

דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה קטלנית מס' 11-13

- אובדן כוח מנוע בגישה לנחיתה והתרסקות -

3.3.11	תאריך
צסנה 182	סוג כלי הטיס
4X-CHX	סימן רישום
דר' לש"ת ראש פינה	מקום האירוע

לצורכי בטיחות בלבד

דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה קטלנית מס' 11-13

תקציר האירוע

ביום חמישי בבוקר, ה- 3 במרס 2011, זמן קצר לאחר ההצטרפות לנחיתה בשדה התעופה ראש פינה, במטרה לתרגל נגיעות ו"הליכות סביב", תוך כדי ביצוע גישה לנחיתה ישירה, הכריז הטייס חרום, דיווח על אובדן מנוע ועל כוונתו לנחות בשדה דשא, דרומית לטובא זנגרייה. שניות מעטות לאחר מכן, אבד הקשר עם המטוס ונראה עשן שמיתמר מדרום למגדל הפיקוח. הפקחים הפעילו את כוחות הכיבוי וההצלה. בהגעה לאתר התאונה התברר, כי המטוס התרסק כליל בגבעה סלעית, התלקח ושני יושביו נהרגו בפגיעה. הנספים פונו מאתר ההתרסקות ביום התאונה ואילו שברי המטוס פונו למחרת היום במבצע משולב, בעזרת מתלה מטען, ע"י מסוק.



המטוס נשוא התאונה

1. מידע עובדתי

1.1 היסטוריה של הטיסה

הטייס מפקד, אחד מארבעת בעליו של המטוס הפרטי, הגיש תוכנית טיסה מהרצליה, לתרגול הקפות במחניים (ראש פינה) וחזרה. מאחר שהטייס נדרש לטיסה נוספת, קודם שישלים את מכסת 25 השעות הנדרשות לטיסה כבודד, הוא ביקש את טייס ב', בעלים נוסף, ותיק על המטוס, להצטרף אליו לטיסה.

הטייס המריא מהרצליה לקראת השעה 10:00 והונחה לטפס לגובה 2,500 רגל לצומת השרון ומשם באותו הגובה דרך עירון, מגידו, כפר תבור, עד לנקודת הדיווח כרי דשא, הנמצאת דרומית מערבית לכפר נחום. בהגיעו לנקודה זו נאמר לו ע"י בקר "פלוטו" לעבור לקשר עם ש"ת מחניים - הטייס הקים קשר עם השדה, הודיע על כוונתו לתרגל בשדה ונאמר לו שהוא מספר 1 לגישה ישירה, לנחיתה ו"הליכה סביב" על מסלול 33.

לאחר כשלוש דקות מעת ההתקשרות לשדה, הכריז טייס ב' חרום, הודיע על אובדן כוח המנוע ועל כוונתם לנחות בשטח. לשאלת הפקח, השיב, שבמטוס שני אנשים וכי ינחתו בשטח, דרומית ליישוב טובה זנגרייה. מייד אח"כ עדכן, כי ינחתו בשדה דשא ומרגע זה אבד הקשר עימם. לאחר שהתברר לפקח כי הטייסים אינם עונים לו הוא הבחין בעשן המיתמר כשני מייל מדרום לו והזעיק את כוחות הכיבוי וההצלה. מסוק מד"א ומסוק חה"א שהגיעו לשטח גילו, כי המטוס מרוסק ובווער ושני שוכניו ניספו. הדיווח על האירוע הגיע לחוקר הראשי מיידית, מהמגדל, עם אובדן הקשר עם המטוס.



פינוי שברי המטוס במתלה מטען

1.2 החקירה

החוקר הראשי שלח מיידית שני חוקרים מהצפון לאתר התאונה ושני חוקרים נוספים יצאו מהמרכז. במקביל, נשלח חוקר שהמריא משדה דב לצלם את אזור התאונה מהאוויר וחוקר נוסף נשלח למכון הבדק, לאסוף את כל הספרות הטכנית של המטוס. שיתוף הפעולה שהיה עם כוחות המשטרה ומד"א ראוי לציון, כמו גם היענות גורמי קב"ט משרד התחבורה להעמיד שמירה בלילה, עד לפינוי שברי המטוס למחרת היום. במבצע משולב של מסוק עם מתלה מטען, מכונאים וחוקרים, פונו השברים בבוקר המחרת לשביל סמוך, שם הועמסו על משאית ייעודית שפרקה את המנוע לבדיקות בהרצליה ואת שברי המטוס במשטח המטוסים בשמ"ט.

הערה: אם היה רכב החפ"ק של משרד התחבורה נגיש לשימוש מיידית, היה הדבר עוזר בהגעה לאתר התאונה ובעיקר לשהות הממושכת שם.

בחקירה מאומצת ומשולבת, על בסיס הממצאים בשטח, רשימת נ"צ שניתנה ע"י חה"א בהסתמך על הקלטת המכ"ם שבידם, הקלטת התקשורת עם מגדל ר"פ והמחשה גרפית, על פני תמונת גוגל של האזור, התאפשר לחוקרים להעריך נכון יותר את שלבי הטיסה האחרונים.

נתוני הפתיחה של החקירה המובאת להלן היקשו על ביצועה, מכמה טעמים, שמשמעותם התחוויה כבר בתחילת החקירה, ובכללם:

א. העדר נתון פוזיטיבי ולו אחד, באשר לכשל שארע, על מנת לתמוך בהחלטה, אם לקרקע או שלא לקרקע, את מערך המטוסים הרלוונטי.

ב. מיעוט הראיות הפיזיות (שעונים, מפסקים, ידיות, מפעילים) עקב התכתם בבעירה.

ג. העדר "היסטוריה" טכנית של המנוע, שיכולה להעיד על ליקוי ממשי שחזר.

ד. דיווח "נינוח" וכללי מצד הטייסים, אודות כשל מנוע, בפרק זמן קצר שקדם לתאונה.

ה. פרסומו של דוח חקירה אחר (10-143, 140), שבוע לפני התאונה, בו התריע משרד החוקר הראשי על העלייה המסתמנת בתקלות מנוע, שאילצו טייסים לבצע נחיתות חרום.

ו. התאונה ארעה במהלך טיסה מנהלתית ושגרתית, ביום בו שרר לכאורה מזג אוויר יפה ונוח, לקראת נחיתה בשדה תעופה תקני, ומבלי שישנן ראיות לכך כי בוצע תרגול חרום או "תרגיל אירובאטי" על ידי הטייסים. כך ארע שטיסה שבוצעה ע"י שניים מבעלי המטוס: "הטייס", לצורך השלמת 25 שעות על המטוס, יחד עם טייס נוסף ("הנוסע") שחנך אותו, הסתיימה בשלב הסופי של הגישה הישירה לנחיתה, על מסלול 33 בשדה התעופה ראש פינה ("מחניים").

בסיכומו של תהליך החקירה, הגיעו החוקרים לתרחיש אחד, המבוסס כולו על נסיבות "היקפיות" אשר יש בהן כדי להסביר, ברמת סבירות גבוהה ביותר, את כל העובדות והראיות שנאספו ושנבחנו ע"י צוות החקירה. בכך בא לכדי ביטוי הרעיון המרכזי של חקירה בטיחותית – מקצועית המבוססת על ראיות, ידע אישי ומיטב שיקול הדעת. אין בקביעת הצוות כדי לשלול תרחיש אחר, אפילו נסתר מעינינו, אלא האמירה המקצועית של הצוות, כי זהו התרחיש המסביר אליו הגיע הצוות, תוך שלילתם של תרחישים אחרים, אפילו כאלה שאין לגביהם אפילו "בדל" ראייה.

1.3 הטייסים

1.3.1 הטייס

- בן 42.
- נשוי + 2
- בעל רישיון אמריקאי (PRIVATE PILOT), מתאריך 12.09.2002.
- בעל הגדר ישראלי פרטי (GROUP A) מתאריך 28.6.2007 (ללא הגדר לילה)
- השתתף במספר תחרויות ניווט בארץ וכן באוסטריה, קפריסין וצרפת.
- עבר בהצלחה מבחן תקופתי בתאריך 23.03.2009 (במטוס צסנה 172).
- אישור רפואי בתוקף עד 31.03.2011.
- עד למועד התאונה צבר כ 300 ש"ט (בהעדר ה"לוגבוק" – עפ"י מדריכו).

1.3.2 הנוסע (טייס ב')

- בן 60
- נשוי + 3
- נושא רישיון טיס פרטי מ – 1981.
- הפסקת טיסות ארוכה: 27.9.92 – 11.5.2001
- בתאריך 07.05.2002 ביצע הסבה למטוס Z-143L.
- בתאריך 30.12.2002 ביצע הסבה למטוס C182RG
- טס על מגוון מטוסי צסנה, זלין, RALLYE 180 ועוד.
- השתתף במפגני טיסה בפולין, בתחרויות ניווט בארץ ובאירופה (אנגליה, קפריסין, תורכיה, צרפת ועוד).
- החל לטוס במטוס נשוא התאונה (C-182 RG) החל מתאריך 16.07.2004.
- בתאריך 18.07.2008 עבר בהצלחה מבחן הסבה לרישיון JAA אירופי (במטוס PA-28-161).
- עבר בהצלחה מבחן רמה, במטוס צסנה 172, בתאריך 01.4.2009.
- אישור רפואי בתוקף, עד 17.05.2011.
- צבר עד מועד התאונה כ - 560 שעות טיסה.

1.4 המטוס

- 1.4.1 המטוס מסוג צסנה 182-RG, מספר סידורי R-182-00500, שנת ייצור 1978. סימני רישום 4X-CHX.
- 1.4.2 המטוס רשום ברשות התעופה האזרחית על שם ברינצקי פסיה, בתעודה מספר 1090, מתאריך 20.8.2000.
- 1.4.3 המטוס תוחזק במכון בדק מאושר והוצאה לו תעודת כושר טיסה אחרונה, בתוקף עד 21.7.11.
- 1.4.4 בתאריך 18.10.10 בוצעה ביקורת תקופתית בשעות גוף- 30: 3376. מאז הביקורת ועד למועד התאונה צבר המטוס 20 – 30 שעות לכל היותר (אין מידע מדויק, באשר ספר המטוס נשרף כליל).
- 1.4.5 המטוס היה מעורב, לפחות פעמיים, בתאונות בעבר:
- ☒ בתאריך 15.6.2001, ביצע נחיתה כאשר שני כני הנסע הראשיים מקופלים. לא נגרם נזק למנוע. נגרמו נזקים קלים לגוף.
 - ☒ בתאריך 19.4.02, במהלך נחיתה בשדה דב, נחת כבד מאוד וביצע "קנגורו". מאחר שנגרם נזק רב לפרופלור, עלה חשש לעצירת פתע במנוע. המנוע נשלח לתיקון בקנדה והורכב מחדש במטוס, בתאריך 20.6.03, בשעות מנוע 35: 843.

1.5 המנוע

- 1.5.1 במטוס היה מורכב מנוע עם שישה צילינדרים, O-540J3C5D LYCOMING, בעל הספק של 235 כוחות סוס ופרופלור עם פסיעה משתנה, מסוג B2D34C214, של חברת MCCAULEY.
- 1.5.2 מערכת הדלק במנוע, מתבססת על קרבוראטור. בתאריך 18.10.10 בוצעה ביקורת תקופתית בשעות מנוע – 35: 1274. מאז הביקורת ועד למועד התאונה צבר המנוע 20 – 30 שעות לכל היותר (אין מידע מדויק, באשר ספר המטוס נשרף כליל).

1.6 מז"א

מז"א נאה.

ראות טובה, ללא עננים.

טמפרטורה - בגובה 2,500 רגל 14.2° צלזיוס

נקודת טל - בגובה 2,500 רגל 2° צלזיוס.

