

דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה מס' 12-09

- נחיתת אונס עקב אזילת דלק -

20.2.09

תאריך

C-337 (PUSH PULL)

סוג כלי הטיס

4X-CBV

סימן רישום

מנחת מגידו

מקום האירוע

- דוח סופי -

לצורכי בטיחות בלבד

תוכן עניינים

עמוד	תוכן
4	1. תקציר האירוע
5	2. מידע עובדתי
5	א. השתלשלות האירועים
11	ב. תמליל התקשורת + נתוני מכ"מ עיקריים
13	ג. הטייסים
14	ד. החברה
15	ה. המטוס
15	ו. תדלוקים וטיסות בחודש פברואר 2009
16	ז. ביצועי המטוס – נתונים עיקריים
16	ח. מזג אוויר
17	ט. מנחת מגידו
18	3. ניתוח התאונה
18	א. משימת הגברת הגשם
21	ב. אי תדלוק המטוס למשימה
26	ג. התקלה הטכנית של מערכת מדידת כמות הדלק
28	ד. ההשתלטות על המטוס, לאחר כביית שני המנועים וההיחלצות מתחת לענן
29	ה. ביצוע נחיתת האונס
44	ו. עבודת הצוות באירוע (CRM)
50	4. מסקנות
52	5. המלצות
52	6. חברי צוות החקירה ואישור הפרסום
54	7. "אחרית דבר" של החוקר הראשי

מילון מושגים

- (א) **CRM** – crew (cockpit) resource management – ניהול עבודת צוות.
- (ב) **GPS** – Global Positioning System – מכשיר איכון מיקום על פני כדור הארץ.
- (ג) **DME** – Distance Measurement Equipment – ציוד למדידת מרחק.
- (ד) **UTC** – Coordinated Universal Time – זמן יקום מתואם (לשעבר GMT – זולו). זמן המשמש את התעופה בכל העולם. הזמן המקומי בארץ הוא UTC + שעתיים.
- (ה) **VHF** – Very High Frequency – תג"ם (תדר גבוה מאוד).
- (ו) **VOR** – VHF Omni Directional Range – משואת רדיו רב כיוונית.
- (ז) **D/W** – יחס גרר למשקל.
- (ח) **A/R** – Aspect Ratio – מנת מימדים - מוטת הכנף מחולקת באורך מיתר ממוצע.
- (ט) **W/S** – Wing Loading – עומס כנף [Psf].
- (י) **Psf** – Pound Square Foot – ליברות לרגל רבוע.
- (יא) **ROT** – Runway Occupancy Time – זמן תפיסת מסלול.
- (יב) **NM** – מייל ימי (1,852 מטרים).
- (יג) **SM** – מייל יבשתי (1,609 מטרים).
- (יד) **MPH** – מהירות במייל יבשתי לשעה (מיי"ש).
- (טו) **KTS** – מהירות במייל ימי לשעה (קשר).
- (טז) **סע"מ** – ספר עזר מבצעי.
- (יז) **כטב"מ** – כלי טיס בלתי מאויש.
- (יח) **Vi** – מהירות מסומנת.
- (יט) **Vc** – מהירות מכווילת.
- (כ) **Vt** – מהירות אמיתית.
- (כא) **Vh** – מהירות אופקית.
- (כב) **Vv** – מהירות אנכית.
- (כג) **RPM** – Revolution Per Minute – סיבובים לדקה (סל"ד)

דוח חקירה בטיחותית תיק תאונה מס' 12-09

1. תקציר האירוע

במהלך ביצוע נתיב להורדת גשם (זריעת עננים), מעט דרומית לאום אל-פחם, בגובה 6,000 רגל לערך, כבו שני המנועים זה לאחר זה, בהפרש זמן קצר (כדקה – דקה וחצי). הצוות הנמיד אל מתחת לעננים, בגובה 3,800 רגל וגלש לנחיתת אונס לכיוון מנחת מגידו. המטוס הונחת מעבר למסלול 09, בשדה הפתוח, רץ כ – 75 מטרים, התהפך ונעצר על גבו, במרחק 725 מ' מחוץ למסלול. שני הטייסים נחלצו בכוחות עצמם ללא פגע. המטוס ניזוק באופן בינוני – כבד בעת גרירתו לתחום המנחת.



2. מידע עובדתי

א. השתלשלות האירועים

- (1) ביום שלישי, ה' - 17 בפברואר 2009, המריאו שני טייסים מ-נתב"ג, אחרי השעה 02:00 למשימת הורדת גשם (זריעת עננים), לאחריה היו אמורים לנחות בהרצליה, ולהעביר את המטוס למכון בדק לצורך ביצוע ביקורת 50 שעות. המטוס, CBV, תודלק מלא לפני המשימה.
- (2) בסיום המשימה חזרו לנחיתה. מאחר שמועד הנחיתה הוקדם הם נאלצו לנחות ב-נתב"ג. על ערוץ ה-VHF של שח"ם (חברת בת של מקורות), הם קיבלו הנחייה מהבעלים של החברה, שהוא גם הממונה על המבצעים (להלן: "הבעלים"), שלא לתדלק את המטוס, כיוון שמאוחר יותר מתוכננת העברתו להרצליה.
- (3) לקראת השעה 06:00 נחתו השניים ב-נתב"ג, לאחר טיסה שארכה 3:35 שעות. השניים לא תדלקו את המטוס.
- (4) מאוחר יותר, באותו היום, הגיע הבעלים אל המטוס על מנת להעבירו מ-נתב"ג להרצליה ואז הופתע לגלות, עפ"י מדי הדלק, כי המטוס "תודלק" מלא. מבלי שביצע בדיקה פיזית לאימות הכמות, הוא רשם בספר המטוס, כי מכלי הדלק מלאים. לאחר שבוצעה הביקורת במכון הבדק, העביר הבעלים את המטוס ל-נתב"ג והשאיר פתק בתא הטייסים, בזו הלשון: "לטייסים, חסר 10 גלון דלק. לא צריך לתדלק אך קחו בחשבון" וסיים בחתימת ידו.
- (5) ביום שישי בבוקר, בסביבות השעה 08:00, הוגשה תוכנית טיסה, למטוס C-337, 4X-CBV, א"ק גבע 3, על שם הטייס המעורב בתאונה (להלן: "הטייס-מפקד" או "הטייס"), להמראה ב- 9:45 UTC, 1+1, לנתיב גשם מספר 1, נחיתה בשעה 14:15 – התכנית אושרה.
- (6) בהמשך, בשעה 08:15, הוזנק הטייס-מפקד טלפונית ע"י "מבצעים גבע" לביצוע טיסה להגברת גשם, מתוכננת להמראה בשעה 09:45.
- (7) הטייס הגיע למטוס שחנה ב-נתב"ג מעט לפני השעה 09:30 ומצא, כי טייסת שצורפה למשימה (להלן: "טייסת המשנה" או "הטייסת") הגיעה לפניו וביצעה כבר את הבדיקות החיצוניות, למעט בדיקת כמות הדלק. הטייסת הראתה לו את הפתק שהושאר במטוס ובקשה ממנו שיבדוק בעצמו את כמות הדלק, כיוון שהיא אינה מגיעה לפתחי המילוי שבכנפיים ומאחר שירד גשם קל והסולם חלקלק.
- (8) הטייס-מפקד עלה על הסולם שהביאה קודם לכן טייסת המשנה, הכניס את אצבעו לתוך פתח המכל, אך היא לא נגעה בדלק. בשל מגבלת גובה הסולם, הטייס-מפקד לא יכול היה להציץ אל פנים המכל. בבדיקת מדי הדלק במטוס הם חיוו קריאה בין 4/5 לבין "מלא".

