, נפילת כוח נוספת סביב 200 סל"ד ל - 4,550 סל"ד
- ✓ הורדת כוח ע"י הטייס, לנחיתת חירום ל - 2,000 סל"ד.
- ✓ לאחר קנגורו ראשון בנגיעה במסלול, דחיפת מצערת ע"י הטייס לייצוב הנחיתה, לערך שסביב 3,700 סל"ד, למשך מספר שניות ומשיכת מצערת חזרה לסרק.

## סיכום

טמפרטורות השמן ונוזל הקירור במנוע היו תקינות הן לפני ההמראה והן בעת אירוע נפילת כוח המנוע. עם זאת, לחץ הדלק שהיה תקין במהלך ההמתנה הארוכה ובמהלך בדיקת המגנטו בערך של 4,000 סל"ד, נפל עם פתיחת המנוע לכוח מלא, בתחילת ריצת ההמראה, ונותר מתחת למינימום הנדרש, עד למשיכת המצערת לנחיתת החירום – ממצא אופייני להרעבת דלק עקב תופעת VAPOR LOCK.

### 2.3 תרחיש התאונה

#### נפילת כוח מנוע בהמראה

התאונה במהלך ההמראה מחיפה, ארעה כתוצאה משילוב של גורמים טכניים וגורמי תפעול, כדלקמן:

#### ☒ גורמים טכניים

עפ"י הירידה החריגה בלחץ הדלק, שנצפתה בהקלטות מכשיר ה-GARMIN, עם פתיחת כוח מנוע מלא לתחילת ריצת המראה, נראה שנפילת הסל"ד היא תוצאה של תופעת VAPOR LOCK במערכת הדלק שהתפתחה מהסיבות הבאות:

- ✓ המתנה מאולצת של 15 דקות, ממועד אישור ההתנעה עד אישור ההמראה ביום חם יחסית, עם מנוע פועל, שגרמה לחימום יתר של תא המנוע, צנרת הדלק ומשאבת הדלק.
- ✓ התחממות של הדלק במכלי הכנפיים במטוס עם כנפי פח, עקב חשיפה לשמש בטמפרטורת סביבה שסביב 32 מעלות צלסיוס, מה שמנע קירור יעיל של משאבת הדלק המכנית בעת ההמתנה הארוכה על הקרקע.
- ✓ השימוש ב"דלק חורף", בעל נדיפות יותר גבוהה, תרם להאצת תהליך היווצרות ה-VAPOR LOCK, אך בתנאים החריגים שנוצרו, אפשר שהבעיה לא הייתה נמנעת גם אם היה נעשה שימוש ב"דלק קיץ".

#### ☒ גורמי תפעול

- ✓ בעת המתנה ארוכה על הקרקע, עם מנוע פועל, הטייס עקב אחר טמפרטורת השמן ונוזל הקירור במנוע - כל זמן שפרמטרים אלה תקינים, לא אמורה להיות לכאורה בעיה.
- ✓ בפועל, למרות שטמפרטורות השמן והמים היו תקינות, בהעדר זרימת אוויר משמעותית, תא המנוע, צנרת הדלק ומשאבת הדלק עלולים להגיע לטמפרטורה גבוהה שתגרום לתופעת VAPOR LOCK שתופיע בד"כ בכוח מנוע מלא, מה שסביר ביותר, כי ארע במקרה הנוכחי.

- ✓ הטייס לא בדק את המנוע בכוח מלא, כנדרש לפני ההמראה. אילו היה עושה זאת, נפילת הסל"ד הייתה מופיעה כבר בעת הבדיקה וההמראה הכושלת הייתה נמנעת.
- ✓ הטייס לא עקב אחר התראות לחץ דלק נמוך, כפי שהוקלטו ב - GARMIN, כבר עם פתיחת מנוע מלא בתחילת ריצת ההמראה. אילו היה עושה זאת, הוא היה אמור להפסיק את ריצת ההמראה והתאונה הייתה נמנעת.
- ✓ עם נפילת הסל"ד, בגובה נמוך שסביב 50 רגל, הטייס דיווח קודם למגדל, במקום להתרכז ולהתמקד מידיית בביצוע נחיתה החירום. סביר שגם לכך, הייתה תרומה לביצוע הנחיתה הכושלת.