רוח קלה - 030 / 1-2

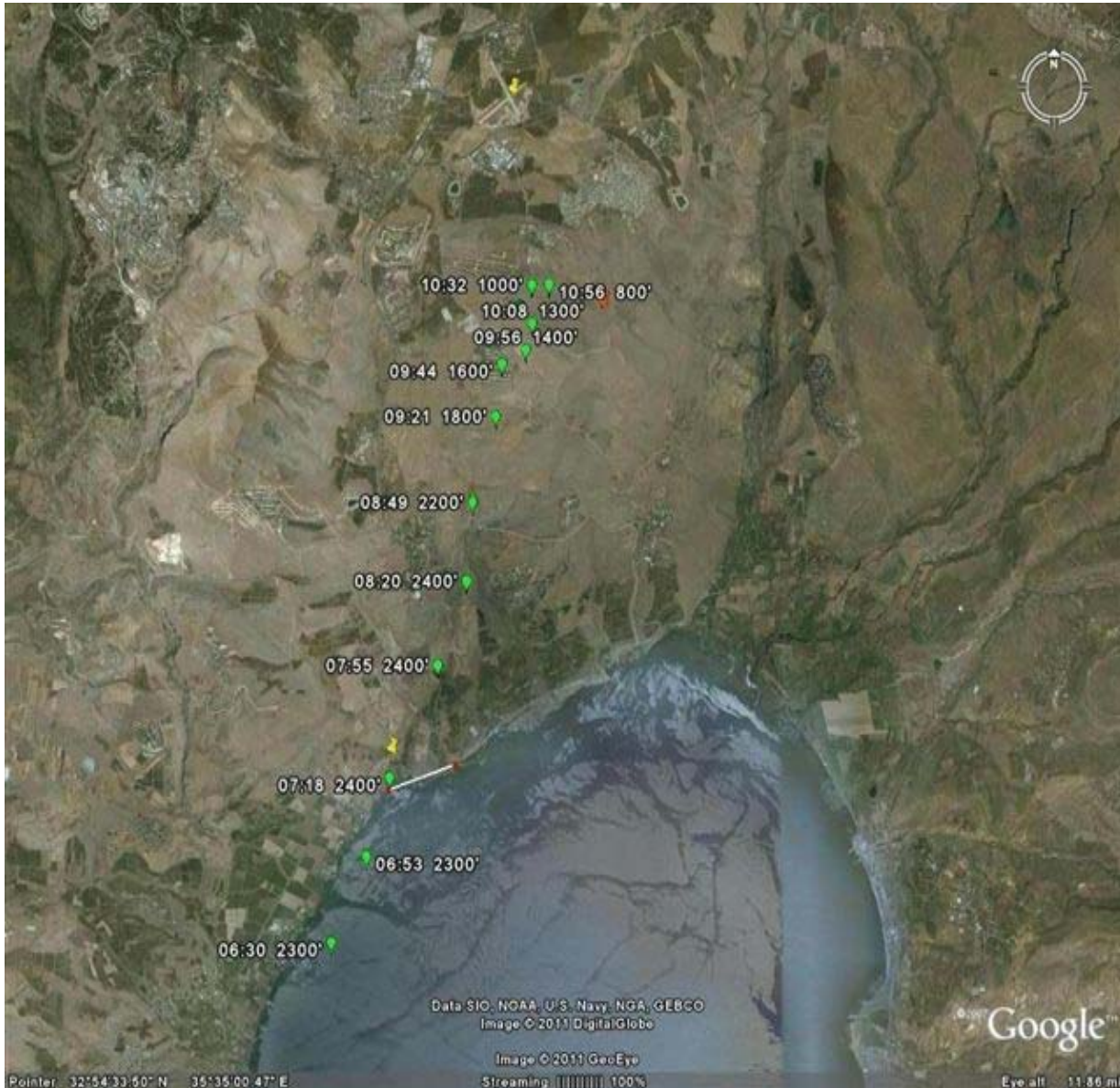


המטוס כפי שצולם ע"י מסוק מד"א

- 1.7.1 אתר התאונה נמצא כשלושה ק"מ דרומית לשדה התעופה מחניים, באזור סלעי הנמצא בגובה כ - 900 רגל מעל לפני הים.
- 1.7.2 הפגיעה הראשונית בקרקע הייתה עם כן נסע ימין שנעצר בסלע, תוך שבירת אוגן הגלגל. ובהמשך, כן נסע קדמי ותחתית המנוע באו במגע אף הם עם סלעים אחרים, תוך כדי תנועה משולבת בשלושת הצירים – תנוחה סופית כ – 25 מטרים מהפגיעה הראשונית, בכיוון 018 מהפגיעה הראשונה.
- 1.7.3 העצירה הרגעית של כני הנסע עקב הפגיעה, גרמה להורדת חרטום המטוס וכתוצאה מכך הפרופלור בא במגע עם הקרקע ואחד מלהביו נתלש - מנגנון "העצירה", יחד עם מצב הגופות מלמדים, כי בסבירות גבוהה נספו השניים, באופן מיידי, בפגיעה הראשונית בקרקע, עוד קודם להתלקחותו של המטוס.
- 1.7.4 "היתקעות" כן הנסע וגחון המטוס בסלעים, גרמה לעצירת פתע רגעית של גוף המטוס, כתוצאה מכך, התנע שנותר בזנב המטוס גרם לתלישת חיבור הזנב לגוף, תוך תנועתו קדימה.
- 1.7.5 תנועת הזנב קדימה גרמה לניתוק סמוכות הכנפיים ולשבירתן, ובהמשך לתלישת הכנפיים ממקום חיבורן ולהתזת דלק מהכנפיים לכל עבר. הדלק בא במגע עם איזור חם כל שהוא במנוע וניצת. על פי הממצאים, עיקר השרפה הייתה בחלקו השמאלי של המנוע, משם התפשטה לשאר האזורים. מבדיקת שברי המטוס באתר התאונה התברר, כי המטוס היה עם גלגלים נעולים מטה. לא ניתן לשחזר את מצב המדפים, ידיות הבקרה ומפסקים של מערכות המנוע, בשל התכתם בשרפה.

1.8 קטע הטיסה האחרון

להלן תצלום גוגל של אזור הנתיב האחרון עליו הועלו הני"צ-ים והנתונים שהועברו על ידי חיל האוויר. עפ"י ניתוח הנתונים, קבע צוות החקירה, כי הנתיב שהוקלט הוא בהסחה מסוימת מערבה.



תמונת גוגל של הנתיב האחרון (ללא תיקון)

הערה: בנוסף לניתוח הנתיב על תצלום גוגל, נעזר צוות החקירה בחברה אזרחית, המתמחה בסימולציה תלת מיימדית, שהזינה את אותן ני"צ-ים על מפת תצלום משופרת וביצעה המחשה גראפית של הטיסה, הן ממבט שמחוץ למטוס והן ממבט בתוך המטוס.

המחשה גראפית, תלת מיימדית זו, המחישה לצוות החקירה את תנועת המטוס במרחב ונתנה מושג כללי לגבי התמונה שנצפתה בזמן אמיתי מתוך תא הטייסים.

1.9 תמליל הקשר עם מגדל ראש פינה (ר"פ)

תשדורת	תחנה	זמן (מקומי)
יצירת קשר ראשונה		
ר"פ CHX, בוקר טוב	CHX	10:06:44
CHX, ר"פ, בוקר טוב	ר"פ	10:06:46
CHX, כרי - דשא, שתיים וחצי, ל – touch and go	CHX	10:06:48
CHX, הלחץ 30.17, מסלול בשימוש 33, אין כעת רוח, אתה מספר אחד בגישה ישירה, תודיע בפיינל	ר"פ	10:06:57
גישה ישירה מספר אחד, ל – 33, לפי 3016, אודיע בפיינל, HX	CHX	10:07:04
הכרזת החירום		
CHX, mayday, אנחנו בלי מנוע כרגע	CHX	10:10:18
CHX, קיבלתי, ישירות ל – 33 תודיעו, רוח מזרחית קלה	ר"פ	10:10:25
אנחנו לא מגיעים, אנחנו ננחת בשטח	CHX	10:10:30
מספר נוסעים?	ר"פ	10:10:32
שניים, אנחנו שניים	CHX	10:10:34
מה אתה רואה מסביב, נקודה קרקעית?	ר"פ	10:10:36
דרומית לטובא - זנגריה	CHX	10:10:39
דרומית לטובא, רות	ר"פ	10:10:41
שדה דשא, דרומית לטובא - זנגריה	CHX	10:10:48
שדה דשא, שדה ליד, דרומית לטובא	ר"פ	10:10:55
אין מענה מהמטוס		
HX אתם עדיין באוויר?	ר"פ	10:11:19
?HX	ר"פ	10:11:30

1.10 חקירה טכנית של המנוע

כתוצאה מכך שהמטוס היה נתון בלהבות זמן רב, הותכו מרכיבים רבים מתוך המנוע, ובכללם: משאבת הדלק, הקרבוראטור והמגנטו, כך שלא ניתן היה לבסס את כשל המנוע על המרכיבים הנ"ל, בהעדר ראיות פיזיות שניתן לתמוך בהן. משכך, התמקדה חקירת המנוע תחילה על ראיות שיכולות לתמוך בכשל מכני של מרכיביו הפנימיים ועל אלו ששרדו בשרפה.

1.10.1 נתונים כלליים

דגם המנוע: LYCOMING O-540J3C5D

מספר סידורי: L19383-40A

שעות פעולה מהשיפוץ האחרון: כ – 1,280

היסטוריה רלוונטית: בתאריך 19.4.02, במהלך נחיתה בשדה דב, בוצעה במטוס נחיתה כבדה מאוד, מלווה ב"קנגורו" – כתוצאה מכך עלה חשש כי הפגיעה בפרופלור גרמה ל"עצירת פתע" במנוע. המנוע נשלח לתיקון בקנדה והורכב מחדש במטוס, בתאריך 20.6.03, עם שעות מנוע 35:843.

בקורת אחרונה: בתאריך 18.10.10 בוצעה למנוע ביקורת תקופתית, עת צבר המנוע 35:1274 שעות תפעול.



המנוע כפי שהתקבל לחקירה

1.10.2 בדיקת המנוע

1.10.2.1 לאחר שחולץ מהשטח, הועבר המנוע לחקירה במכון בדק המתמחה במנועים.

1.10.2.2 בסקירה חיצונית של המנוע נמצא שכתוצאה מהתאונה ומהשרפה, לא נכללו בתוך שברי המנוע אגן השמן, הקרבוראטור, חטיבת האביזרים, משאבת הדלק, המגנטו, חלק ניכר מרתמת ההצתה וראשי צילינדרים 2-4-6 (שרוולי הצילינדרים על בסיסיהם נותרו על המנוע). החלקים החסרים שהוזכרו לעיל, הותכו במהלך השרפה הממושכת באתר התאונה.

1.10.2.3 על פני שלוש הבוכנות הגלויות (צילינדרים 2-4-6) נראו נזקי אש קשים מאוד עד כדי איכול באש של הבוכנות.



בוכנה שהייתה נתונה תחת שרפה



בוכנות הצילינדרים 1-3-5 ללא סימני שרפה

1.10.2.4 מכת הנגיפה גרמה לתלישת מוטות הדחיף של הצילינדרים 2-4-6, וכתוצאה מהאש ניתכו מובילי המוטות – המוטות עצמם נמצאו מיושרים.

1.10.2.5 על מנת לקבל אינדיקציה ראשונה אודות תפקוד המנוע, נעשתה השוואה בין מיקום הבוכנות בצילינדרים 2-4-6, כפי שנתקעו לאחר התאונה, אל מול מנוע חדש. מיקום הבוכנות נראה תקין.

1.10.2.6 בפרופלור נמצא להב אחד כשהוא שלם עם כפיפה לאחור (סל"ד נמוך) ולהב שני חסר, כאשר בנקודת ההיתלשות נראים סימני התכה. בשפת ההתקפה של הלהב השלם נראים סימני שפשוף, בחלק העליון. בשני הלהבים ניתקו ממקומם דסקיות המרווח שנמצאות בשורש הלהבים. בהתבוננות מעמיקה בדסקיות, לא נמצא כל סימן מעיכה שיכול להעיד על לחיצה צידית שגרמה לחילוצן ממקום אחיזתן. הפרופלור נשלח לחקירה מעמיקה יותר במכון בדק המתמחה באביזרים.



אין סימני לחיצה או מעיכה בשורש להבי הפרופלור

1.10.2.7 לא ניתן היה לסובב את המנוע באמצעות הפרופלור. לאחר הפירוק הסופי הוברר שהסיבה לכך נעוצה במכת הנגיפה שגרמה למעיכת חלקים שונים והן בשל החום הרב ששרר בתוך המנוע עקב הזמן הארוך שבו היה נתון המנוע תחת שרפה.

1.10.2.8 נבדקו כל המצתים ולא נראה בהם ליקוי הנראה לעין באזור האלקטרודות. למעט שני מצתים שנמצאו עם שלוש אלקטרודות כל המצתים היו עם מבנה של שתי אלקטרודות.

1.10.2.9 נפתחו כיסויי הנדנדים של צילינדרים 1-3-5 ולא נמצא כל ליקוי הנראה בעין בנדנדים או במרכיבי ההפעלה שלהם.

1.10.2.10 נבדקו כל גלגלי השיניים הגלויים (גלגל הנעה ראשי, מגנטו, משאבת דלק) ולא נמצא "אזור מגע בין הגלגלים, שיכול להצביע על פגיעה כשהמנוע דומם לחלוטין.



חטיבת האביזרים, ללא עוקת השמן שהתרסקה במהלך התאונה

1.10.2.11 חולצו כל הצילינדרים מתוך בלוק המנוע – לא נמצא כל ליקוי בחיבור הטלטלים אל הבוכנות ואל גל הארכובה ולא נראו סימני שפשוף של הבוכנות בגלילי הצילינדרים.
הערה: כל אומי ההידוק של הצילינדרים לבלוק נמצאו רפויות. סביר להניח שהסיבה לכך נעוצה בשרפה שלאחר התאונה.

1.10.2.12 לאחר שחולצו הצילינדרים נפתחו שני חלקי בית גל הארכובה ונבדקו מסבי גל הארכובה ומסבי (תושבות) גל הזיזים. לא נמצאו ראיות לכך שהיה חיכוך בין חלקים שונים שיכול היה לגרום להיתפסות המנוע.



מסבי גל הארכובה וגל הזיזים ללא סימני חיכוך או הידבקות

1.10.3 בדיקת הפרופלור

הפרופלור הועבר למכון בדק המתמחה באביזרים (היחידי בארץ) שם פורק לרכיביו. במבט על חלקיו הפנימיים, נראו כולם שלמים למעט שתי יחידות הפיבר המקשרות את העברת התנועה ללהב, שנמצאו מרוסקות, עקב עצירת הפתע של הלהבים.

סימני ההטבעה היחסיים שבין הלהב והטבור, מצביעים בבירור כי בעת פגיעת הפרופלור בקרקע, זווית ההכוונה של הלהבים הייתה במצב העדין ביותר. מניתוח הממצאים על פני הלהבים וחלקי הפרופלור, ניתן לקבוע בוודאות כי הפרופלור סבב בעת הפגיעה בקרקע!