9) טייסת המשנה השלימה את הבדיקות, מצאה כי החומר שהוטען מספיק ל – 3 שעות זריעה והיא הזינה את מחשב כמות הדלק "DIGIFLOW" ל – "מלא" (118 גלון) (להלן: "מחשב דלק" או "DIGIFLOW").

הערה: DIGIFLO – שם מסחרי של המכשיר.

10) הטייס מפקד התקשר למבצעים של החברה ונמסר לו כי המטוס תודלק, אך לא מלא, וכן שהטייס הראשי הנחה, כי עליו לבצע משימה של 4.5 שעות. הטייס לא שוכנע בדבר כמות הדלק שנמצאת במכלי המטוס והתקשר לטייס האחרון שטס על המטוס – בעל החברה עצמו. הבעלים אמר לו כי המטוס תודלק מלא וכי הוא האחרון שטס בו טיסת העברה קצרה, להרצליה וחזרה, כך שבפועל יש במכלי המטוס דלק מלא, פחות 10 גלון (במקום 118 גלון לשימוש – היו 108 גלון).
הערה: סך הדלק במטוס, כולל הכמות שלא ניתנת לצריכה, הינו 125 גלון.

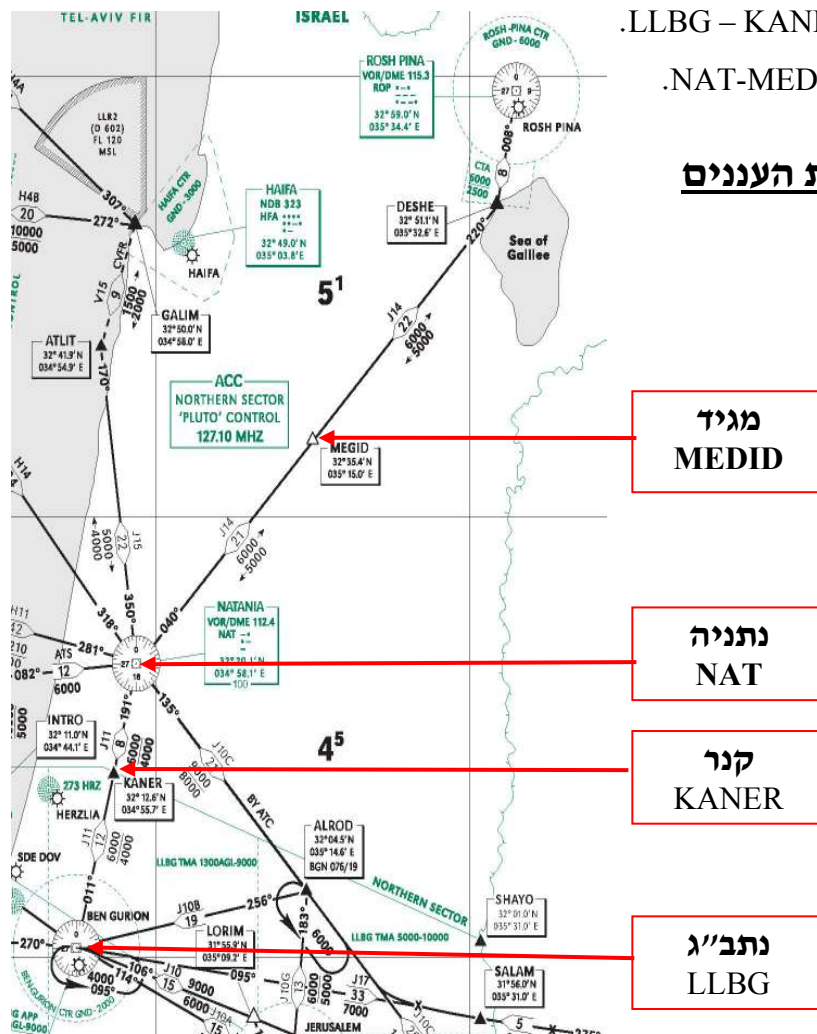
11) הטייס-מפקד התעקש וציין לבעלים, כי בבדיקה הפיזית, אצבעו לא נגעה בדלק, אך הבעלים נשאר איתן בדעתו שאין צורך בתדלוק. הטייס סיכם עם הבעלים כי יקצר את הגיחה ל – 3.5 שעות, במקום 4.5 שעות שתוכננו (הטייס מלא בספר המטוס אח"כ בעמודת הדלק, 4/5, 4/5).

12) בשעה 10:15 המריא הצוות מ-נתב"ג לנתיב הזריעה, במוד ROUTE ב – GPS:

LLBG – KANER – NAT – MEGID.

נתיב ההזרעה בין NAT-MEDID.