#### ☒ **לולאת קרקע במהלך ריצת הנחיתה**

הטייס הסביר את הגורם לסבסוב בריצת הנחיתה במשב רוח עוצמתי פתאומי, אך קשה לקבל הסבר זה בהתייחס לנתוני כיוון הרוח ועוצמתה בעת האירוע (גם מנתוני השמ"ט והמגדל וגם מהקלטות מכשיר ה - GARMIN במטוס עצמו 10 – 7 קשרים, מכיוון 320 מעלות (בעלת רכיב צד קטן בלבד בנחיתה על מסלול 34)). בהיעדר דיווח על תקלת היגוי/בלמים בטיסות הקודמות באותו היום, במהלך תפעול המטוס ע"י הטייס, הן במנחת ראשל"צ והן בשדה חיפה, לפני ואחרי הסבסוב, וגם בבדיקת המטוס לאחר התאונה, התרחיש המסביר לתקרית זאת, הוא, בסבירות גבוהה, תפעול יתר של הדוושה השמאלית, לתיקון סחיפה ימינה במהלך ריצת הנחיתה.

## 2.4 סוגיות השימוש בדלק 95 אוקטן

השימוש בדלק מכוניות 95 אוקטן, יוצר סיכון מובנה לבעיה של "הרעבת דלק" כתוצאה מתופעת VAPOR LOCK, בדגש על תפעול המטוס בימים החמים של עונת המעבר כאשר השימוש הוא עדיין ב"דלק חורף" בעל נדיפות גבוהה יותר. על רקע זה נבדקו גם חמישה אירועים, של נפילת כוח מנוע, בתוך תקופה קצרה של כשבועיים, מאמצע חודש מאי 2019.

### חמישה מקרים שחשודים כקשורים בדלק:

- תאונה של מטוס טקסן מתאריך 15.5.2019 – כביית מנוע לאחר המראה ממחניים.
- תקרית של מטוס סיירה מתאריך 30.5.2019 – נפילת לחץ דלק בריצת המראה במחניים וביטול המראה.
- האירוע, נשוא הדוח, של מטוס בריסטל מתאריך 31.5.2019 – נפילת לחץ דלק עם פתיחת מנוע מלא לריצת המראה, נפילת סל"ד לאחר הניתוק ונחיתת חירום שהסתיימה בתאונה.
- תקרית של מטוס טקסן מתאריך 1.6.2019 – נפילת סל"ד בתחילת טיפוס בכוח מנוע מלא בנתיב קו החוף לחיפה.
- תקרית נוספת של מטוס טקסן, השייך לבית ספר לטיסה, מתאריך 1.6.2019 – נפילת סל"ד בטיפוס לגובה 8,000 רגל ביום חם ונחיתת זהירות במנחת תנובות.

### הסיכונים בשימוש דלק מכוניות 95 אוקטן במטוסים

בהקשר זה, ראוי להתייחס לפרסום שהפיצה האגודה הבריטית לתעופה קלה LAA לטייסיה, על הסיכונים והמגבלות בשימוש דלק מכוניות 95 אוקטן במטוסים, כדלקמן: לדלק MOGAS (דלק מכוניות), נטול עופרת, יש לחץ אדים גבוה הרבה יותר מאשר לדלק מטוסים 100LL ונקודת הרתיחה ההתחלתית של דלק זה היא רק מעט, יחסית, מעל טמפרטורת הסביבה. לכן, עליית טמפרטורה קטנה בלבד או ירידת לחץ תגרום לסוג דלק זה להתחלת אידוי.

תכונה זו של דלק MOGAS גורמת לסיכוי יותר גבוה להיווצרות בעיית VAPOR LOCK מאשר בדלק מטוסים 100LL, במיוחד בטמפרטורה חמה או בגובה גבוה.

מכאן נובעות מגבלות השימוש בדלק MOGAS במטוסים, כדלקמן:

- טמפרטורה מרבית של 20 מעלות צלסיוס של הדלק במכל.
- גובה טיסה מרבי של 6,000 רגל.
- דרישה לוודא שכוח מנוע מלא זמין לפני ביצוע המראה.