1.10.4 סיכום

פירוק המנוע לצורך החקירה היה מוחלט. על בסיס הממצאים נראה בוודאות, שכשל המנוע לא ארע עקב "תפיסה מכאנית" כל שהיא. הראיות מצביעות על כך שהמנוע סבב (אולי כטחנת רוח) עד לפגיעת המטוס בקרקע.

1.11 התקרחות מאייד

1.11.1 כללי

אחת מהסכנות הממשיות האורבות לטייס, הטס במטוס בוכנה עם קרבואטור, קשורה להתקרחות המאייד. מחקרים רבים נעשו בעקבות התופעה ומאמרים אין ספור נכתבו אודותיה.

הבעיה חריפה במיוחד, לאור העובדה שלרוב אין סימנים חיצוניים הנראים לעין, שיכולים להעלות חשד בעיני הטייס בדבר אפשרות לקיום תנאים אטמוספריים שיכולים להוביל להתקרחות המאייד.

כאמור, פורסמו הוראות לרוב ואחת האחרונות, מטעם ה- FAA – פורסמה בתאריך 30 ביוני 2009, במסגרת 35 – CE-09 – SAIB : (SPECIAL AIRWORTHINESS INFORMATION BULLETIN). במבוא להוראה הנ"ל צוין, כי בעשור אחד (1998 – 2007), בארצות הברית בלבד, אירעו 212 תאונות כתוצאה מהתקרחות מאייד. בתאונות נספו ונפצעו רבים. בהוראה הנ"ל ציין ה- FAA, כי על הטייסים לדעת, כי התקרחות מאייד אינה מתרחשת רק בתנאי קיפאון והיא יכולה להתרחש בטמפרטורת שמעל נקודת הקיפאון, כאשר קיימת לחות גבוהה באוויר.

התקרחות מאייד ניתנת להבחנה באמצעות נפילת סל"ד, כאשר מותקן במנוע פרופלור עם זווית קבועה, או בנפילת לחץ סעפת במנועים שבהם מותקן פרופלור עם סל"ד קבוע. בשני הסוגים (מקרים) בהתרחש התקרחות, תובחן פעולה לא חלקה של המנוע.

הוראת ה-FAA הנ"ל מסיימת בהמלצות כדלקמן :

על מנת למנוע התקרחות מאייד, על הטייס :

☒ לוודא תפקוד נאות של מערכת חימום המאייד בעת בדיקות הקרקע שלפני ההמראה.

☒ להפעיל את חימום המאייד, בגישה ובהנמכה, כאשר מתופעל המנוע בכוח נמוך, או כאשר בתנאים המטאורולוגיים השוררים ישנה אפשרות להתקרחות המאייד.

☒ על הטייס להכיר את סימני האזהרה להתקרחות המאייד ובכללם :

❖ ירידה של סל"ד המנוע במנועים שבהם מותקן פרופלור עם זווית פסיעה קבועה.

❖ נפילה בלחץ סעפת במנועים שבהם מותקן פרופלור עם סיבובים קבועים.

❖ בשני המקרים, בדרך כלל תורגש פעולת מנוע שאינה חלקה.

1.11.2 מידע אודות התופעה

לא אחת קורה שמבחינים בנפילת סל"ד מנוע או בעבודה בלתי סדירה שלו, מסיבות שאינן קשורות במצבו המכאני של המנוע. הסיבות להפרעת התפקוד, מקורן בזרימה בלתי תקינה של תערובת הדלק למנוע, עקב המצאות קרח במאייד. תופעת הקרח במאייד מתרחשת בעיקר בתנאים של מהירות אויר נמוכה ו/או בסל"ד נמוך – בטיסה איטית, בעת הנמכה, בגלישה ולקראת נחיתה. **אולם, ידועים מקרים בתעופה בהם הופיעה התקרחות גם במצבי טיסה אחרים.** בתנאי אטמוספירה מסוימים ייווצר קרח במאייד, תוך פרק זמן שמשכו הוא **כמה עשרות שניות.**

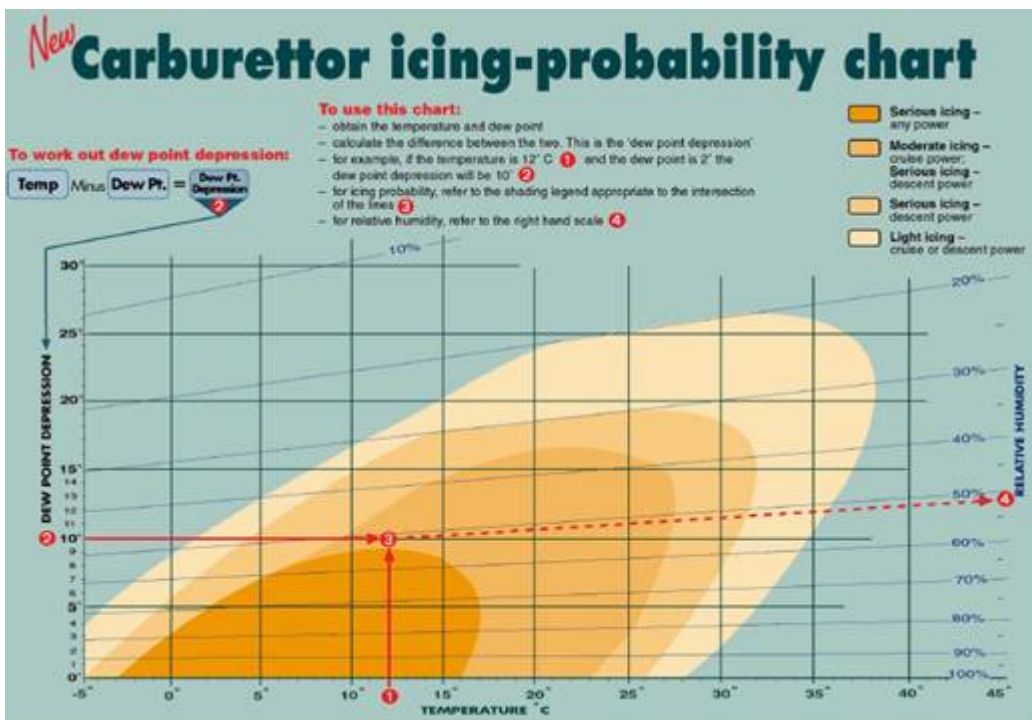
1.11.3 איך נוצר הקרח

בניגוד למחשבה "תמימה" ומקובלת בנושא – טמפרטורת האוויר החיצונית אינה מחויבת להימצא מתחת לנקודת הקיפאון על-מנת ליצור קרח. צינור הוונטיורי במאייד, פועל כאמצעי קירור, על בסיס העיקרון של נפילת הלחץ עם עליית המהירות, ועם נפילת הלחץ נגרמת ירידה בטמפרטורה. עקב זרימת האוויר רווי הדלק במאייד, יורדת הטמפרטורה ב- 20° צלסיוס לערך. ירידת הטמפרטורה מרווה את האוויר ו"מוציאה" ממנו את המים. המים מצטברים והופכים לקרח כשהטמפרטורה במאייד יורדת אל מתחת לנקודת הקיפאון. אין זה בלתי רגיל, איפה, שקרח ייווצר במאייד כאשר הטמפרטורה החיצונית עולה על - 20° צלסיוס. טמפרטורת נקודת הטל, הנה גורם חשוב בהיווצרות הקרח, שכן, ככל שהמרווח בין טמפרטורת נקודת הטל וטמפרטורת האוויר החיצוני מצטמצם, כן גדלים הסיכויים לרוויה ולהצטברות מים לאחר מכן. עם ירידת הטמפרטורה במאייד יופיע הקרח. (כאשר טמפרטורת נקודת הטל שווה לטמפרטורה החיצונית, אזי הלחות הנה 100%).

1.11.4 טמפרטורת נקודת הטל – הגדרה

טמפרטורת נקודת הטל (DEW-POINT TEMPERATURE) מוגדרת, כטמפרטורה שאליה יש לקרר אוויר בלתי רווי בלחץ קבוע, עד שהוא יגיע לרוויה ביחס למשטח מים. ככל שהאוויר מתקרר, לחץ האדים שבתוכו הולך ומתקרב ללחץ האדים ברוויה. דבר זה נובע מכך, שלחץ האדים ברוויה הולך וקטן ככל שהטמפרטורה יורדת, ואילו לחץ האדים שבתוך האוויר נשאר קבוע, מאחר שאנו לא מכניסים ולא מוציאים אדים מהאוויר.

ברגע שלחץ האדים באוויר שווה ללחץ האדים ברוויה, תיווצרנה על-פני משטחים מוצקים (למשל, שמשות של מכוניות) טיפות טל. מן ההגדרה של טמפרטורת הטל אנו יכולים לקבוע, שהלחות היחסית, היא היחס בין לחץ האדים ברוויה בטמפרטורת הטל, לבין לחץ האדים ברוויה בטמפרטורה המקורית של האוויר (לפני שקיררנו אותו). על בסיס ידיעת הטמפרטורה החיצונית וטמפרטורת נקודת הטל (אותה ניתן לקבל מתחנה מטאורולוגית) ובהתבסס על חישוב מפל הטמפרטורה במעבר הוונטורי של המאייד, במנועי בוכנה, יצרו מדענים את "גרף ההתקרחות". בגרף מסומנים ארבעה אזורים צבועים, המציינים את חומרת ההתקרחות בכל אזור. לצורך בדיקת תנאי התקרחות ששררו באירוע מסוים, מציבים על גבי הגרף את הטמפרטורה החיצונית ואת טמפרטורת נקודת הטל. אם נקודת המפגש שלהם נופלת על אחד מהאזורים המסומנים בגרף, בוחנים את משמעות חומרת ההתקרחות, כפי שהיא מצוינת במקרא הצמוד לגרף.



1.11.5 המצב האופטימאלי להתקרחות מאייד

כאשר הטמפרטורה החיצונית הנה 20° צלסיוס וגם טמפרטורת נקודת הטל הנה 20° צלסיוס, נוצרים במאייד התנאים האופטימאליים להתקרחות, וזאת משום שמפל הטמפרטורה במאייד הנו 20° צלסיוס. כתוצאה מנתונים אלה, טמפרטורת האוויר במאייד תהיה אפס מעלות ואז מתחיל להיווצר הקרח.

יש לזכור, שאומנם הנתונים הנ"ל מייצגים מצב אופטימאלי להתקרחות, אולם הקרח יכול להיווצר גם בטמפרטורה נמוכה יותר או גבוהה יותר ואף באוויר שאינו רווי. אולם עם נפילת הטמפרטורה, כמות אדי המים המצויה באוויר פוחתת ומכאן שגם כמות הקרח שנוצרת, פוחתת והולכת. מחקרים רבים נעשו בנושא, סביב משתנים שונים, הקשורים לתופעה, מתוך כוונה ליצור מעין "חוקי אצבע" שיעזרו לטייס לקבל מידע אודות ההסתברות לקבל התקרחות מאייד באזור שבו הוא מתעתד לטוס. על פי מחקרים עדכניים, כאשר שוררת טמפרטורה של 15 מעלות צלסיוס והלחות היחסית לפחות בת 50%, אזי מתקיים מצב של סיכון גבוה ביותר לקבלת התקרחות מאייד.

1.11.6 כיצד מתמודדים עם הבעיה

האמצעי היעיל ביותר להתמודד עם הבעיה הנו חימום המאייד. במרבית מטוסי הבוכנה בעולם (עם מאייד), מצויד המנוע במערכת כזו הניזונה מאוויר חם המגיע מצינור הפליטה של המנוע. מקובל להפעיל את החימום בהנמכה, בגלישה ובגישה לנחיתה.

חימום האוויר במאייד, נועד למנוע מטמפרטורת האוויר לרדת אל מתחת לנקודת הקיפאון שבה נוצר הקרח. החימום משמש כגורם נגד התקרחות ולא כמרחיק קרח. עפ"י דרישות ה - FAA, על מערכת החימום של המאייד להעלות את הטמפרטורה בתחומים שבין 65° - 15° צלסיוס.

משהופעל החימום, בלא שנוצר קרח, תאובחן נפילת סל"ד במנוע או ירידת לחץ הסעפת (מותנה בסוג הפרופלור). אם היה קרח במאייד, תורגש תחילה עליה בסל"ד וכן בלחץ הסעפת ולאחריה תורגש ירידה. עם הפסקת החימום, תורגש עליה נוספת בסל"ד או בלחץ הסעפת.

הפעלת חימום המאייד לאחר כביית מנוע באוויר אינה יעילה, וזאת משום שסעפת הפליטה אינה מכילה עוד אוויר חם היכול להמיס את הקרח.

1.11.7 התייחסות להתקרחות מאייד ולהפעלת חימום מאייד, על פי ספר המטוס:

בפרק 3 – תהליכי חירום

1) בסעיף הדין בכשל מנוע במהלך טיסה, מצוין:

מהירות 80 קשר

חימום מאייד – ON

בוחר דלק – BOTH

תערובת עשירה

מגנטו – BOTH (או לחץ START אם הפרופלור דומם)

2) בפרק הדן בהתקרחות כללית, מצוין:

התבונן על סימנים המעידים על היווצרות קרח במסנן האוויר והפעל את חימום המאייד אם נחוץ הדבר. אם נחזתה נפילה בלתי מוסברת של לחץ הסעפת, הדבר יכול להעיד על התקרחות מאייד, או על היווצרות קרח במסנן היניקה. במקרה שכזה, אם מופעל חימום המאייד אזי יש לווסת את התערובת למצב עני יותר.