נתיב הזרעת העננים



הערה: במכשיר ה-GPS של המטוס היו 3 נקודות ציון סביב מגידו:

- ✓ הצטלבות המסלולים (ההצטלבות) – LLMG (נ"צ: N3235.90, E3514.10)
✓ 1 מייל בכיוון 120, מההצטלבות – MEGID (נ"צ: N3235.35, E3515.05)
✓ 3 מיל בכיוון 200, מההצטלבות – MGIDO (נ"צ: N3233.19, E3512.59)

(13) הטייסים נכנסו לנתיב, בגובה 5,000 – 8,000 רגל ובשעה 10:30 לערך החלו בביצוע הזרעת העננים. הטייסים ביצעו את הנתיב הלוך ושוב, כשהם מתחלפים ביניהם בהטסה (לוח מכשירים קיים רק מול הטייס שישב משמאל). בכל זמן הטיסה ניהלו הטייסים מעקב אחר נתוני מחשב כמות הדלק - **ירידת הדלק במדי הדלק נראתה להם סימטרית והגיונית**. במהלך הטיסה בנתיב, קיבל הצוות הנחיות הפעלה מתחנת שח"ם, כולל התראות לעקיפת תאי CB מפותחים.

(14) כשעתיים מתחילת המשימה, בשעה 12:27 לערך, בנתיב צפונה, לאחר מעבר VOR נתניה, כשטייסת המשנה מטיסה, נשמע צליל שונה מהמנועים, והטייסת חשה בגמגומים קלים של המנוע הקדמי – הטייס מפקד לקח השליטה לידי ומייד איבחן את אובדן המנוע הקדמי.

הערה: בגלל העדר סינכרון של שעונים, אפשר שיש הבדלים של מספר שניות בין בסיסי המידע.

(15) לאחר שבדק נתונים וביצע מספר ניסיונות התנעה שלא צלחו, הניץ הטייס את המנוע הקדמי והוסיף כח על המנוע האחורי. מיד לאחר מכן, בשעה 12:28, דיווח לבקר "פלוטו" על אובדן מנוע אחד וביקש לקבל נתונים לשדה הקרוב ביותר, תשובת הבקר הייתה: "010, עשרה מייל לרמת דוד".

(16) טייסת המשנה, פנתה, באישורו של הטייס, אל חלקו האחורי של התא, כיבתה את המבצעים של מערכת הזריעה וסגרה את המערכת. אח"כ כיילה את DME + VOR של רמת דוד. מכשיר ה-GPS הושאר בנקודה MEGID במשך כל האירוע.

(17) בשעה 12:28:39, ביקש הטייס כיוון רציף לרמת דוד ונענה: "010, 8 מייל צפונית אליך נמצאת רמת דוד". הבקר המשיך ושאל לגובה המטוס. בשלב זה, כבה גם המנוע האחורי באותה צורה, ובשעה 12:28:49 ענה הטייס, כי הוא בגובה 5,000 רגל, מתחיל בגלישה וכי גם המנוע השני "הולך". הטייס העביר הטסה לטייסת וניסה להתניע לשווא את המנוע האחורי. הטייס לקח את ההגאים והתייצב בכיוון 010.

(18) בשעה 12:29:28, שאל הבקר את הטייס אם יצליח להגיע לרמת דוד ונענה, כי הוא בספק. בהמשך שאל: "איך אני יחסית למגידו?"
תשובת הבקר: "מגידו יחסית אליך ב-050, 6 מייל".