A placard must be fitted on the instrument panel, or other location in clear view of the pilot in flight, stating:

#### USE OF UNLEADED MOGAS

(see CAP 747, Appendix 8, General Concessions 4 and 5)  
-only legal in aircraft specifically approved for the purpose  
-fuel to be fresh, clean, water and alcohol free  
-verify take-off power prior to committing to take-off  
-tank temperature not above 20° C  
-fly below 6000 ft  
CARB ICING AND VAPOUR-LOCK MORE LIKELY

Placards as above are available from LAA Engineering, free of charge to LAA members.

### בדיקת טמפרטורת הדלק במכלי הכנפיים של מטוסים עם כנף תחתית

בהתייחס למגבלות השימוש בדלק מכוניות במטוסים, עפ"י אגודת התעופה הבריטית LAA, צוות החקירה דגם את הטמפרטורה של הדלק במכלי ארבעה סוגי מטוסים, עם כנף תחתית, ביום חם, כדלקמן:

#### נתונים

- ארבעת המטוסים חנו בהאנגר במנחת ראשון.
- המדידה בוצעה בחודש מאי, ביום חם מאד, כאשר טמפרטורת הסביבה בהאנגר הייתה סביב 39 מעלות צלסיוס וטמפרטורת הסביבה בחוץ הייתה סביב 42 מעלות צלסיוס.

#### תוצאות בדיקת טמפרטורת הדלק במכלי הכנפיים

- מטוס טקסן (כנף מחומרים מרוכבים) - 27 מעלות צלסיוס.  
הערה: בבדיקת טמפרטורת הדלק במכל של מטוס טקסן נוסף שחנה מחוץ להאנגר, חשוף לשמש, נמדדה טמפרטורה של 36 מעלות צלסיוס!
- מטוס סטינג (כנף מחומרים מרוכבים) - 27 מעלות צלסיוס.
- מטוס בריסטל (כנף מפח) – 31 מעלות צלסיוס.
- מטוס סיירה (כנף מפח) – 33 מעלות צלסיוס.

#### מסקנות הבדיקה

- בימים חמים, טמפרטורת הדלק במכלי הכנפיים היא מעל המגבלה, של 20 מעלות צלסיוס, שצוינה ע"י האגודה הבריטית.
- במטוס החשוף לשמש, טמפרטורת הדלק במכלי הכנפיים, גבוהה משמעותית מאשר במטוס החונה בהאנגר והיא תעלה ככל שהמטוס יהיה חשוף יותר זמן לשמש.
- במטוסים עם כנפיים מפח, טמפרטורת הדלק במכל גבוהה יותר מאשר במטוסים עם כנפיים העשויות מחומרים מרוכבים.

## השלכות תוצאות הבדיקה על הסיכונים בשימוש דלק מכוניות בימים חמים

☒ טמפרטורת הדלק במכלי המטוסים, בימים חמים, גבוהות בהרבה ממגבלת הטמפרטורה (20 מעלות צלסיוס) שצוינה ע"י האגודה הבריטית לתעופה קלה בהקשר למניעת סיכוני היווצרות VAPOR LOCK בתפעול מטוסים המשתמשים בדלק מכוניות.

☒ בנתונים אלה, קיים סיכון מובנה להיווצרות VAPOR LOCK, בשימוש דלק מכוניות 95 אוקטן, בטיסה בימים חמים, גם אם משתמשים ב"דלק קיץ", בדגש על מטוסים שחנו משך זמן משמעותי בשמש לפני הטיסה.

## הבדיקות שבוצעו במסגרת החקירה לדלק בתחנת התדלוק במנחת ראשון בדיקת לחץ האדים של הדלק

בתאריך 2.6.2019, נלקחה דגימת דלק מתחנת הדלק במנחת לבדיקת תכונות הדלק. הדגימה הועברה למעבדת גף דלק וכימיה של חיל האוויר לבדיקה ראשונית של לחץ האדים והתקבלה תוצאה של 70 Kpa (קילו פסקל), המתאימה לנתוני "דלק חורף". בעקבות ממצא מפתיע זה, שסתר את הנתונים הנדרשים של לחץ האדים של הדלק האמור, עפ"י התקן, להיות מסופק בישראל בתקופה זו של השנה, צוות החקירה פתח בחקירה יסודית של נושא זה.