3) בפרק הדן בפעולה לא חלקה של המנוע, או באובדן הכוח, מצוין:

אם מובחנת נפילה בלתי מוסברת של לחץ הסעפת, או פעולה מחוספסת של המנוע, הדבר יכול להיגרם מהתקרחות המאייד. על מנת להסיר את הקרח שנוצר יש לפתוח את המצערת למכסימום ולהפעיל את חימום המאייד למצב המכסימלי, עד שהמנוע יחזור לפעול בצורה חלקה. אם המצב מחייב, יש להמשיך את השימוש בחימום במצבו המינימאלי האפשרי, למניעת ההתקרחות. אם מופעל חימום המאייד, אזי יש צורך לווסת את התערובת לענייה יותר, על מנת לגרום לפעולה חלקה של המנוע.

4) בפרק 4 – תפעול רגיל

א. בסעיף הדן בהתנעה מצוין:

חימום מאייד במצב COLD

ב. בסעיף הדן בבדיקות שלפני ההמראה, מצוין:

לאחר שמוצב הסל"ד על 1,700, יש לבצע בדיקת מגנטו לנפילת סל"ד וכן להפעיל את מערכת אוויר חם למאייד, לבדיקה, שאכן הסל"ד יורד בהפעלתה.

ג. בסעיף הדן בהמראה מציין:

חימום המאייד במצב – COLD.

ד. בסעיף הדן בטיסת שיוט, אין כל אזכור לגבי השימוש בחימום המאייד.

ה. בסעיף הדן בהנמכה מצוין:

הפעל את חימום המאייד על פי הצורך למניעת התקרחות מאייד

ו. בסעיף הדן בפעולות שלפני הנחיתה מצוין:

לאחר העברת ידית התערובת למצב "עשירה", יש להפעיל את חימום המאייד (ההפעלה צריכה להיעשות לפני סגירת המצערת).

ז. בסעיף הדן בנחיתה, אין אזכור לגבי חימום המאייד.

ח. בסעיף הדן ב"הליכה סביב" צוין, שלאחר פתיחת המצערת למכסימום יש להעביר את חימום המאייד למצב COLD.

ט. בהרחבה לסעיפי הבד"ח (AMPLIFIED PROCEDURES), בפרק הדין

בטיסת שיוט, מצוין:

☒ אם נצפית ירידה בלתי מוסברת בלחץ הסעפת, נראה שהדבר קשור בהתקרחות המאייד והקרח יכול להיות מוסר באמצעות שימוש מכסימלי בחימום המאייד.

☒ לאחר סגירת החימום, על מנת לחזור ללחץ הסעפת שהיה לפני ההתקרחות, יש להשתמש בכמות קטנה של חימום, תוך ניסוי וטעייה, וזאת משום שחימום האוויר גורם להעשרת התערובת.

☒ יש לקבוע מחדש את התערובת, כאשר חימום המאייד מופעל לפרק זמן ממושך במהלך השיוט.

2. ניתוח

2.1 כללי

התאונה התרחשה שבוע ימים לאחר שפורסם דוח חקירה (10-143, 10-140), שעניינו "תקלות מנוע ונחיתות חרום". בהקדמה לדוח האמור, התריע החוקר הראשי על מגמת עלייה משמעותית המסתמנת באירועי מנוע, הן בתעופה הכללית והן בתעופה הספורטיבית, תוך הדגשה שבכמה מקרים נאלצו הטייסים לבצע נחיתות חרום בשדות תעופה, במנחתים ואף בשטח הפתוח.

מטבע הדברים ולאור האמור לעיל, נתבקש משרד החוקר הראשי לחוות דעתו, אם יש צורך לקרקע את המטוסים שבהם מותקנים מנועים מהסוג שהיה מותקן במטוס נשוא התאונה. משרד החוקר הראשי לא תמך במהלך של קרקוע, משום שלא היה ברור, מה נדרש כדי שניתן יהיה לבטל את החלטת הקרקוע ו/או ליתן מענה לכך בזמן סביר. על רקע האמור, ניתנה עדיפות עליונה להשגת מירב החומרים הנדרשים לחקירה, בדגש לאלו הנחוצים לצורך בירור הגורם לכשל המנוע בטיסה. בהעדר נתון או ראיה פוזיטיביים לגבי כשל המנוע, לא כל שכן אמירה חד-משמעית מצד הטייסים באשר לאופי התקלה, מבוססת החקירה על נסיבות וראיות היקפיות בלבד.

תוך מספר ימים ולאחר שהמנוע פורק למרכיביו, מוצתה "החקירה הפיזית" של החלקים שנותרו מהמנוע השרוף והמותך, ולא נמצאה כל ראיה לכשל הנראה לעין או להיתפסות בחלקיו הפנימיים. כיוון שכך הופץ דוח ראשוני לעדכון המנהלים באשר להתקדמות החקירה.

במקביל, נבחנו מספר תרחישים תפעוליים, שאפשר שגרמו או הובילו ל"אובדן" כוח המנוע ואפילו באורח אקראי/רגעי, מתוך התובנה, כי עפ"י דיווח הטייסים, האירוע התפרש כאובדן מנוע. ככל שהעמיקה החקירה בתחום זה, הלך והתבסס התרחיש שמבוסס על התקרחות המאייד, כפי שיובהר בהמשך.

כחלק נילווה לחקירה ולא בציר המרכזי שלה, דנו החוקרים בארבעה נושאים נוספים שעלו:

- ביצוע גישה ישירה לשדה התעופה מחניים.
- פרסום נתוני מזג אוויר לתעופה.
- תרגול נחיתת אונס בשטח עד לגובה 100 רגל.
- סיוע חיל האוויר בחקירה אזרחית.

2.2 נתיב טיסה אחרון

2.2.1 הטייסים טסו את הדרך בגובה 2,500 רגל, מצומת השרון דרך עירון, מגידו וכפר תבור, עד לכרי דשא.

קטע התקשורת הראשון - לקראת נקודת כרי דשא קיבלו את אישור הבקר "פלוטו" לעבור לערוץ מגדל ראש פינה. בשעה 10:06:44, קרא המטוס בפעם הראשונה למגדל, דיווח שהוא בגובה 2,500 רגל וביקש לבצע נגיעה ו"הליכה סביב" (T&G). המגדל אישר את המבוקש ונתן להם גישה ישירה למסלול 33. לאחר קטע התקשורת הראשון שארך פחות מ- 30 שניות הייתה דממה על הערוץ למשך 10:07:18 – 10:07:08).

קטע התקשורת השני - החל בשעה 10:10:18, נמשך 40 שניות, עד 10:10:58. בפרק זמן זה, הכריז הטייס חרום, ענה שלא יגיעו למסלול, אלא ינחתו בשטח ודיווח, כי ינחתו דרומית לטובא זנגרייה וציין מקום מדויק יותר: "שדה דשא, דרומית לטובא זנגרייה".

הערה: קטע התקשורת הראשון נוהל כולו ע"י הטייס (טייס א') ואילו קטע התקשורת השני נוהל כולו ע"י הנוסע (טייס ב').

קטע התקשורת השלישי - מייד אחרי השידור האחרון של הנוסע ניסה המגדל לקרוא לטייסים, אך לא נענה. בכך החל האחרון של ניסיונות החיפוש אחר המטוס. תוך זמן קצר הבחין הפקח בעשן מיתמר מדרום לו, הבין כי מדובר בהתרסקות של המטוס - הפקח הכריז חירום ודיווח למי שנדרש.

2.2.2 צוות החקירה ביקש לקבל את תמונת המכ"ם והשמע של 10 הדקות האחרונות וקיבל, כמעט לאחר שבוע 13 נקודת ציון שחושבו ידנית מתמונת המכ"ם ב- 4 הדקות האחרונות של הטיסה. בכל נ"צ צוין הגובה והזמן, למרות שהנתונים הידניים שנמסרו אינם מדויקים, כפי שאפשר היה לקבל מהמחשב, הם איפשרו לחשב ולנתח, באופן מדויק מספיק, את הנתיב האחרון כדי להסיק מסקנות.

נק'	זמן אמיתי	גובה (רגליים)	משך הקטע (שניות)	אורך קטע (מטרים)	מרחק מצטבר (מטרים)	אובדן גובה (רגליים)	מהירות (קשרים)	שיעור שינוי גובה למייל	שיעור שינוי גובה לדקה
1	10:06:30	2,300							
2	10:06:53	2,300	23	1626	1,626	0	137.42	0	
3	10:07:18	2,400	25	1436	3,062	100	111.65	240	
4	10:07:55	2,400	37	2240	5,302	0	117.68	0	
5	10:08:20	2,400	25	1571	6,873	0	122.15	0	
6	10:08:49	2,200	29	1389	8,262	-200	93.1	-414	
7	10:09:21	1,800	32	1578	9,840	-400	95.86	-750	
8	10:09:44	1,600	23	925	10,765	-200	78.18	-522	
9	10:09:56	1,400	12	509	11,274	-200	82.45	-1000	
10	10:10:08	1,300	12	483	11,757	-100	78.24	-500	
11	10:10:20	1,200	12	396	12,153	-100	64.15	-500	
12	10:10:32	1,000	12	439	12,592	-200	71.11	-1000	
13	10:10:56	800	24	337	12,929	-200	27.29	-500	

נקודה 13 היא נקודה אקראית ש"זרק" המכ"ם ואין להתחשב בה.

הנתיב האחרון נחלק באופן גס ל – 3 חלקים :

קטע ראשון – המטוס שמר גובה, כ – 2,500 רגל, משך 1:50 דקות ועבר 8,262 מטרים (כ – 4.5 מייל), על הנתיב.

קטע שני – המטוס הנמיד לגובה 2,200 רגל, משך כ – 30 שניות, בהן עבר 1,578 מטר (מעט מעל 0.8 מייל), בשיעור הנמכה מתון, כ – 300 רגל למייל.

קטע שלישי – בקטע האחרון עבר המטוס כ – 3,100 מטרים (כ – 1.6 מייל) משך כ – 1:40 דקות בהן איבד המטוס כ – 1,000 רגל, קרי שיעור "הנמכה", מעט יותר מ – 600 רגל למייל.

מבדיקה של ביצועי המטוס, עפ"י משקלו בטיסה, בהתאם לטבלאות הביצועים שבספר המטוס, ניתן להגדיר את הקטע השני כתחילת הנמכה לנחיתה ואילו את השלב השלישי כגלישה ללא מנוע. ההסבר לכך ששיעור הגלישה מעט גבוה מהרשום בספר המטוס, נעוץ בתוספת הגרר בשל העובדה, שהגלגלים היו במצב "מטה".

גרף הגלישה (עפ"י R182 PILOT'S OPERATING HANDBOOK)

משקל המטוס שחושב לעת האירוע היה 2,520 ליב, לערך. התוצאה המתקבלת לגלישה מיטבית: 600 רגל למייל במהירות 72 קשר.