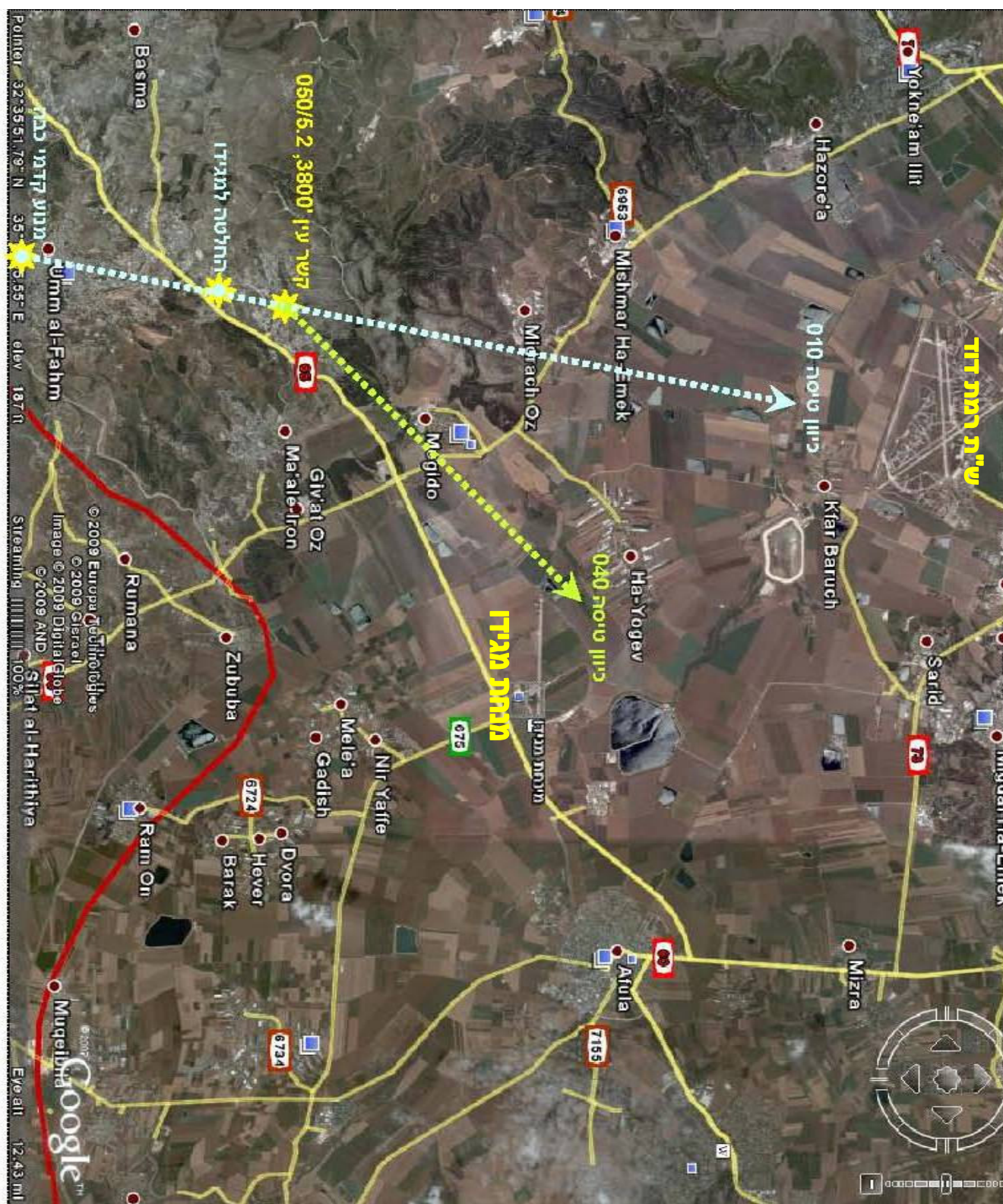
- (19) הטייס הפנה את המטוס ימינה לכיוון 040 והתייצב בנתוני גלישה של 100 מיי"ש, בשיעור הנמכה של 1,000-1,200 רגל לדקה.
- בהתייחסותו לנתוני הבקר ענה, כי הוא בתוך עננים, בלי שני מנועים והוא מקווה כי יגיע (למגידו).
- הערה: מאופן מדידת הבקר את המרחק על צג ה-מכ"מ ניתן להסיק, כי מדידת הטווח למנחת הייתה בפועל אל הנקודה MEGID ולא להצטלבות המסלולים.
- (20) בשעה 12: 29: 50, נשאל הטייס ע"י הבקר באשר לכמות הנוסעים במטוס והוא השיב לו: "אחד פלוס אחד" (1+1). הבקר הפנה אותו למגידו "050 – 6 מייל".
- הערה: בשל דיוק רגישות הטווחים במסך הבקרה, הנתון שניתן לטייס היה מוטעה במעט - למעשה היה המנחת במרחק כ – 5.2-5.4 מייל.
- (21) מספר שניות אח"כ, בשעה 12: 30: 03 ובגובה 3,800 רגל, יצא המטוס אל מתחת לעננים והטייס דווח לראשונה על קשר-עין עם מגידו. טייסת המשנה גלתה בהמשך קשר-עין עם המנחת והטייס-מפקד העריך ודיווח כי סביר להניח שיגיע לשדה לפני (מגידו). בקטע טיסה זה העביר הטייס לזמן קצר את ההטסה לטייסת, על מנת לבצע פעולות התנעה למנוע האחורי שלא צלחו.
- (22) בשעה 12: 30: 40, ביקש הטייס מהבקר לדווח למנחת מגידו, כי הם מנסים להגיע אליו ולשאלתו, כחצי דקה מאוחר יותר, נענה, כי מגידו קיבלו את ההודעה.
- (23) הטייס-מפקד השלים את הבדיקות החיוניות, הוציא את ידית הוצאת הגלגלים בחרום והוריד גלגלים באמצעות המערכת החשמלית. הטייס ניסה להניע שוב את המנוע האחורי. תוך כדי פעולותיו בתא הבחין במבט חטוף בעפולה וב"כביש הסרגל".
- בשעה 12: 32: 43 (12: 31: 33*), אמר לו הבקר, כי נראה שהוא מגיע, אך הטייס ענה: "אני מקווה".
- (24) הטייס-מפקד שאל את הטייסת אם היא רואה את המסלול והיא ענתה לו, כי המנחת ישר למטה מימין. הטייס "הפיל" כנף ימין וראה את תחילת מסלול 09 מימינו, במרחק 100-200 מטרים, כשהוא טס בכיוון 040 בגובה 1,300 רגל (1,100 מעפ"ש) בעת חציית ציר המסלול.
- (25) הטייס-מפקד שאל את הטייסת אם לבצע 360 (דרך צד שמאל) לנחיתה על 09 או לפנות ימינה לנחיתה קדימה על 09. אגב הסכמתה לאפשרות השנייה הוא פנה ימינה דרומה, חריף יחסית ומיד אח"כ שמאלה, כשהוא דרומית מעט למסלול 09.

* הזמן המקורי בהקלטת השמע והמכ"מ – לפני התיקון (10: 1 + דקות)

- (26) במהלך הפנייה שמאלה מזרחה, בשעה 00:33:12 (50:31:12*) דיווח הטייס לבקר כי הוא נוחת מחוץ למסלול. הדיווח נעשה כשהמטוס בגובה 800-900 רגל, מעט דרומית למסלול, מיד לאחר שהטייס הבין, כי הוא לא יצליח לנחות על המסלול. המטוס חלף מזרחה, מעל הצטלבות המסלולים, בגובה 500-600 רגל.
- (27) הטייס-מפקד חלף את סוף מסלול 09, הוריד מדפים (מלא) ונגע בשדה שתכנן, כ - 650 מטרים מזרחה מהמפתן. המטוס רץ כ - 75 מטרים באדמה התחוחה, עד שבמהירות נמוכה שקע גלגל האף באדמה והמטוס התהפך על גבו. שני הטייסים נחלצו בכוחות עצמם, ללא פגע.
- (28) אמבולנס מד"א וניידת משטרה הגיעו למקום. האמבולנס עזב לאחר שוידא כי השניים מרגישים טוב והניידת עזבה את המקום ביוזמתה.
- (29) תוך זמן קצר, לקראת השעה 12:50 לערך, דיווח הטייס לחוקר הראשי על התאונה. החוקר הראשי שלח אליו מיידית שני חוקרים וארגן אבטחה ומשאית עם מנוף. בהמשך, עפ"י בקשת הטייס והבעלים שחרר החוקר הראשי את האבטחה וביקש מבעל המשאית לצאת מיידית לדרך, עקב עומסי התנועה של ימי שישי.
- (30) מאוחר יותר, משהתברר כי הטייס "נלחם" לבדו מול סקרנים, עיתונאים ואחרים, פנה החוקר הראשי למשטרה על מנת שישלחו ניידת סיור ולא יפקירו את הטייס לבדו בשטח. ניידת נשלחה למקום, אך השוטרים הסתפקו בצפייה מרחוק, מהכביש, כשהטייסים נותרים לבדם מול הסקרנים.
- (31) כשעתיים לאחר האירוע, הגיעו החוקרים למקום והחלו בעבודתם. זמן מה אח"כ הגיעה המשאית ואז התברר כי אין ביכולתה להרים את המטוס ולכן החליט בעל המטוס לגרור אותו, כפי שהוא, עד למתחם השדה. תוך כדי הגרירה נגרם למטוס נזק רב.
- (32) בתאריך 5.3.09, אחרי שפרקו את הכנפיים, הפכו את המטוס לראשונה, מבלי שניתנה האפשרות לבדוק את תקינות מדי הדלק, כשהם עדיין מורכבים במטוס. במכלים לא היה כלל דלק.
- (33) שלושה שבועות לאחר התאונה, בתאריך 11.3.09, ניתנה ההזדמנות הראשונה לבדוק את רכיבי מערכת הדלק של המטוס - התקלה הטכנית במערכת מדידת כמות הדלק אותרה.