## בדיקת הרכב הדלק

הבדיקה, המכונה "בדיקת PONA", בוצעה במעבדת הדלק של קבוצת בז"ן בחיפה ובה נבדקה דגימת דלק מתחנת התדלוק במנחת ראשון. להלן תוצאות הבדיקה:

תכולת חומרים	דגימת דלק שנלקחה מתחנת הדלק במנחת ראשון בתאריך 2.6.2019
ארומטיים	32.9
אולפינים	10
בנזן	0.8
MTBE	4

תוצאות בדיקות הדלק, הצביעו על כך שהרכב דגימת הדלק שנלקחה מתחנת הדלק במנחת ראשון הוא תקני ומתאים לדרישות התקן של דלק 95 אוקטן.

### בדיקת נתוני מילוי הדלק במכל תחנת הדלק במנחת ראשון

מכל הדלק בתחנת התדלוק במנחת ראשון הוא בנפח כולל של 8,000 ליטר, אך מילוי המכל מתבצע עד לנפח מרבי של 7,000 ליטר דלק בלבד. להלן נתוני מילוי המכל, החל מחודש מרץ 2019:

#	תאריך המילוי	כמות המילוי (ליטרים)	סוג הדלק
1	10.3.2019	7,000	חורף
2	3.4.2019	6,000	חורף
3	16.4.2019	6,000	ביניים
4	30.4.2019	2,000	ביניים
5	6.5.2019	6,000	חורף
6	23.5.2019	6,000	חורף
7	6.6.2019	5,000	קיץ

עפ"י נתונים אלה בהתייחס למועד המעבר בישראל לדלק קיץ 1.5.2019 החל מהמילוי בתאריך 6.5.2019, היה אמור לכאורה להיות במכל "דלק קיץ" עם לחץ אדים מרבי של 60 Kpa (חושב עפ"י יתרת "דלק ביניים" של 1,000 ליטר, בעל לחץ אדים מרבי של 60 Kpa + תוספת של 6,000 ליטר "דלק קיץ" בעל לחץ אדים מרבי של 60 Kpa). לפיכך, קבלת לחץ אדים של 70 Kpa, המתאים ל - "דלק חורף", מדגימת דלק שנלקחה מתחנת הדלק במנחת בתאריך 2.6.2019, הדליקה לצוות החקירה נורה אדומה שגרמה לו לבדוק את מקור אספקת הדלק, קרי בתי הזיקוק.

### הבדיקות מול מנהל האנרגיה ובתי הזיקוק

בבדיקה שהחוקר הראשי ערך במנהל האנרגיה, התברר, כי בעקבות מלאי גדול של "דלק חורף", שהצטבר במתקני האחסנה והמלאי הארצי, שר הכלכלה פרסם, לבקשת בז"ן, צו שעה המאשר את המשך הספקת "דלק חורף", עד לתאריך 31.5.2019, במקום עד התאריך הקבוע בתקן הישראלי של 31.3.2019 (ושבועיים נוספים לספק "דלק ביניים" עם לחץ אדים כמו של דלק חורף).

במהלך הבירור הסתבר, כי מצד אחד, המעורבים בקבלת החלטה זו לא היו מודעים לעובדה שדלק 95 אוקטן נמצא גם בשימוש של מטוסים קלים בישראל ומצד שני, הטייסים ומפעילי המנחתים אינם מודעים לאפשרות של דחיית מועד האספקה הארצי של דלק קיץ ומשכך גם לא בודקים ומוודאים זאת.

כמובן שגם לגורמי רת"א, שהפיקוח על אספקת דלק למטוסים בישראל, אינו בתחום אחריותה, לא קיבלו כל מידע בנושא, קודם שהחלטה הבעייתית על המשך אספקת "דלק חורף", עד סוף חודש מאי, התקבלה ויושמה.