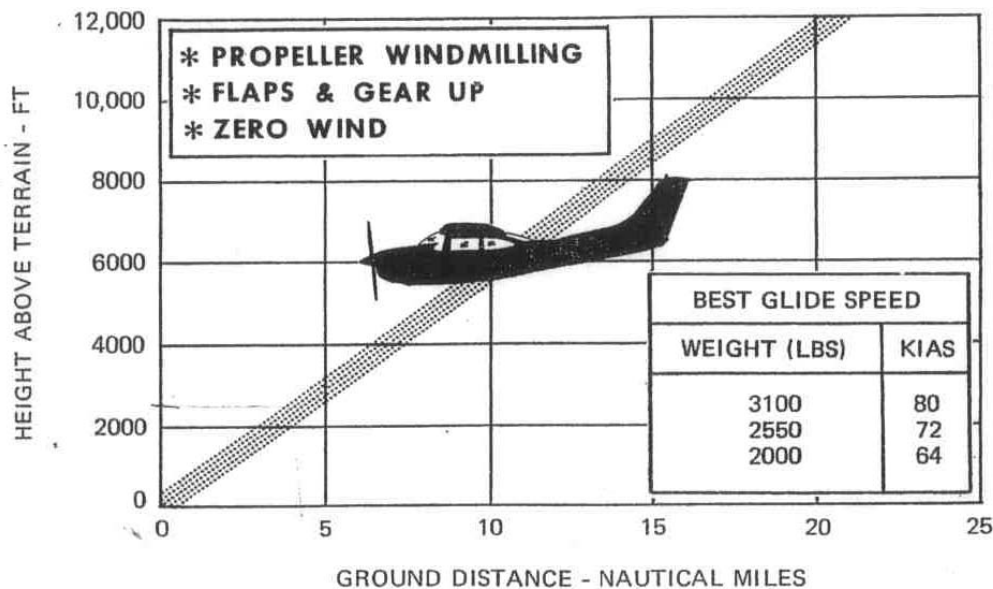
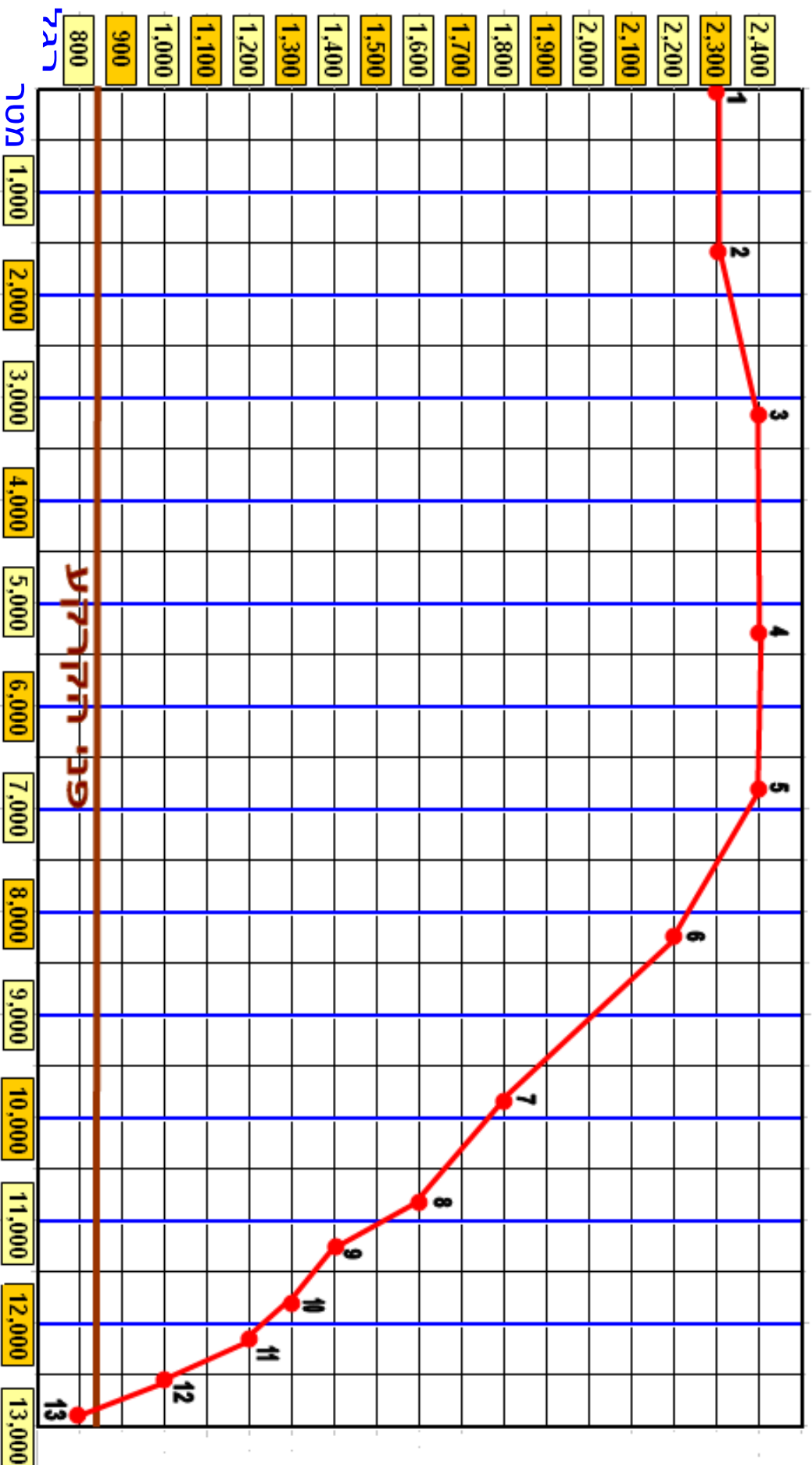


Figure 3-1. Maximum Glide

הקטע האחרון – גובה כתלות במרחק



הצלבת הדיווחים של הטייס עם הממצאים הטכניים, העלתה כאפשרות מובילה את התקרחות המאייד כגורם שהחל את תהליך הכשל. הערכה זו התחזקה, באופן משמעותי ביותר, לנוכח ממצאי הניתוח של הנתיב האחרון, יחד עם נתוני מזג האוויר והפוטנציאל להתקרחות מאייד באותם נתונים, שלכאורה נראו כיום יפה ו"בלתי מסוכן".

ניתן היה לקבוע איפוא, בסבירות גבוהה דיה, את התרחיש לתאונה כדלקמן:

2.2.3.1 כיוון שבמנוע, נשוא התאונה, הותקן פרופלור עם סל"ד קבוע ופסיעה משתנה, יקשה על הטייס, בשלב ראשון, לזהות את תחילת התופעה של התקרחות המאייד וזאת **משום שסל"ד המנוע יישמר**. הקרח שיתחיל להיווצר במאייד ישפיע על לחץ הסעפת ויאט במידת מה את מהירות המטוס. אם היה מותקן במטוס מד זרימת דלק אזי ניתן היה לאבחן ירידה בזרימה כתוצאה מהתופעה. בנוסף, ניתן להבחין בתופעה באמצעות התבוננות על מד חום צינור פליטה EGT. עם התקדמות תהליך ההתקרחות תובחן ירידה מסוימת בטמפרטורת צינור הפליטה.

2.2.3.2 מתוך ניתוח הממצאים המטאורולוגיים נראית אפשרות סבירה, כי החל תהליך של ההתקרחות מתונה **עוד בשלב בו נמצא המטוס בשיוט**, מבלי שהטייס הבחין בכך. עם הגעת המטוס לנקודת כרי דשא, קיבל הטייס אישור לבצע גישה ישירה לנחיתה על מסלול 33 במחננים. כפי שהוזכר קודם. על פי הממצאים המטאורולוגיים, החל מגובה 2200 רגל, היינו כחצי דקת הנמכה מכרי דשא, שררו תנאי התקרחות חריפים ביותר, עד לגובה הקרקע. סביר להניח שעל מנת לאבד את הגובה בהדרגתיות, סגר הטייס את המצערת באופן הדרגתי. סגירת המצערת בתנאים בהם נמצא כבר קרח במאייד, סביר שגרמה לכביית המנוע באופן מיידי, ללא שהטייס הרגיש בכך וללא אפשרות להניעו מחדש, באופן מיידי.

2.2.3.3 הכרזת הטייס "אנחנו, בלי מנוע" שנאמרה כ – 3.5 דקות לאחר התחלת ההנמכה, מוסברת בדרך זו: הטייס העריך בשלב מסוים של ההנמכה, עוד בטרם הפעיל את חימום המאייד, כי המטוס נמצא נמוך מידי ביחס למרחק הנדרש לו לצורך הגעה לשדה, לפיכך ניסה להוסיף כוח מנוע. משניסה לעשות כן, הבחין שהמנוע אינו מגיב. כאן, סביר להניח שהוא ניסה ולא ויתר, להחיות את המנוע ורק לאחר שהעריך כי לא יגיע לשדה, דיווח הטייס, 12 שניות לאחר הכרזת החירום, "אנחנו לא מגיעים אנו ננחת בשטח".

2.2.3.4 נקודה חשובה היא ההסבר הראשוני שנתן הטייס להכרזת החרום "אנחנו בלי מנוע כרגע", בדגש למילה "כרגע". אמירה כזו מצביעה על אפשרות סבירה, כי הטייס עדיין לא התיימש מניסיונותיו להחיות את המנוע. תוך זמן קצר, קלט הטייס את שיעור השקיעה הגבוה, הפנים את המצב והבין, כי אין לו את הזמן והפוטנציאל להניע את המנוע ולהגיע למסלול.

2.2.3.5 כפי שצוין קודם, בחקירת הפרופלור הובהר מעבר לכל ספק, כי בפגיעה בקרקע נמצאו להבי הפרופלור בזווית העדינה שלהם. צוות החקירה אינו יכול לקבוע בפסקנות אם הלהבים הועברו למצב האמור כבר בתחילת ההנמכה, או בשלב של הכנת המטוס לתצורת נחיתה, או לצורך ניסיון ההנעה של המנוע באוויר.

2.2.3 נושא חשוב לבדיקה הוא האופן שבו "תוכנה" הנגיעה בקרקע. הניסיון, מגובה במחקרים יישומיים, מלמד, כי ההשרדות של שוכני המטוס מושפעת מאוד מאופן "הנחת המטוס" על הקרקע. פרמטרים קריטיים, כמו: מהירות, מצב אף, איזון כנפיים וגלגלים, קובעים את התוצאה של נחיתה אונס/חרום בשטח, להבדיל מאותה הנחיתה כשזו מבוצעת על מסלול או רצועת קרקע מתאימה. באופן כללי ובהסתמך על ניסיון ומחקרים, ניתן לציין:

2.2.3.1 לבחור עד כמה שניתן שטח נקי ממכשולים.

2.2.3.2 להגיע עם כנפיים מאוזנות.

2.2.3.3 לתכנן הנגיעה – במהירות המינימלית האפשרית ועם אף גבוה.

2.2.3.4 להרים גלגלים, אם הנחיתה אינה על מסלול או דרך מתאימה.

"הגעה" טובה אל הקרקע מחייבת את הטייס, דווקא במצב החרום, להפנות חשיבה לתכנון ה"הגעה" הטובה ביותר, בנסיבות אליהן נקלע.

2.3 התקרחות המאייד והפעלת אוויר חם

2.3.1 בהתבוננות על ספר הטייס הספציפי למטוס המעורב בתאונה, נראה כי היצרן נתן דעתו על אופן השימוש במערכת אוויר חם למאייד בכל שלבי הטיסה, תוך ציון מיקום הידית הנדרש בכל שלב, החל מההתנעה וכלה בהדממת המנוע לאחר סיום הטיסה.

2.3.2 מן הראוי לציין, כי עפ"י ספר הטייס, אין צורך להפעיל את ידית החימום בשלב השיוט בתפעול רגיל, אך יחד עם זאת, ישנה התייחסות לצורך הנ"ל בפרק הדין במצבי חירום כדלקמן:

☒ אם המטוס מנמיך דרך עננים, יש להפעיל את החימום.

☒ בעת טיסה בתנאי התקרחות בלתי צפויים יש להפעיל מערכת החימום.

2.3.3 משיחות שביצע צוות החקירה עם טייסים אחדים ובכללם השותפים האחרים במטוס, מצטיירת תמונה, על פיה, הפעלת חימום המאייד אינה מקבלת ביטוי מספק בתודעת הטייסים, לאור האקלים השורר אצלנו. ומה שנלמד בדרך כלל, בקורסים השונים הוא, שיש להפעיל את חימום המאייד בשלב הסופי של הגישה לנחיתה.

2.3.4 על מנת לדעת אם שוררים בטיסה מסוימת תנאים מטאורולוגיים שטומנים בחובם אפשרות להתקרחות המאייד, הטייס נדרש לקבל מידע מטאורולוגי ולנתחו, תוך התבוננות בגרף מתאים. מידע כאמור אינו נכלל כיום בתדריך הניתן לטייסים לפי יציאתם לטיסה.

2.3.5 צוות החקירה פנה לשרות המטאורולוגי בבקשה להמציא לו נתוני מז"א הרלבנטיים לנתיב הטיסה האחרון בו שהה המטוס וכן לתנאים המטאורולוגיים ששררו באזור אתר התאונה.

2.3.6 להלן התנאים ששררו בגובה QNH 2,500, גובה בו שהה המטוס ברוב שלבי הטיסה שלו ובמיוחד בשיוט.

☒ באזור כפר תבור – הטמפרטורה 15 - 14 מעלות צלזיוס וטמפרטורת נקודת הטל הממוצעת 2-4 מעלות צלזיוס.

☒ באזור כרי דשא אותם תנאים מטאורולוגיים כפי שהוזכרו לעיל.

☒ מנקודת כרי דשא המשך המטוס באותו הגובה למשך דקה לפחות. לאחר מכן, הנמיך במשך חצי דקה לגובה 2,000. הטמפרטורה נשארה כפי שהייתה ב - 2,500 רגל, אולם נקודת הטל עלתה ל - 6 מעלות בממוצע. בגובה הקרוב לנקודת ההתרסקות, טמפרטורת הטל עלתה ל - 9 מעלות.

הערה: הימצאות טמפרטורה זהה מגובה 2,500 ועד לגובה 1,300, מוסברת בקיום תופעת אינברסיה באותו אזור.

בהצבת הנתונים המטאורולוגיים, תוך התבססות על גרף ההתקרחות עולה, כי בהמצאות המטוס בשלב השיוט (כפר תבור ועד לכרי דשא) שררו תנאי התקרחות כדלקמן:

התקרחות מתונה/בינונית – בכוח שיוט.

התקרחות חמורה – בכוח להנמכה.

מכרי דשא, ועד לנקודת ההתרסקות נמצא המטוס בהנמכה. בהצבת נתוני המטאורולוגיה ששררו בהנמכה בתוך הגרף, נראה כי באזור שררו תנאי התקרחות שהלכו והחריפו, עד לגובה 2,100-2,200 בו תנאי ההתקרחות הנם החמורים ביותר, כולל עד לגובה הקרקע, זאת בכל כוח מנוע.

סביר להניח, כי על מנת להנמיך, הפחית הטייס מכוח המנוע. המשמעות היא שבעשותו זאת, הוחרפו, למעשה, תנאי ההתקרחות משום שהפתח שנותר פתוח בחלל המאייד, לאחר שהחל להיווצר בו קרח, הלך ונהיה צר, עקב סגירת המצערת.

עפ"י ניתוח התקשורת בין המטוס לבין המגדל, חלפו כ – 3.5 דקות מעת שהודיע על הימצאותו בכרי דשא ועד שהכריז על חרום בטיסה.