* הזמן המקורי בהקלטת השמע והמכ"מ – לפני התיקון (10:1 + דקות)

תמונת גוגל של החלק הראשון באירוע (עד ליציאה מתחת לענן)



תמליל התקשורת + נתוני מכ"מ עיקריים

✓ תמליל התקשורת מובא בזמן יחסי.

✓ הזמן 0:00 בתמליל מתייחס לשעה 12:28:00 בזמן אמת.

✓ בקר – בקר "פלוטו"

✓ מטוס – טייס CBV.

✓ נתוני הכוון והגובה - עפ"י מסך הבקר.

זמן (שנ':דק')	הגורם המדווח	תמליל	כיוון	גובה (רגל)
0:00	בקר 010	גבע 3		
0:04	מטוס	גבע 3. יש לי אובדן מנוע. אני מכריז חירום. אני רוצה כיוון לשדה הקרוב ביותר.		
0:09	בקר	גבע 3. 010 – 10 מייל לרמת דוד.		
0:15	מטוס	010 מה יש לי? את רמת דוד?		
0:17	בקר	חיובי.		
0:23			030	5,800
0:28				5,700
0:31				5,600
0:33				5,400
0:37	בקר	גבע 3, פלוטו.		
0:39	מטוס	גבע 3 איתך. גם תן לי כיוון רציף		5,300
0:43				5,200
0:44	בקר	010 – 8 מייל צפונית אליך נמצאת רמת דוד. גובה מדויק שלך?		
0:48			020	5,100
0:49	מטוס	כרגע 5000 רגל ואני מתחיל בגלישה. כנראה שגם המנוע השני הולך ... את זה.		5,000
0:55	בקר	קיבלתי.	360	4,700
0:56	מטוס	קיבלתי?		
0:57	בקר	חיובי.		
1:05			005	4,400
1:08			010	4,200
1:10				4,700
1:15				4,600
1:20				4,500
1:25				4,400
1:28	בקר	גבע 3. אתה תצליח לנחיתה ברמת דוד?		
1:31	מטוס	אני בספק. איך אני יחסית למגידו?		
1:34				5,100
1:35				4,900

זמן (שנ':דק')	הגורם המדווח	תמליל	כיוון	גובה (רגל)
1: 36	בקר	מגידו יחסית אליך, ב - 050 – 6 מייל.		
1: 39				5,100
1: 42	מטוס	קיבלתי. אני כרגע בתוך עננים בלי שני מנועים. אני מקווה שאגיע.		
1: 45				4,200
1: 49				4,100
1: 50	בקר	גבע 3. כמה נוסעים אתם על המטוס?		
1: 54	מטוס	גבע 3. 1 + 1.		
1: 55			020	4,000
1: 58	בקר	רות גבע 3. תפנה 060- 6 מייל ממך נמצאת מגידו.		
1: 59			040	3,900
2: 02			040	3,800
2: 03	מטוס	קשר עין עם מגידו. אני בספק אם אני מגיע. סביר להניח שזה יהיה לשדה לפני.		
2: 05			050	3600
2: 08	בקר	קיבלתי.		
2: 09				3,700
2: 14				3,600
2: 36		**	}	*4,200
2: 37				*4,600
2: 40	מטוס	פלוטו. דווח בבקשה למגידו שאנחנו מנסים להגיע אליהם.		
2: 42			060	*4,900
2: 43	בקר	מדווח להם.		
3: 06			060	2,800
3: 09				2,700
3: 11	מטוס	פלוטו קיבל את גבע 2?		
3: 15	בקר	חיובי גבע, קיבלתי. מגידו קיבלו את ההודעה.		
3: 16				2,200
3: 18	מטוס	O.K. אנחנו ננסה להגיע. אני מקווה שנצליח.		
3: 24			}	2,400
3: 29				2,000
3: 33	בקר	גבע 3 מפלוטו. נראה שאתה מגיע.		
3: 36	מטוס	אני מקווה.		
3: 38			010	1,800
3: 39			040	1,500
3: 40			040	1,100
3: 43				900
3: 45				*1,400
3: 50	מטוס	אני נוחת מחוץ למסלול.		

* גבהים באדום – איבוד נעילה רגעי
** כיווץ זמנים

ג. הטייסים

(1) הטייס

- (א) בן 47.
- (ב) נשוי + 2.
- (ג) מחזיק ברישיון טיס פרטי משנת 1992.
- (ד) בעל רישיון מכשירים משנת 1994.
- (ה) מחזיק ברישיון טיס מסחרי משנת 1996.
- (ו) בעל הגדר דו-מנועי משנת 1998.
- (ז) בשנת 2004, קיבל מינוי בוחן למבחני רמה, נתיב ו - CVFR לילה במטוסים מקבוצה A, לטייסים מסחריים בחברת תעופה.
- (ח) שימש טייס ראשי והממונה על המבצעים בחברת תעופה.
- (ט) הוסמך למטוס צסנה 337, בשנת 2003.
- (י) צבר ניסיון של כ - 2,700 שעות טיסה, מתוכם כ - 250 שעות על מטוס צסנה 337.
- (יא) תעודה רפואית סוג 1 בתוקף.
- (יב) נבחן לחידוש מכשירים בנובמבר 2008.
- (יג) מבחן רמה אחרון על מטוס צסנה 337, נערך בנובמבר 2008.
- (יד) הטייס משמש כחוקר חיצוני, מתנדב, במשרד החוקר הראשי.