## **פרסום התראת בטיחות דחופה של החוקר הראשי**

בעקבות הממצאים על המשך אספקת "דלק חורף", עד תאריך 31.5.2019, החוקר הראשי פרסם בתאריך 13.6.2019 התראת בטיחות דחופה, אותה עדכן בתאריך 17.6.2019. להלן ציטוט חלקי ממנה:

"תוצאת בדיקת הדלק שנדגם בתאריך 2.6.2019 מלמדת, כי בתדלוקי חודש מאי, סופק למנחת ראשון דלק חורף וכי, כל הטייסים שתדלקו את מטוסייהם באותה תחנה, באותה התקופה, הזינו למעשה, את מכליהם בדלק חורף, נוסף לזה שכבר היה במכליהם קודם לכן.

מאחר שהצו המוזכר הוא כלל ארצי, חובה להבין, כי מי שתדלק את מטוסו השנה בדלק 95 אוקטן, מכל מקור אחר, לפני 31.5.2019, אפשר שמילא דלק חורף. במצב שנוצר, הסיכון לכביית מנוע עקב "נעילת אדים", בימים חמים, עולה משמעותית. למען הסר ספק יצוין, כי הרכבי שתי דגימות דלק שדגם החוקר הראשי נבדקו במעבדות בתי הזיקוק בחיפה ונמצא, כי שתיהן תקינות ומתאימות לדלק 95 אוקטן".

התראת הבטיחות כללה המלצות למפעיל מנחת ראשון כדלקמן:

1. "לקבוע את סוג הדלק שיסופק בתחנת הדלק של המנחת ואם יוחלט להמשיך בדלק 95 אוקטן אזי במעבר מחורף לקיץ להזמין דלק מתחת ל - 60 KPa.
2. ככל שייקבע להמשיך ולספק דלק 95 אוקטן, לבדוק את לחץ האדים בדלק, בדגש לתקופות הביניים, לאחר כל מילוי, ולפרסם אותו באתר האיגוד, בתחנת התדלוק ובעמדת יומן הטיסות של המנחת".

התראת הבטיחות כללה גם המלצות לטייסים המתדלקים דלק 95 אוקטן כדלקמן:

"לקיים יומן תדלוק למטוס, עפ"י נתוני תאריכי התדלוק, הכמויות ולחץ האדים המחושב, לאחר כל תדלוק, ולוודא התאמתו לתקופה, בעיקר במעבר מדלק חורף לדלק קיץ - עפ"י הנתונים לשקול יציאה לטיסה, בדגש לימים חמים".

### **היקף הטיסות שבוצעו במנחת ראשון עם "דלק חורף"**

על מנת לקבל פרופורציה על היקף הבעיה, צוות החקירה בדק את רישומי הטיסות שבוצעו ביומן הטיסות הממוחשב של מנחת ראשון, במהלך עונת המעבר, מתחילת חודש אפריל 2019 עד תאריך 6.6.2019 בו סופק לתחנת הדלק במנחת, המשלוח הראשון של "דלק קיץ", ומצא כי בתקופה זו בוצעו במנחת ראשון סביב 1,000 טיסות של מטוסים פרטיים החונים במנחת ומתדלקים בתחנת הדלק של המנחת.

מלבד זאת, בוצעו במנחת, בתקופה זאת, סביב 500 טיסות של שלושת מטוסי בית הספר לטיסה, שתודלקו, ממכל דלק נייד של בית הספר, עם "דלק חורף" שמקורו בתחנת דלק של חברת TEN, במערב ראשון לציון. מאחר שבתקופה זאת, תחנת הדלק במנחת, כמו כל תחנות הדלק במדינת ישראל, קיבלה מבתי הזיקוק "דלק חורף" בלבד, הרי שכל המטוסים במנחת ראשון, כמו גם מטוסי בית הספר לטיסה וכל המטוסים במנחתים האחרים, המשתמשים בדלק 95 אוקטן, תודלקו ב"דלק חורף".

משמע, 1,000 טיסות שנרשמו ביומן המנחת + סדר גודל של 1,000 טיסות נוספות מבית ספר לטיסה ומהמנחתים האחרים במדינה, בפרק זמן זה, בוצעו עם "דלק חורף".