בהתבסס על נתוני המכ"מ, חושב שיעור ההנמכה ההתחלתי ונמצא סביב 400 רגל לדקה (הנמכה של 200 במשך 30 שניות). ההערכה היא שהטייס פעל על פי המוכתב בספר הטייס בתפעול רגיל, כמוכתב בפרק הדן בהנמכה ואז, רוב הפעולות ניתנות לשיקולו, ובכללן:

הפחתת הכוח **בהתאם לשיקולו** של הטייס.

חימום המאייר **על פי** הנחיצות למניעת התקרחות מאייד.

העשרת התערובת – **על-פי הצורך**.

מדפים וגלגלים **לפי שיקול הטייס** בתנאי שהדבר יעשה בהתאם למהירויות המרביות המותרות.

רק פעולה אחת **הינה חובה** – סגירת תריסי המנוע.

לאחר שביצע את השלבים הראשונים הנ"ל, עמדו בפני הטייס שתי אפשרויות לפחות:

האחת, להפחית את הכוח בלבד להנמכה.

השנייה, להתחיל בפעולות הנדרשות על מנת להעביר את המטוס לתצורת נחיתה. בכלל היה עליו להעביר את חימום המאייד למצב "חס", עפ"י הצורך, ואת התערובת להעשיר, עפ"י הצורך.

2.4 הגורם האנושי

האירוע החל, לכאורה, בכשל טכני שהתבטא באובדן כוח בגישה הסופית לנחיתה עד כדי אובדן כוח מלא. אין לצוות החקירה הקלטות מתא הטייסים, או דיווחים מפורטים בקשר או כל הקלטת נתונים אחרת במטוס, אשר יכולים לשפוך אור על הפעולות והתופעות שהיו בפועל, לפחות לא ברמת האמינות הנדרשת בחקירה כזו. כל שיכול צוות החקירה לעשות, לאחר שקבע את התרחיש האפשרי, המסביר בסבירות גבוהה את התאונה, הוא לנסות להעריך, עפ"י הראיות, הידע האישי ומיטב שיקול הדעת, איך ולמה זה קרה. אשר על כן, ניתוח נושא זה יהיה ברמת הזהירות המרבית ותוך הצהרה, שלא רק שייטכנו שינויים והבדלים בניואנסים, אלא שלא נשללה לחלוטין האפשרות לתקלה אחרת שלא נחזתה ע"י צוות החקירה. בהמשך לקו זה, יהיה הניתוח, עפ"י נושאי משנה, המרכיבים את התמונה הכוללת.

2.4.1 בחינת הסיכוי להתקרחות מאייד בהכנה לטיסה

משיחות שהיו לצוות החקירה עם עמיתים למקצוע, שותפים למטוס, בני משפחה ואחרים, מצטייר הטייס הבכיר כזהיר, שקול ובעל ידע אווירונאוטי. מצד אחד, אין ספק כמעט, כי הטייס, כמו כל טייס ממוצע, לפחות הכיר את התופעה של התקרחות מאייד ואף ידע כיצד להימנע מכך. מצד שני, דומה שהטייסים הופתעו, יחסית, מ"כשל המנוע" וספק אם הבינו בזמן, כי מדובר בהתקרחות מאייד. ההסבר המעשי לפער זה טמון בהערכה הראשונית את הסכנה לכך, קודם הטיסה. הטיסה בוצעה ביום יפה ולא קר במיוחד ונראה שהטייסים, לפחות עפ"י ההמשך, לא העלו בדעתם, כי זה עלול לקרות להם בנתוני התחזית לאותו היום. תחת הנחה/הסבר זה, לא הפעילו הטייסים את חימום המאייד לאורך הניתב, כך שאפשרי שההתקרחות התפתחה באורח מתון ומתמשך כבר במשך השיוט.

2.4.2 זיהוי ההתקרחות

הצלבת תמונת המכ"ם עם הנאמר בערוץ המגדל מלמדת, כי הטייס (טייס א'), אשר יזם את הטיסה כדי להשלים את 25 השעות הנדרשות, לשם אישור הטסת נוסעים, הוא שיצר את הקשר עם מגדל ראש פינה וסביר מאד להניח שניהל את כל הטיסה, עד לאותו השלב. מתברר, כי הטייס המשיך לשמור את גובה השיוט לפחות מייל אחד, צפונית לנקודת כרי דשא, ואז החל בהנמכה, עפ"י שיפוטו, לביצוע גישת ראייה ישירה למסלול 33 - לאחר מכן החל בהנמכה לנחיתה. כל עוד הנמיך הטייס בכוח מנוע מופחת, כן גברה ההתקרחות. מאחר שייזום הורדת לחץ הסעפת נעשה על ידי הטייס, לא מן הנמנע כי בשל כך לא הבחין בירידת לחץ הסעפת כתוצאה מההתקרחות.

בשלב מסוים העריכו הטייסים, כי עליהם למתן את שיעור ההנמכה ואז, סביר להניח, פתח הטייס כוח מנוע – פעולה שבמצב של התקררות עלולה לגרום לכיבוי המנוע, אם זה לא ארע קודם לכן. מניתוח שיעור ההנמכה, עפ"י נתוני המכ"ם הצבאי, ניתן להעריך, כי תרחיש זה ארע כדקה וחצי לפני ההתרסקות, כשהמטוס פחות מארבעה מייל מהמסלול.

2.4.3 פעולות החירום

בהעדר ראיות, כגון: ידיות, מפסקים ומחוונים, קשה לקבוע בפסקנות כיצד פעל הצוות. ניתן להעריך, כי הצוות השתהה כדקה לפחות, מהזיהוי הראשון של בעיית המנוע ועד שהכריז חרום. שיהוי זה אפשר שמקבל חיזוק והסבר מדיווחי הטייס השני: "אנחנו בלי מנוע, כרגע".

ההכרזה והאמירה שאוזכרה, מלמדים, כי סביר שהטייס הבכיר והוותיק, ששימש כחונך, לקח, תוך זמן קצר, את השליטה במטוס, ניסה לשווא להחיות את המנוע ורק כשראה את קצב התקרבות הקרקע הכריז חירום, מבלי שאיבד עדיין את התקווה להתניע אותו.

צוות החקירה לא מצא ראיות שיצביעו על מצב המדפים, בפועל, אך מצא שהגלגלים נעולים במצב "מטה" – אין אינדיקציה למיקום הנקודה, בנתיב האחרון, בה בוצעה ההורדה, אך סביר להניח כי בדרך בוצע בנקודה בה הכין הטייס את המטוס לתצורת הנחיתה.

2.4.4 ביצוע נחיתה אונס

בנקודה המוערכת, בה הבחינו הטייסים, באובדן כוח מנוע, היה המטוס עדיין כ – 1,000 רגל מעל הגובה בו הוא התרסק. כיוון שפני הקרקע באותו איזור עולים ככל שמצפינים, היה המטוס, בפועל, גבוה יותר. באותם הנתונים, היה באפשרות הטייסים, עדיין, אילו החליטו מייד לעבור לביצוע נחיתה אונס, להשלים את הנחיתה במגוון של אפשרויות, כמו: שיפוט לשביל/דרך, חזרה דרומה דרך הירדן ההררי לאזור הכינרת שהוא נמוך מפני הים ועוד.

המסקנה המתגבשת מניתוח מכלול הנתונים היא שלא הייתה זאת ההחלטה המיידית. כיוון שהטייס הטיס את המטוס, סביר להניח שחלפו מספר שניות עד שטייס ב' הפנים את מצב המטוס ולקח אליו את ההגאים. מכאן ואילך נראה שהטייס ניסה "להחיות" את המנוע והוא לא איבד את תקוותו לכך, גם כשהכריז "חרום".

נקודת ההתרסקות הייתה כ – 200 מטרים לפני שדה הדשא אליו רצו הטייסים להגיע. חישוב, עפ"י שיעור הגלישה, מלמד כי חסרו להם פחות ממאה רגל בגובה כדי להגיע לשם.

רק בשלב הסופי, הבינו הטייסים את מצבם לאשורו, אלא שאז לא הייתה רצועת אדמה מתאימה לנחיתת אונס, שדה הדשא שהיה לפנייהם, היה מרוחק מהם במידת מה. אפשר להעריך, כי אלמלא הגלגלים היו במצב "מטה", היו הטייסים מצליחים להגיע לשדה הדשא, עליו תכננו "לשים את הגלגלים".

2.4.5 סיכום

בניתוח זהיר של הגורם האנושי בתאונה זו, ניתן להעריך, כי האירוע החל באי נקיטת צעדים למניעת התקררות המאייד, ככל הנראה עקב העדר מודעותם לסכנת ההתקררות, בתנאי מז"א ששררו אותו היום - מתוך כך גם לא נאספו הנתונים לביצוע בדיקה מקדימה של הסיכון. משכך ארע, סביר שרק כאשר התקררות זו באה לידי ביטוי, בפועל, הבינו הטייסים את מצבם והחלו בביצוע פעולות החרום שלהם. סביר גם להניח, כי אילו היו הטייסים, בעת זיהוי אובדן הכוח, עוברים מיידית לתכנון ולביצוע נחיתת האונס, הייתה הנחיתה מתרחשת בצורה נשלטת יותר ובאזור נוח בהרבה, באופן שהיה מאפשר, כנראה, את שרידותם. הערכת צוות החקירה, כי תכנון נחיתת האונס היה כללי מידי ובפועל השתהה עד לנקודת "אל חזור", ממנה לא ניתן היה להיחלץ.

2.5 תפקוד מגדל ראש פינה

- 2.5.1 הדיווח הראשון והמידי על האירוע, נמסר לחוקר הראשי ע"י מנהל המגדל, דקות ספורות לאחר שארע. הדיווח היה מדויק וממצה ובכך אפשר למשרד החוקר הראשי להערך ולצאת לחקירה, באופן יעיל ומהיר, תוך הפעלת מגוון אמצעים ופעולות, בו-זמנית.
- 2.5.2 הקלטת ערוץ המגדל ניתנה תוך פחות משעה, באמצעות המכשור החדש בחטיבת הבטיחות של רש"ת וניתן היה לקבוע על פיה, כי מעורבות המגדל באירוע, קודם שהסתיימה החקירה, הייתה קטנה יחסית, אך מתואמת ויעילה.
- 2.5.3 הנחיות המגדל היו ברורות וההתייחסות למטוס מרגע שדיווח על בעיה במנוע, הייתה מעשית ותכליתית. יחד עם זאת, צצו השגות לגבי שיקול הדעת, בכל הקשור להוצאת הכבאיות של השדה, אל אתר התאונה וסגירת השדה בפועל. בתאום עם החוקר הראשי, תחקרה חטיבת הבטיחות של רש"ת את הנושא ופרסמה ב - 23 במרס 2011 את התחקיר שביצעה.
- 2.5.4 בשורה התחתונה נקבע, כי המגדל פעל בצורה טובה, תוך ביצוע הפעולות הנדרשות ברשימות התיוג המתאימות.

2.6 ביצוע גישה ישירה לשדה התעופה במחניים

2.6.1 לאחר שקיבל הנחיות מהמגדל, בקשר להנמכה ולנחיתה, תכנן הטייס את

הפחתת הגובה, מגובה השיוט ועד לגובה הגישה. בדרך כלל גלישה זו של המטוס מסתיימת בכניסתו להקפה לצורך הנחיתה, קרי, גובה ההקפה משמש נקודת ייחוס לשיפוט ולהפסקת הגלישה.

בעת ביצוע גישות ישירות, היינו ביצוע פינל ארוך למעשה, תהליך ההנמכה מבוצע באמצעות שיפוט בלבד. ורק לאחר שלטייס קשר עין עם המסלול בגישה ישירה מכרי דשא למסלול 33 בראש פינה, הגישה בעייתית במיוחד לאור עובדות אלה:

2.6.1.1 גובה המטוס מעל כרי דשא הנו 2,500 רגל ותוספת ההפרש שבין גובה פני הים והכנרת, קרי המטוס נמצא בגובה שמעל 3,000 רגל מעל פני השטח, ובעוד גובה שדה ראש פינה כ – 900 רגל מעל פני הים. ההנמכה מכרי דשא לנקודה שבה מתחילה הגישה הסופית מבוצעת עפ"י שיפוט הטייס בלבד.

2.6.1.2 פני הקרקע עולים בהדרגה מכרי דשא ועד למסלול.