(2) הטייסת

- (א) בת 51.
- (ב) נשואה + 3.
- (ג) בעלת רישיון פרטי (Group A) מחודש ינואר 2003.
- (ד) בעלת רישיון מכשירים מחודש יולי 2004.
- (ה) בעלת רישיון מסחרי למטוסים GROUP A מחודש ינואר 2005.
- (ו) בעלת הגדר דו-מנועי מחודש אוגוסט 2005.
- (ז) בעלת הגדר מכשירים למטוסים דו מנועיים, מחודש ספטמבר 2006.
- (ח) צברה ניסיון של כ - 1,500 שעות טיסה, מתוכן 13 גיחות במשימת זריעת עננים על מטוס צסנה 337 (מהן 3 גיחות בשנה שעברה).
- (ט) משמשת כטייסת משנה במטוס צסנה 337, במשימות של זריעת עננים.

3 בעל החברה

- (א) בעלים יחיד, עם רקע תעופתי של 40 שנה לערך.
- (ב) ניסיון טיסה כולל של 10,000 שעות לערך, מהן כ- 800 שעות על דגם המטוס נושא התאונה.
- (ג) נושא רישיונות: ALTP ורישיון הטסה למטוסים מקבוצות A-B-C.
- (ד) משמש בחברה כממונה מבצעים.

4. החברה

- (1) החברה הוקמה בשנת 1989 ועיקר ייעודה הזרעת עננים.
- (2) לחברה שלושה מטוסי צסנה 337.
- (3) החברה מופעלת באמצעות חברת "שח"ם", אשר הינה חברת בת של "מקורות".
- (4) החברה פעילה כשישה חודשים בשנה ומבצעת בעונת הגשמים כ- 300 שעות טיסה.
- (5) **ספר עזר מבצעי (סע"מ)** – ככלל, ה-סע"מ מקיף ומסודר, אך יחד עם זאת נמצאו מספר טעויות/ליקויים, כמו:
 - (א) תאריך אישור ה-סע"מ אינו מצוין בדף הייעודי ואין את תאריכי החתימה, לא של נציגי החברה ולא של נציגי רת"א.
 - (ב) כל הדפים של ה-סע"מ, שנמסר לנו מהחברה, למעט החלק האחרון השייך לרישיונות ומפרטים, נושאים את התאריך "כניסה לתוקף 19.11.2003", גם אם אלו עודכנו מאוחר יותר.
 - (ג) בהשוואה בין ה-סע"מ שנמסר לנו מהחברה ל-סע"מ שנמצא ב-רת"א, ישנם הבדלים בתאריכים בחלק מן הדפים, בתכנים של דפים שאמורים להיות זהים ועוד. להלן דוגמאות:
 -  רשימת טייסי החברה אינה מעודכנת.
 -  נוהל 3.05 - דיווח על תאונה אינו מציין את החובה לדווח לחוקר הראשי.
 -  נוהל "פעולות ודיווחים בעקבות תאונה או תקרית אווירית", שסוכם כי יוכנס באופן קבוע לכל ה-סע"מ של המפעילים אינו מצוי בו.
 - (ד) אין מספיק הקפדה על עדכון ה-סע"מ ועל ציון מדויק של תאריכי העדכון ומספרי עמודים.
 - (ה) רישיון ההפעלה המבצעית של החברה, שחודש ב- 29.1.2009, אינו מצוי ב-סע"מ המצוי בחברה, אלא רק זה של שנה קודם לכן.

ה. המטוס

- (1) המטוס מדגם צסנה 337, מספר סידורי P-3370104, שנת יצור 1973.
- (2) המטוס רשום בתעודה מס' 937 על שם "גבע תעופה בע"מ", מתאריך 23.10.96.
- (3) במטוס מורכבים מנועי קונטיננטל מסוג TSIO-360-C ופרופלורים של MCCAULEY
- (4) המטוס תוחזק במכון בדק מאושר והוצאה לו תעודות כושר טיסה אחרונה בתוקף עד 30.10.09.



ו. תדלוקים וטיסות בחודש פברואר 2009

תאריך	משך טיסה (שעות)	תדלוק (ליטר)	תצריכת ממוצעת
1.2.09	4: 50	353	19.3 גלון/שעה
10.2.09	5: 00	374	19.8 גלון/שעה
11.2.09	4: 50	328	17.9 גלון/שעה
17.2.09	3: 35		
17.2.09	0: 20		
20.2.09	2: 22		(טיסת התאונה)
סה"כ מתדלוק אחרון - 17: 6 שעות			

ז. ביצועי המטוס – נתונים עיקריים

משקל מטוס ריק, עם מערכת זריעה	3,487 ליב'
שני הטייסים	286 ליב'
ציוד טיסה וציוד אישי	33 ליב'

סה"כ 3,806 ליב'

נתוני גלישה

(משקל מטוס 3,900 ליב', גלגלים ומדפים מעלה)

טווח גלישה מגובה 4,000 רגל:	10 מייל יבשתי
מהירות מומלצת לגלישה:	105 מי"ש (91.35 קשר)
שיעור שקיעה מחושב (מטוס חלק):	700 רגל לדקה.

ח. מזג האוויר

- 1) להלן תנאי מזג אוויר ששררו ביום האירוע, בקו אום אל פאחם – מגידו, בין השעות 12:00-13:00 :

גובה (רגל)	טמפרטורה – C ⁰	לחות יחסית (%)	רוח
קרקע	16.2	80	דרום מערבית עד מערבית 15 קשר
1,000	14.5	76	דרום מערבית עד מערבית 20-25 קשר
2,000	11.0	96	דרום מערבית עד מערבית 25 קשר
3,000	9.0	97	דרום מערבית עד מערבית 25 קשר
4,000	6.0	67	דרום מערבית עד מערבית 25 קשר
5,000	4.5	67	דרום מערבית עד מערבית 25-30 קשר
6,000	2.5	68	דרום מערבית עד מערבית 25-30 קשר

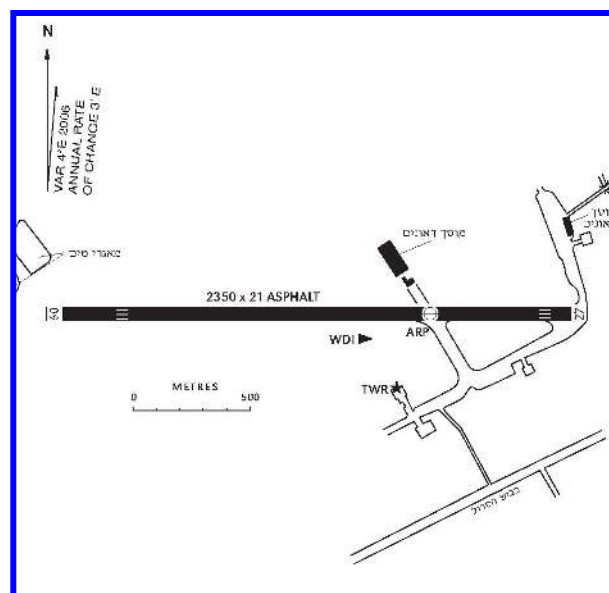
- 2) עננות 5-7 שמיניות מגובה 3,000 רגל ועד לגובה 9,000 רגל.