### **בדיקת דגימת דלק מתחנת ראשון לאחר המילוי הראשון ב - "דלק קיץ"**

הבדיקה בוצעה, לבקשת המרכז הארצי לתעופה ספורטיבית בראשון לציון, במעבדת המכון הישראלי לאנרגיה ולסביבה, לדגימת דלק, מתחנת הדלק במנחת, שנלקחה בתאריך 10.6.2019, מספר ימים לאחר מילוי מכל התחנה בכמות הראשונה של "דלק קיץ".

כל הבדיקות שכללו, מראה, נוכחות מים, צפיפות, טווח זיקוק, מספר אוקטן, שרף, תכולת גופרית, קורוזיביות, תכולת בנזן ותכולת MTBE, נמצאו תקינות ועומדות בדרישות התקן.

לחץ האדים נמצא 62.5 Kpa, המתאים לטווח התחתון של דלק חורף, בהתאם ליחס כמות דלק החורף שנותרה במכל מהמילוי האחרון של "דלק חורף", מתאריך 23.5.2019 לכמות "דלק הקיץ" שמולאה בתאריך 6.6.2019.

### **פגישה עם ראש מנהל הדלק במשרד האנרגיה**

בהמשך לפרסום התראת הבטיחות, החוקר הראשי יזם פגישה במנחת ראשון בהשתתפות מפעיל המנחת וראש מנהל הדלק במשרד האנרגיה, לדיון בנושא הדלק המסופק במנחת, בדגש על מתן פתרונות לתקופת עונת המעבר שבין החורף לבין הקיץ. בדיון, הועלתה האפשרות לשקול מעבר לדלק מטוסים 100LL בחודשים מרץ, אפריל ומאי (בכפוף לקבלת אישור ROTAX על אפשרות ערבוב עם דלק 95 אוקטן). ראש מנהל הדלק עדכן בנושא זה, כדלקמן:

☒ דלק מטוסים מסוג 100LL, אינו מיוצר בישראל.

☒ היבואן והספק הבלעדי של דלק זה בישראל הוא "פז שרותי תעופה".

☒ מחיר הדלק 100LL מפוקח ע"י המדינה ונקבע מחיר מרבי לצרכן.

כתוצאה מכך הובן, כי הפתרון בכיוון זה מורכב, יקר יותר וקשה ליישום.

סוגיית המעבר מדלק חורף לדלק קיץ צומצמה לתקופה של שלושה חודשים כל שנה, קרי החודשים מרץ, אפריל ומאי. אם תהייה הקדמה של הספקת דלק קיץ או דלק מסוג 100LL, כבר בחודשים אלו, מרבית המטוסים הפעילים יעברו מעשית לדלק קיץ עוד קודם חודש מאי. הפתרון הנ"ל קיבל משנה תוקף נוכח עדכון ראש מנהל הדלק, כי גם בשנה הבאה צפוי שיפורסם צו דומה.

מאחר שמפעיל המנחת דיווח שחברת פז שרותי תעופה מוכנה לספק דלק 100LL רק לחברות תעופה וממאנת לספקו למנחת ראשון, נערכה שיחת טלפון של החוקר הראשי עם מנכ"ל החברה אשר השתכנע לספק 100LL למנחת, באופן קבוע, כבר בחודשים מרץ, אפריל ומאי. **הערה:** בשולי הדברים ייאמר, כי חיל האוויר חווה כביית מנועים של רוטקס עקב שימוש בדלק חורף בימים חמים והוא הגיע להסדר ייחודי לפיו מסופק לו כל השנה דלק 98 אוקטן קיץ.

### 3. מסקנות

#### התקרית בריצת הנחיתה בהגעה לחיפה

3.1 תקרית לולאת הקרקע השמאלית, בנחיתה בחיפה, מסווגת אישית צוות אוויר, החלה בסטייה ימינה בריצת הנחיתה והסתיימה, ככל הנראה, עקב תפעול יתר של הדוושה השמאלית, בניסיון לחזור לציר המסלול, בלולאת הקרקע.