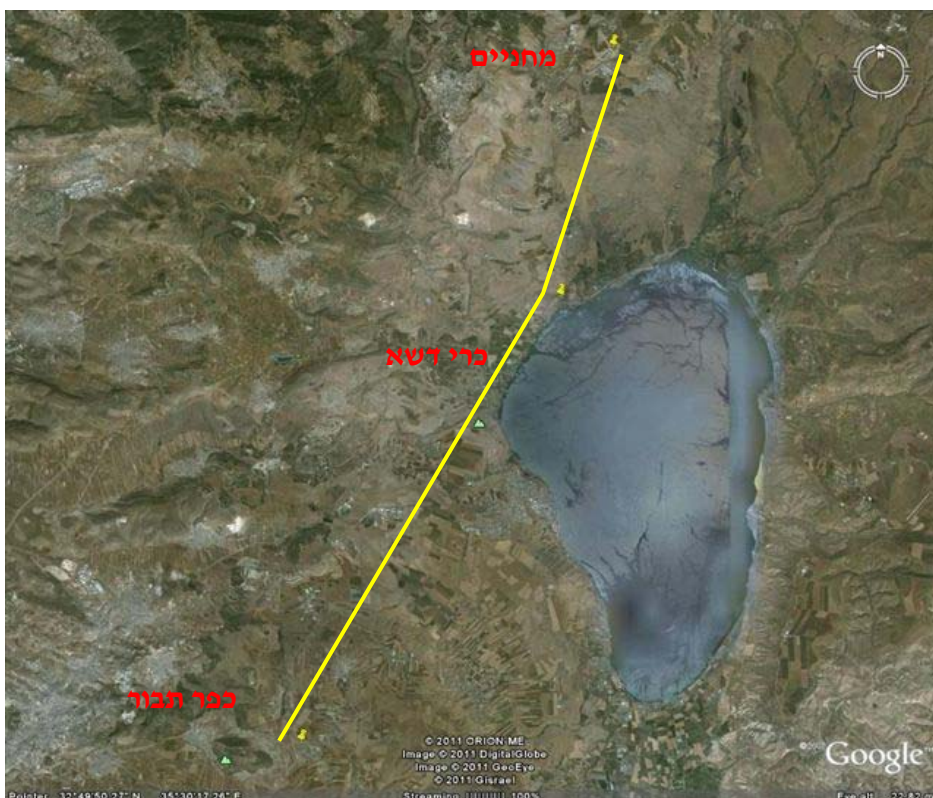
2.6.1.3 בהתבסס על שתי העובדות הנ"ל ומאחר שההנמכה מבוצעת עפ"י שיפוטו של הטייס בלבד, יקשה מאוד על הטייס לבצע גישה ישירה, בהעדר נקודות התייחסות לגובהו ביחס לקרקע, כפי שהדבר מתבצע בהקפה סטנדרטית לנחיתה.

2.6.1.4 כיוון הגישה הישירה מכרי דשא אינו כוון ציר המסלול (50 מעלות), יוצא מכך שהטייס חייב לבצע תמרון אופקי תוך כדי ההנמכה. פעולה שכזו אינה דומה לפניות בנות 90 מעלות אותן מבצע הטייס בהקפה סטנדרטית, אלא דורשת שיפוט תוך כדי הסתכלות. ניתן לראות בנתיב מכרי דשא, קודם הפנייה לפינל, מעין צלע בסיס, אלא שהיא אינה מוגדרת בנתיב ואינה בניצב לפינל כפי שמורגל הטייס. צרוף נתונים אלה עלול אף הוא לגרום לטעויות השיפוט.

2.6.1.5 יש לזכור כי עפ"י תקנות ההפעלה (94 (4)) הגובה המזערי בנתיב טיסה לפי כטר"ם מעל יישוב, יהיה לא פחות מ – 1,000 רגל מעל העצם הגבוה, שנמצא ברדיוס 600 מטר ממקום הימצאו של כלי הטיס. על מנת לעמוד בדרישת התקנה האמורה, נדרש הטייס לחפש נתיב הנמכה שאינו עובר מעל יישוב. זאת ועוד, על פי אותה תקנה, על המטוס להימצא גבוה יותר מגובה המאפשר נחיתה במקרה חירום, ללא פגיעה בבני אדם או גרימת נזק לרכוש.

2.6.1.6 כפי שהוזכר קודם ביחס לגבהים שבין כרי דשא ומסלול הנחיתה, על הטייס לבחור את קצב אובדן הגובה תוך שמירה על ההגבלות שניתנו בתקנות הטיס ותוך התחשבות בתנאים שמובילים לאפשרות לשיפוט מוטעה של הגובה ושל ההנמכה.

2.6.1.7 בנוסף לנאמר לעיל, על הטייס לבחור נקודה במרחב בה הוא משנה את תצורת המטוס לתצורה המתאימה לנחיתה. יש לזכור כי שינוי התצורה (הורדת גלגלים ומדפים, שינוי פסיעת הפרופלור לעדינה ושאר הפעולות הנדרשות עפ"י ה"ח) גורם להגדלת הגרר של המטוס, אשר מגדיל את שיעור ההנמכה (אובדן גובה ביחידת זמן). בנקודה האמורה, על הטייס להיות במצב של חלוקת קשב מרבית בהיותו מרוכז בנחיתה עצמה.



2.6.2 מתוך האמור לעיל, נראה כי גישה ישירה למסלול 33 במחניים, טומנת בחובה מגבלות רבות שיכולות להגדיל את ההסתברות לטעות אנוש. הדבר נכון בכל הקשור לטיסה פרטית. אפשר ששונה הדבר בהקשר לאמור בביצוע טיסות מסחריות, וזאת משום שרמת הטייסים וניסיונם גבוהים לאין שיעור מזו על רוב הטייסים הפרטיים. בנוסף, טייס מסחרי מבצע את הנתיב כמה וכמה פעמים בתקופת זמן קצרה ובכך הוא מכיר את פני השטח בסביבת השדה.

2.6.3 צוות החקירה נועץ עם טייסים ופקחים על מנת "לחוש" את השטח, ודעותיהם נחלקו כדלהלן:

2.6.3.1 חלקם גרסו, שמאחר שגישה ישירה מבוצעת כיום הלכה למעשה, אין צורך לבצע שינוי כל שהוא בהוראות.

2.6.3.2 חלק מהטייסים הביע דעתו על כך, שהמצב הנוכחי מסוכן, ולכן, אם הדבר ניתן לשיקולו של הטייס, אזי עדיף לו לבצע הקפה שלמה בטרם ינחת.

2.6.3.3 מרבית הפקחים סברו, כי הגעה להקפה, בטוחה יותר, נוחה יותר לפקח ו"מסדרת" את המטוסים בצורה טובה יותר.

2.6.3.4 רוב הנשאלים הסכימו, כי אפשר לבצע גישה ישירה למסלול 33, אולם רצוי לשפר את התהליך, הנשען כיום על הערכה סובייקטיבית מצדו של כל טייס.

2.6.4 צוות החקירה ביכר שלא להכריע בעדיפות זו או אחרת, אך קבע שלא נכון להשאיר את המצב, ללא שינוי. מתוך כך, ניתן לפעול בכמה דרכים, כמו:

2.6.4.1 קביעת נקודה בה תחל ההנמכה כעין: VISUAL DESCENT POINT.

2.6.4.2 קביעת נתיב ההצטרפות לגישה (APPROACH FLIGHT TRACK).

2.6.4.3 קביעת שיעור ההנמכה הרצוי על הנתיב הנ"ל.

2.6.4.4 קביעת נקודות שונות לאפשרות ביטול הגישה הישירה.

2.7 פרסום נתוני מז"א לתעופה

2.7.1 צוות החקירה קבע את התרחיש המסביר את התאונה ונסיבותיה, כטיסה בתנאים מטאורולוגיים היוצרים תשתית נוחה להתקרחות המאייד, מבלי שהטייסים שהיו במטוס היו מודעים אליהם, או מבלי שנקטו את הפעולות הנדרשות כדי להימנע מתופעת ההתקרחות.

2.7.2 תופעת ההתקרחות, ימיה כימי התעופה, והיא נלמדת במסגרות שונות בהכשרת טייסים, כך שאין ספק כי הטייסים שהיו במטוס הכירוה. למרות שהתופעה הנ"ל נדירה יחסית בישראל, בכל זאת, מעת לעת מתרחשות תאונות בעטייה. אם אכן התופעה הייתה מוכרת לטייסים, נשאלת השאלה, האם הם היו מודעים כי נקלעו לתוכה ואם כן, כיצד הגיבו למצב.

2.7.3 הטיסה שהסתיימה בתאונה, אירעה ביום בהיר וצח, ומשכך, קשה על הטייס לדמיין ולהעריך אפשרות לקיום התקרחות כריאלית, ביום שכזה. לעומת זאת נתוני מזג האוויר שהצביעו על כך שהטיסה המסוימת נמצאת בלב מעטפת התנאים להתקרחות מאייד, לא היו ידועים לטייסים ולא היה באפשרותם לקבלם באופן רגיל.

2.7.4 הנדירות של התופעה בפועל יחד עם העדר נתוני מז"א נגישים לתעופה הכללית והספורטיבית, מובילים לכך שטייסים רבים, למרות היכרותם את התופעה, אינם נוקטים את הצעדים המתאימים להפחתת הסיכון. נושא זה עלה בעבר מספר פעמים בדוחות חקירה, רובם ככולם בהתייחס לתעופה הכללית ולתעופה הספורטיבית. בעוד שמידע אודות מזג האוויר, עבור התעופה הבינלאומית, מטופל ע"י ICAO, אין סטנדרטים דומים עבור שאר מגזרי התעופה, כך למשל:

☒ עבור התעופה הכללית והזעירה חסרים נתונים, כמו: רוחות וטמפרטורות, יבש ולח, בגבהים: פני הים, 5,000 רגל ו – 10,000 רגל. עננות, תופעות חתחות, טמפרטורת נקי' טל, ואזהרות מטאורולוגיות בנתיבי הטיסה וכן נתוני מז"א שנמדדו בשדות ובבסיסים הצבאיים לאורך הנתב.

☒ עבור מגזר מצנחי הרחיפה חסרים נתונים מקומיים באתרי הרחיפה, כמו: נתוני הרוחות באתרים השונים, "היסטוריה" קצרה של הרוח בכל אתר, ע"מ לקבל מושג על המגמה. כיום מצויות שבשבות רוח במושב שרונה, במבוא חמה ובהר כמון. נדרשות נוספות ב - זיכרון יעקב, בהר תבור, בהר גלבע, בהר הארי בנתניה ובמצפה רמון.

ישנן כיום שבשבות אוטומטיות המופעלות באנרגיה סולרית עם חיבור אלחוטי קבוע לאינטרנט, בעלות של 2,000 דולר ליחידה. נתונים אלו יחד עם שירותי חיזוי יומיים ישפרו בצורה רבה את נתוני הרקע, עוד קודם נסיעתו של המרחף לאתר.

2.7.5 בחינה מקצועית בלבד של הסוגיה, סופה שתמליץ, כי רשות ממלכתית תרכז את הנושא. היתרון שיש לכך טמון ביכולת להקים ולמגן אתרי מידע כאלה בשטח והן ביכולת הקיימת ממילא לעבד את הנתונים ולפרסמם בדרך המיטבית עבור המשתמשים מעולם התעופה. מעת לעת קיימים מיזמים כאלה, אך משרד החוקר הראשי סבור שצריכה להתקבל החלטה עקרונית בנושא אשר בעקבותיה תיערך תוכנית למימוש הרעיון בדרך הכלכלית והישימה ביותר.

2.8 תרגול נחיתות אונס בשטח עד לגובה 100 רגל

2.8.1 בישראל, גובה הטיסה המינימאלי, עפ"י התקנות, בטיסות ראייה באזור שאינו מאוכלס, הוא 500 רגל מעל העצם הגבוה ביותר, ברדיוס של 600 מטר. התקנה גורמת לכך ש"הליכה סביב" באימוני נחיתות אונס, חייבת להתחיל ולהיעשות, מעשית, בגובה שלא יפחת מ- 500 רגל מעפ"ש.

2.8.2 בעקבות המקרה הנחקר, גבר אצל גורמי תעופה, טייסים ותיקים ומדריכי טיסה, הספק ביחס לאפקטיביות של התרגול במגבלות האמורות. השאלה, ביסודו של נושא היא "האם אימון נחיתות אונס לחניכי טיס, ראוי לו שיוגבל להנמכה של עד 500 רגל מעל פני השטח?".

2.8.3 הדעות נוטות לכאן ולכאן. המצדדים בהנמכה לגובה של 100 רגל מעפ"ש ואפילו ל- 50 רגל, טוענים, שמי שהתנסה בכך סיכוייו להצליח במצב חירום אמיתי גבוהים משמעותית, יחסית למי שלא תרגל זאת.

המתנגדים טוענים, שאין בהתנסות זאת שום פתרון, שכן, בהיות הטייס בגובה 500 רגל ומיוצב לנחיתה, לא עומדות בפניו אפשרויות שינוי משמעותיות וברוב המקרים ינחת בשדה שאליו כיוון מלכתחילה. חניך באימון נ"א נמצא למעשה בחלק האחרון של הגישה, במצב דומה לזה של נחיתה רגילה ללא כוח מנוע. הבעייתיות נעוצה כמובן ב"הליכה סביב". ברור הוא שאין להשוות את הסיכון שב"הליכה סביב" מגובה של 100 - 50 רגל ל"הליכה סביב" מגובה של 500 רגל. הסיכון נובע הן מהחשש, גם אם אינו רב, מתקלה טכנית והן מגורמים קרקעיים שלא הובחנו או הוערכו נכון בעת הגישה, או טעויות טייס, כמו:

היתקעות של ידית חימום מאייד שאינה מאפשרת את סגירתה וגורמת לאובדן כוח שיכול להיות משמעותי מאד בגובה זה.

התקררות מאייד בשל אי פתיחת חימום מאייד, והחמור והשכיח, הרמת מלוא המדפים בתחילת ה"הליכה סביב", הגורמת, במהירות איטית, לשקיעה מהירה וקיצונית. מכשולים קרקעיים: קווי חשמל או טלפוניים פיראטיים, חורשת עצים שהמרחק אליה לא הוערך נכון ועוד אלה מרעין בישין.

2.8.4 תשומת הלב בהדרכת נחיתות אונס צריכה להינתן לנושאים הבאים:

2.8.4.1 טכניקה מתורגלת של בחירת שדה, עם התחשבות בכל הגורמים הקרקעיים והאוויריים.