- 3) ראות טובה מתחת לבסיס העננים.

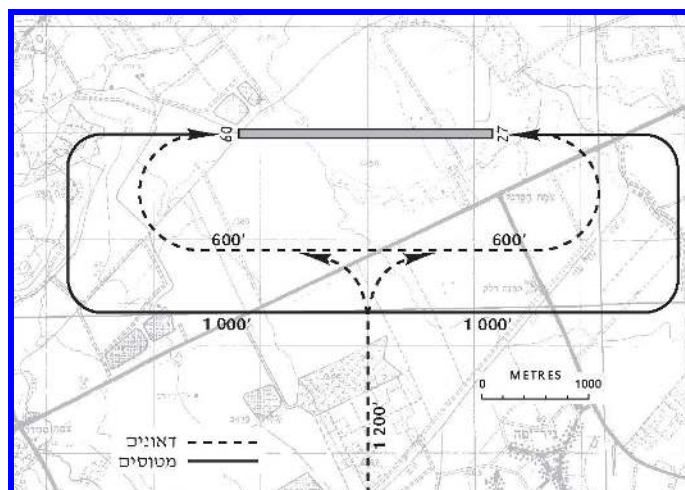
ט. מנחת מגידו

- (1) המנחת בבעלות משרד הבטחון ומשמש לפעילות יחידות צבאיות שונות.
- (2) המנחת משמש כבסיס קבע למפעילים אזרחיים הבאים :
 - ✎ מטוסי ריסוס של "כימנר", הפועלים בימי חול.
 - ✎ סניף דאיה מגידו – מופעל בסופי שבוע ובחגים.
 - ✎ בית ספר לטיסה "מגידו תעופה" המופעל בסופי שבוע ובחגים ולעיתים גם בימי חול.
 - ✎ חברת "חץ הכסף" – אלביט מערכות – הטסת כטב"מים.
- (3) המנחת נמצא כ – 750 מטר צפונית לכביש הסרגל, 5 ק"מ מערבית לעפולה וכ – 5 ק"מ דרום מזרחית למאגר כפר ברוך.
- (4) גובה המנחת 200 רגל מעל פני הים.
- (5) מסלול הנחיתה במנחת, בכיוונים 09-27, אורכו 2,350 מטר ורוחבו 21 מטר והוא מצופה אספלט. בציודו הדרומי ממוקם שק רוח.

הערה: המסלול השני סגור כיוון שהוא משובש והוקם עליו מבנה.
- (6) המנחת מצוי בתחומי אזור הפיקוח של בסיס חיל האוויר, רמת דוד, איתו יש ליצור קשר בעת הכניסה לנחיתה ובעת ההמראה ממנו.



תרשים המנחת



תרשים ההקפות

3. ניתוח

האירוע הנחקר פשוט ונהיר בעובדותיו ונסיבותיו, והוא נמשך לאורך כ – 5 דקות מרגע שהמנוע הקדמי כבה, דרך כביית המנוע האחורי, ההיחלצות מתחת לעננים ונחיתת האונס בשדה הפתוח. יחד עם זאת, האירוע הנחקר מעלה מספר נושאים וסוגיות שראוי לדון בהם:

- ✓ משימת הגברת הגשם.
- ✓ תדלוק המטוס למשימה.
- ✓ התקלה הטכנית של מערכת מדידת כמות הדלק.
- ✓ ההשתלטות על המטוס לאחר כביית שני המנועים וההיחלצות מתחת לענן.
- ✓ ביצוע נחיתת האונס.
- ✓ עבודת הצוות באירוע.

א. משימת הגברת הגשם

1) חברת "גבע תעופה" הוקמה בשנת 1989 ומאז היא מבצעת את המשימה, עבור חברת "מקורות", באמצעות חברת "שח"ם" וזורעת יודיד-כסף ממטוסי צסנה 337 שהותקנו לביצוע המשימה. תקופת העבודה מתפרסת על פני החודשים נובמבר – אפריל (6 חודשים בשנה).

2) חברת שח"ם עוקבת אחר התפתחות מזג האוויר באמצעות תמונות לוויין ומכ"מ מז"א משוכלל, המבצע חיתוכים בענן לבדיקת כמויות מים, גובה בסיס ופסגות העננים, וכן נתונים להתראה לעקיפת תאי CB מפותחים.

3) כאשר נצפית עננות מתאימה המתקרבת לישראל, ניתנת התראה ל"מבצעים גבע" להעמיד מטוסים וצוותים בכוננות ובמקביל, מוגשות תוכניות הטיסה, עפ"י תכנון המשימות. זמן ההתייצבות לטיסה הוא, שעה מהזנקת הכונן. התייצבות לאחר המועד הנ"ל מקנה לחברת שח"ם זכות להטיל קנסות איחור כבדים על החברה. כתוצאה מכך, נקבע ב-סעי'מ החברה המבצעת, כי "טייס שלא יעמוד במועד ההתייצבות, ינקטו נגדו אמצעים מתאימים ואם התופעה תחזור על עצמה – יפוטר מעבודתו".

אמירה כזו יש בה כדי להלחיץ כונן המאחר בהתייצבותו לטיסה.

4) צוות המשימה כולל שני טייסים (קברניט + טייס משנה) עם הגדרים ורישיונות מתאימים. המטוסים חונים בנתב"ג, שדה דב או הרצליה, והצוותים מוזנקים ישירות לשדה. עדכונים ושינויים נעשים ישירות, בין הצוות לבין נציג שח"ם.