#### התאונה בהמראה מחיפה

3.2 התאונה מסווגת אישית צוות אוויר, החלה בריצת המראה, ללא בדיקה מקדימה של המנוע בכוח מלא, המשיכה בחוסר תשומת לב להתראות לחץ דלק נמוך, במהלך כל שלבי ההמראה, המשיכה בנפילת כוח מנוע בגובה שסביב 50 רגל. הטייס החליט לנחות בהמשך המסלול שלפניו, דיווח למגדל, במקום להתרכז בביצוע הנחיתה, שהסתיימה בקנורו, עם נזק למטוס.

3.3 בסבירות גבוהה, הגורם העיקרי לאובדן כח מנוע הוא היווצרות VAPOR LOCK, עקב דלק חם במכל ותא מנוע חם, עם תרומה של שימוש ב"דלק חורף" שגרמה להאצת תהליך ההתאיידות.

3.4 התאונה הייתה יכולה להימנע אם הטייס היה בודק את המנוע בכוח מלא, קודם לתחילת ריצת ההמראה ו/או מפסיק את ריצת ההמראה בעת שהיו התראות המערכת על לחץ דלק נמוך.

#### אספקת הדלק ע"י בתי הזיקוק במדינת ישראל

3.5 במדינת ישראל מסופקים ע"י בתי הזיקוק, עפ"י התקנות, שלושה סוגי דלק 95 אוקטן כדלקמן: דצמבר עד מרץ - "דלק חורף", אפריל - "דלק ביניים", מאי עד אוקטובר - "דלק קיץ", נובמבר - "דלק ביניים".

3.6 בפועל, בשנת 2019, עפ"י צו שעה של שר הכלכלה, סופק ע"י בתי הזיקוק, לכל תחנות הדלק במדינה, "דלק חורף", עד תאריך 31.5.2019 ו"דלק קיץ" החל מתאריך 1.6.2019.

3.7 "דלק חורף", הוא בעל לחץ אדים גבוה הגורם לנדיפות גבוהה יותר להקלת ההתנעה בחודשי החורף הקרים, אך השימוש בו במטוסים בימים החמים של עונת המעבר מגביר את הסיכון לאבדן כוח מנוע כתוצאה מהתרחשות תופעת VAPOR LOCK.

3.8 "דלק קיץ", הוא בעל לחץ אדים נמוך הגורם לנדיפות נמוכה להקטנת הסיכון לפעולת מנוע לא סדירה עקב תופעת VAPOR LOCK, בימים החמים של תקופת המעבר ושל הקיץ

### **הדלק בתחנת הדלק של מנחת ראשון**

**3.9** בדגימת דלק שנלקחה מהתחנה, בתאריך 2.6.2019 התקבל לחץ אדים של 70 Kpa, המתאים לנתוני "דלק חורף". האספקה הראשונה של "דלק קיץ" לתחנת הדלק במנחת הייתה בתאריך 6.6.2019.

**3.10** בדגימת דלק מהתחנה, מתאריך 10.6.2019 התקבל לחץ אדים של 62.5 Kpa (המתאים ליחס בין יתרת כמות דלק החורף שנותרה במכל וכמות דלק הקיץ שמולאה) - הטווח התחתון של נתוני "דלק חורף".

**3.11** הרכב הדלק מתחנת הדלק במנחת נמצא, תקין ועונה על כל דרישות התקן.

### **הדלק במטוס, נשוא התקרית**

**3.12** הדלק בבית המסנן, בכוסיות הקרבורטורים ובמכלי הכנפיים נמצא נקי ובצבע בהיר התואם לדלק 95 אוקטן.

**3.13** המטוס תודלק, בקביעות, בתחנת הדלק של מנחת ראשון, החל מכניסתו לתפעול, בתחילת חודש מרץ 2019 ועד למועד התאונה, בתאריך 31.5.2019. בהתאם לכך ובהתייחס לתוצאות בדיקת דוגמת דלק שנלקחה מתחנת הדלק, בתאריך 2.6.2019, סוג הדלק במכלי המטוס, בעת התאונה, היה "דלק חורף", בלחץ אדים שסביב 70 Kpa.