2.8.4.2 בצוע מדויק ובגבהים הנכונים, של כל סעיפי הבד"ח.

2.8.4.3 בחירה נכונה של נתיב ההנמכה והגישה, קביעת נקודות מיקום וגובה, תוך דגש על גמישות וטכניקות לתיקון טעויות.

2.8.4.4 תרגול נחיתות אונס המסתיימות בנחיתה מלאה ולא ב"הליכה סביב" (מוגבל לשדות תעופה ומנחתים פעילים).

2.8.5 אין להתעלם מהעובדה שבארצות אחרות, כמו ארה"ב למשל, אין מגבלה שכזאת. יחד עם זאת צריך לזכור את הבדלי המנטאליות והתנהלות מערך התעופה הכללית, שיש בינינו לבין האמריקאים ולא להיחפז ולאמץ אוטומטית את גישותיהם.

בשורה התחתונה, צוות החקירה נמנע מהצגת עמדה מפורשת וחד משמעית ומעדיף להגיע למסקנה בנושא, רק לאחר שהוא ייבדק במקצועיות, כפי שבא לידי ביטוי בפועל, במשך השנים האחרונות.

2.9 סיוע חיל האוויר בחקירה אזרחית

התאונה ארעה במהלך ארבע הדקות ממעבר הקשר של הטייסים עם הבקרה המרחבית הצבאית "פלוטו", לערוץ הקשר של המגדל ראש פינה.

תמונת המכ"ם של התנועה האווירית באזור הצפון, מתבססת על מכשירי המכ"ם הצבאיים ואין היא מצויה אצל הגורמים האזרחיים, בדגש למגדלי הפיקוח השונים. בחקירה הנוכחית, למרות בקשות חוזרות ונשנות, לא קיבל צוות החקירה, עד למועד כתיבת הדוח, את הקלטות המכ"ם והשמע המצויות ביחידת הבקרה הצבאית. כל שהתקבל, לאחר מספר ימים, הוא רשימה של 13 נקודות טיסה מארבע הדקות האחרונות. כל נקודה כללה: נתוני מיקום, גובה וזמן.

למען הסר ספק, אין לצוות החקירה חשד מבוסס, לכאורה, כאילו הוקלטה אמירה קודמת כל שהיא, שיכולה לשפוך אור על האירוע, אך העובדה, כי מרב הנתונים אינם מסופקים בהקדם האפשרי לצורך החקירה, מקוממת במיוחד.

יצוין, כי מדובר בנתונים בלתי רגישים וגם אם יש לצידם פעילות "חסויה" כל שהיא, ניתן בנקל לבודד אותה וליתן "תמונה" מצונזרת של המצב האווירי והקלטת השמע. נדבך נוסף הקשור לנושא, טמון העובדה, כי גם בחוק הטיס החדש לא נקבע, כי הצבא צריך לספק בהקדם האפשרי נתונים אובייקטיביים, כגון אלה שהוזכרו לעיל, ואשר מהווים כלי חשוב ביותר בניתוח ממצאי החקירה, כל שנאמר, הוא: "הגורם הצבאי רשאי לסייע...".

אם בכך הייתה מתמצית הבעיה, אזי חזקה על משרד החוקר הראשי שלא היה מעלה אותה, אלא "סופג" את הקשיים והמשמעויות. בפועל, הבעיה משמעותית ומורכבת בהרבה מכפי שתואר והיא קיבלה ביטוי בעבר במספר דוחות חקירה.

בהזדמנות זו וללא קשר לאמור לעיל, יצוין, כי עדיין קיימת "סטייה" משמעותית, לתמונות המכ"ם ולסנכרון הקלטות השמע, בין אלו המבוצעות ע"י חיל האוויר לבין אלו המבוצעות במקביל ע"י רש"ת.

תופעה זו חוזרת באופן עקבי וראוי יהיה, כי רש"ת וחיל האוויר יפעלו יחד לבדוק את הנושא ולתקן את הנחוצ.

3. מסקנות

- 3.1 התאונה מסווגת בסבירות גבוהה כאישית צוות אוויר של שני הטייסים, החלה בהכנת טיסה באופן חלקי, שלא כללה בדיקת סיכון באשר לאפשרות להתקרחות מאייד והסתיימה בביצוע נחיתת אונס בלתי מוצלחת, בשטח סלעי.
- 3.2 לא ניתן לשלול אפשרות לקיום גורם טכני שגרם לאובדן כוח, בגישה הסופית לנחיתה, אם כי לא אותרו כל ממצאים שיכולים להצביע על אפשרות כזו.
- 3.3 האבחנה באובדן כוח המנוע ארעה, כנראה, בגובה הנמוך מ – 1,000 רגל מעל פני השטח והיא הפתיעה את הטייסים שלא צפו אפשרות זו - אלמלא כן, היו מפעילים חימום מאייד מבעוד מועד.
- 3.4 הצלבת הממצאים, הנתונים והראיות מצביעה, כי סביר שהנוסע, הטייס הבכיר, נטל את השליטה על המטוס וניסה להתניע את המנוע, תוך דחיית ההתארגנות לנחיתה האונס בשטח. למעשה, הפגין הטייס, מצד אחד, קור רוח וכביכול גם שליטה ומצד שני, שגה בשיקולו בכך שלא ויתר מיידית על ניסיונותיו אלה, על מנת להתמקד בבחירת האתר לנחיתה האונס.
- 3.5 מרחק נקודת ההתרסקות משדה הדשא (כפי שכינה אותו הטייס), שהתאים לנחיתה, היה כ – 200 מטרים ממקום התרסקות המטוס. משמעות הנתון, כי היו חסרים לטייסים כ – 100 רגל גובה, להגעה לשדה הדשא עליו הכריזו. קיימת אפשרות ממשית שהטייס שגה בשיפוט או בחישובי הגלישה כתוצאה מתוספת הגרר של הגלגלים, שהיו במצב "מטה" ואולי (אין עדות לכך) גם ממצב המדפים.
- 3.6 תפקוד מגדל ראש פינה ובאמצעותו גם שירותי הכיבוי של השדה היה טוב והתבצע עפ"י הנהלים למצב חירום.
- 3.7 ביצוע גישה ישירה לבאים מדרום, למסלול 33 בשדה ראש פינה טומן בחובו סיכון מוגבר, לטייס שאינו מכיר ואינו מורגל לנחיתה שם ביום יום, עקב הקושי ב"שיפוט", הנובע מתחילת תהליך מעל הכנרת שהיא מתחת לגובה פני הים ובתוך זמן קצר עולים פני הקרקע משמעותית, בעוד שהמטוס מצוי בהנמכה.
- 3.8 תרגול נחיתת אונס בשטח פתוח מוגבל ל – 500 רגל מזערי, שהוא יחסית, גובה גבוה להמחשת השלב הסופי של נחיתת האונס. ספק אם נכון לאפשר תרגולים עד לגובה מזערי של 100 רגל.

- 3.9 מחקירה זו ומחקירות נוספות, לא מעטות, מצטיירת נורמה בעייתית אצל טייסים רבים שאינם מתכננים ומכינים טיסה עפ"י "רשימת תיוג" מסודרת ובעיקר אין להם את המודעות לכך, שההכנה, אם מתקיימת, תהא עפ"י גישת ניהול סיכונים מתאימה.
- 3.10 בשנים האחרונות גדל משמעותית החלק היחסי של תאונות הנובעות מנחיתות אונס או חרום, בהן השלב האחרון מבוצע בחוסר שליטה מצד הטייס.
- 3.11 קיימת מידה, לא קטנה, של חוסר ידע וטכניקת הטסה, בביצוע נחיתת אונס/חרום בשטח פתוח, יחסית למסלול/רצועת קרקע, בכל הקשור לאופן "הנגעת" המטוס בקרקע. נקיטת טכניקה נכונה ומיומנת, בשלב הסופי של נגיעת המטוס בקרקע, עשויה במקרים רבים להציל את חיי אלו שבמטוס.
- 3.12 נתוני מזג האוויר המסופקים לתעופה הכללית והספורטיבית הינם חלקיים וחסרים, באופן המקשה על הערכה וחיזוי של תופעות חריגות ותנאים מגבלתיים. קיימת פעילות, בשרות המטאורולוגי, לתקן את המצב, אלא שזה מתעכב, בעיקר מסיבות תקציביות.
- 3.13 בחקירה הנוכחית סיוע חיל האוויר היה מוגבל, חלקי ומושהה יחסית למה שאפשר ונכון היה לצפות. תופעה זו מתרחשת לא מעט פעמים ומחייבת ביצוע הערכה מחדש של התלות בחיל האוויר לקבלת נתוני עזר לחקירה (תמונת מכ"ם, הקלטות שמע).
- 3.14 בין תמונות המכ"ם של רש"ת לאלו של חיל האוויר קיימת "הסחה" קבועה, בדרך כלל, כמו גם בעיתוי הקלטות השמע. פערים בתמונת המכ"ם בשעונים המוקלטים הינם גדולים דיים כדי להצדיק פעילות לתיקון פערים אלה. לפערים אלה לא הייתה השפעה מהותית על הניתוח בחקירה זו, כיוון שהחישובים נעשו באופן יחסי ולא בערכים מוחלטים.

4. המלצות

מספר לא קטן של חקירות שנעשו בשנים האחרונות במערך התעופה הכללית ובתעופה הספורטיבית מלמדות על פערים משמעותיים, בהתנהלות ובתוצאות, בין טיסה מקצועית מסודרת ומחושבת, לבין טיסה במסגרת פעילות פנאי, שאינה עיסוק עקרי. ההתקדמות הטכנולוגית למול הסיכונים בטיסה, מחייבת לנקוט בתוכנית בטיחות, מקיפה ומקצועית, בהובלה של רת"א, **יחד עם השטח**, על מנת לתקן נורמות והרגלים ולחנך לחשיבה "טבעית" של ניהול סיכונים. מתוך כך, מרבית ההמלצות הן בכיוון זה.

המלצה 1

לבחון דרכים להטמעת ההבנה של הגורמים הקשורים להתקרחות מאייד ואופן השימוש במערכת החימום של המאייד, בשלבי הטיסה השונים.

אחריות: מנהל רת"א **מועד ביצוע:** 1.9.11

המלצה 2

לדון בסוגיית נחיתות החירום/אונס בדגש לשגיאות האופייניות ולהגדיר צעדי בטיחות (אפילו "קמפיין") לשיפור הידע, המיומנות והמודעות לכך. לשקול חיוב טיסות סימולאטור כחלק מהתוכנית.

אחריות: מנהל רת"א **מועד ביצוע:** 1.11.11

המלצה 3

להגדיר ביצוע בד"ח מפורט, עפ"י שיטת ניהול סיכונים, כחלק מובנה בהכנת הטיסה ובתדריך לה, מעבר למינימום הנדרש בתקנות, ולהגדיר את אופן התיעוד של הפעולות העיקריות הנדרשות (טופס משקל ואיזון, מזג אוויר וכו').

אחריות: מנהל רת"א **מועד ביצוע:** 1.11.11

המלצה 4

לשקול אם קיים צורך ממשי להגביל את ביצוע הגישות הישירות למסלול 33 בראש פינה, לאוכלוסיה מצומצמת יותר, עפ"י קריטריונים מנחים ברורים.

אחריות: מנהל רת"א **מועד ביצוע:** 1.9.11

המלצה 5

לשקול הצורך בביצוע תרגולי נחיתת אונס בשטח, עם מדריכים ובאזורים מסוימים, עד לגובה מזערי של 100 רגל.

אחריות: מנהל רת"א **מועד ביצוע:** 1.9.11

המלצה 6

לקדם ולזרז את פרויקט מזג אוויר לתעופה, שהשירות המטאורולוגי מספק ולאפשר לטייסי התעופה הכללית והספורטיבית לקבל את הנתונים באופן ידידותי ובפירוט הנדרש לתכנון משימה, תוך מתן אזהרות לגבי תופעות ומזג אוויר מגבלתי.

אחריות: מנהלת השמ"ט (מול מנכ"ל המשרד) **מועד ביצוע:** 1.11.11

המלצה 7

לבדוק ולתקן בהתאם את הסטיות הקיימות בהקלטות המכ"ם והשמע, במערכות של רש"ת לבין אלו של חיל האוויר (המלצה חוזרת).

אחריות: מנכ"ל רש"ת (בתיאום עם חיל האוויר) **מועד ביצוע:** 1.9.11

המלצה 8

לבצע "מחקר יישומי" המבוסס על תיקי החקירה בעשור האחרון, במסגרת החקירות המתבצעות בנושא, לזהות את המאפיינים של נחיתות החרום/אונס שבוצעו בישראל, לנתח ולהציג את התובנות והלקחים מניתוח זה.

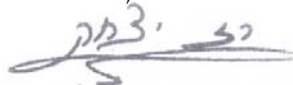
אחריות: החוקר הראשי **מועד ביצוע:** 1.11.11

המלצה 9

להציג בפני מנכ"ל המשרד את הבעייתיות בתלות בחיל האוויר, בקבלת נתונים בסיסיים הדרושים לחקירה, יחסית למה שקורה בעולם הרחב ולבחון דרכי פתרון, הישימות למצב הייחודי.

אחריות: החוקר הראשי **מועד ביצוע:** 1.8.11

5. הדוח אושר לפרסום.

בברכה,


עו"ד רז יצחק (רזצ'יק)
החוקר הראשי

תאריך: 20.4.11 סימוכין: 09885411