### **הסיכונים בטיסה עם דלק מכוניות בימים חמים**

**3.14** טמפרטורת הדלק במכלי המטוסים, בימים חמים, גבוהה בהרבה ממגבלת הטמפרטורה (20 מעלות צלסיוס) שצוינה ע"י האגודה הבריטית לתעופה קלה, לתפעול מטוסים המשתמשים בדלק מכוניות - סיכון מובנה ליצירת VAPOR LOCK בעת השימוש בדלק מכוניות 95 אוקטן.

### **האירועים הנוספים של נפילת כוח המנוע**

**3.15** האירוע הנוכחי, כמו גם שלושה אירועים נוספים שהתרחשו, מאמצע חודש מאי עד תחילת יוני וחשודים כקשורים לתופעת VAPOR LOCK אירעו בתנאי סביבה ו/או תפעול קיצוניים של טמפרטורה ו/או גובה.

**3.16** שימוש ב"דלק חורף" אינו תנאי מספיק להיווצרות VAPOR LOCK ודרושים תנאי סביבה ו/או תפעול חריגים נוספים כדי לאפשר תופעה זו. בהינתן שתנאים נוספים אלו קיימים, השימוש ב"דלק חורף" יכול להאיץ את היווצרות התופעה.

**3.17** כעובדה, למרות שבמהלך החודשים אפריל – מאי, בוצעו מהמנחתים השונים סה"כ סביב 2,000 טיסות, כולן עם "דלק חורף", דווחו רק ארבעה אירועים חשודים, כולם בתנאי סביבה / תפעול חריגים.

#### 4. המלצות

בתאריך 13.6.2019, החוקר הראשי פרסם התראת בטיחות שעודכנה בתאריך 17.6.2019 מתוך מטרה לייצר יותר מודעות מצד הטייסים לנושא ולהדגיש את אחריותם האישית, כמו:

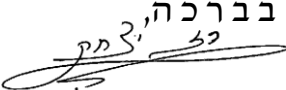
- לוודא, את סוג הדלק המתודלק במטוס, בדגש על עונת המעבר מדלק חורף לדלק קיץ.
- לקיים יומן תדלוק למטוס, עפ"י נתוני תאריכי התדלוק, הכמויות ולחץ האדים המחושב, לאחר כל תדלוק, ולוודא התאמתו לתקופה, בעיקר במעבר מדלק חורף לדלק קיץ - עפ"י הנתונים לשקול יציאה לטיסה, בדגש לימים חמים".
- להיות מודעים לסיכון המובנה, בשימוש בדלק מכוניות 95 אוקטן (גם אם הוא מסוג "דלק קיץ"), להיווצרות תופעת VAPOR LOCK, בדגש על הימים החמים של הקיץ ועונות המעבר ולנהוג בהתאם.
- להקפיד על בדיקת זמינות של כוח מנוע מלא לפני המראה, תוך כדי פתיחה הדרגתית ומעקב על לחץ דלק תקין, בזמן הבדיקה ואח"כ במהלך ריצת ההמראה.

**4.1** ליישם את הפתרון של הספקת דלק 100LL ו/או הקדמת מילוי מכל הדלק של תחנת ראשון בדלק "קיץ", כבר בחודשים מרץ-מאי, כל שנה, ולהסדיר זאת למול חברת פז שירותי תעופה.

**באחריות:** מפעיל מנחת ראשון **תאריך מומלץ לביצוע:** שוטף

**4.2** להוסיף בתוכניות ההדרכה, של טייסי אז"מ, פרק בנושא תפעול מטוס, המתודלק בדלק מכוניות 95 אוקטן, להקטנת סיכוני היווצרות VAPOR LOCK.

**באחריות:** בתי ספר לטיס ומדריכים **תאריך מומלץ לביצוע:** שוטף

בברכה,  
  
עו"ד רז יצחק (רזצ'יק)  
החוקר הראשי

תאריך: 19.8.2019 סימוכין: 4000-0098-2019-0014621

#### החזרת חפצים שנתפסו במהלך חקירה בטיחותית

בהתאם לסעיף 114(ב)(5) – (7) לחוק הטיס, 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 הטיס 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 שיפוטו נתפס החפץ.**