(5) ה-סעי' של החברה מגדיר את הכישורים הנדרשים ואת אופן הכשרתם של הטייסים, כך למשל:

קברניט גשם

רישיון מסחרי, הגדר מכשירים בתוקף, הגדר דו-מנועי, ניסיון מזערי של 1,500 ש"ט, מהן 1,000 כטייס-מפקד, 500 ש"ט על מטוס דו-מנועי, הגדר על מטוס C-337 וניסיון של 50 ש"ט לפחות כטייס משנה בטיסות הגשם.

טייס משנה

רישיון מסחרי, הגדר מכשירים בתוקף, הגדר דו-מנועי, הגדר על מטוס C-337, ניסיון מזערי של 500 ש"ט, מהן 200 כטייס מפקד ו – 50 על מטוסים דו-מנועיים.

(6) במערכת היחסים בין הגדרת התפקידים של הקברניט ושל טייס המשנה, אין הגדרה של התפקידים של כל אחד מהם כלפי המשימה, אלא, **כל האחריות נופלת על הקברניט** ובעוד טייס המשנה מסייע בידו.

למרות שהמשימה מחייבת שני אנשי צוות, לא נכתב עבורה תדריך לעבודת צוות, לא הוגדרה סדנת CRM לצוותי האוויר ולא נעשו האימונים לשיפור התפקוד במצבים המחייבים CRM.

(7) המשימה מבוצעת בנתיבים קבועים ומוגדרים מראש, עפ"י מפה ייעודית. לעיתים מבוצעת גיחה אחת ולעיתים מספר גיחות ברצף – הכל עפ"י הנסיבות והצורך.

(8) ביצוע הזריעה, כולל הדלקת מבערים, כיבוי מבערים או שינוי נתיב, כל אלה נעשים בהנחיית עובד שח"ם המצוי בקשר רדיו עם המטוס וקשר מכ"מ רציף לאורך המשימה.

(9) מערכת הזריעה כוללת שני מבערים לשריפת יודיד הכסף והוצאו לגביה מגבלות הפעלה קפדניות וחד משמעיות, כך למשל: אסור להפעילה על הקרקע, אסור להפעילה כשהמדפים במצב מטה, ובמצב חרום חובה לכבותה מיידית. הפעלה וכיבוי רגילים רק בהוראת שח"ם. אסור לצרף איש צוות נוסף או נוסע בטיסות גשם. לפני עונת הטיסות הנ"ל, חובה שכל טייס המיועד למשימה יעבור טיסת רענון.

(10) על מנת לייעל את ניהול הדלק בטיסה, צוידו המטוסים ב – DIGIFLOW אותו מפעילים מייד לאחר התנעת המנועים. השדות לנחיתת חרום, כפי שמומלץ ב-סעי' מ: בתנאי כט"מ (IFR) – נתב"ג, שדה דב ורמת דוד. בתנאי כט"ר (VFR) – נתב"ג, רמת דוד, שדה דב, חיפה והרצליה.

(11) ה-סעי'מ מגדיר בנוהל 13.05.3 את כמויות הדלק המזעריות וקובע, כי מאחר שבטיסות הזריעה אין שדה יעד מסוים ומאחר שתמיד ניתן להפסיק את המשימה בגלל מגבלות דלק, אזי – **יש להמריא בדלק מלא**, לתכנן נחיתה בנתב"ג, עם רזרבה של 90 (דקות) בכח שיוט 45%.
בעניין זה נראה, כי: רזרבות דלק של הגעה לנתב"ג + 90 דקות שיוט – נובעות מסיבה בטיחותית, בעוד שהמראה למשימת זריעת עננים עם מכלים מלאים – נובעת בעיקר מסיבה כלכלית.
הערה: מאחר שניתן לקיים רצף משימות, הרי שלניצול מירב הדלק לטיסה בנתיב הזריעה, השפעה מהותית על כמות הגיחות שיבוצעו ברצף באותה המשימה.

ב. אי תדלוק המטוס למשימה

1) הסיבה הישירה והעיקרית לתאונה, נעוצה בעובדה כי המטוס היה מתודלק, בפועל, פחות ממחצית הדלק שניתן היה לתדלקו, בעוד שהצוות היה סבור, כי המטוס מתודלק מלא, פחות 10 גלון, דהיינו 108 גלון לשימוש, במקום 118 – 91.5%.

2) בניסוי בדיקה של כמויות הדלק בכנפיים, בראייה ולצורך התאמת DIPSTICK למטוס, התבררו הנתונים הבאים:

■ בכל אחת מהכנפיים 59 גלון לשימוש – סה"כ 118 גלון.

■ כשהמטוס מאוזן יש לתדלק 41.5 גלון, לפני שהדלק נראה במכל העליון. המשמעות – 83 גלון מתוך 118 גלון (70%), לא ניתנים למדידה פיזית.

■ "בדיקת אצבע" לנוכחות דלק במכל שנפחו הנראה הוא 17.5 גלון היא בעצם בדיקה למכל מלא. כל מדידה מתחת לזה (עד 30% מהכמות) יכולה להיעשות באמצעות DIPSTICK בלבד.

3) במטוס שני מדי דלק חשמליים, אחד לכל מכל.

אמינותם של מדי הדלק לאורך השנים הייתה מוטלת בספק וכיוון שהם היוו את האמצעי היחידי לאמידת הדלק, מצא לנכון הבעלים של החברה לצייד את מטוסי הגשם במחשבי דלק מסוג DIGIFLOW, המחשבים את צריכת הדלק עפ"י הזרימה – ההפעלה מחייבת הזנת נתון ראשוני של כמות הדלק לפני ההתנעה.

4) ניתן לקבוע בוודאות, כמעט מוחלטת, כי בשתי הטיסות שקדמו לטיסת התאונה ובטיסה עצמה, חיוו מדי הדלק כמות דלק **גבוהה בהרבה ממה שהייתה למעשה**. בעל החברה טס פעמיים כשחיווי הדלק היה "מלא" וכמעט מלא, בעוד שכמות הדלק במכלים הייתה פחות ממחצית.

לאחר כ – 3 שבועות ממועד התאונה אותרה התקלה הטכנית, שהייתה הגורם לכך. בבדיקה שלפני הטיסה, הבחין הצוות כי כמות הדלק שבמכלים, עפ"י קריאת המחוגים, בין 4/5 ל"מלא", **חיווי שתאם לכמות הדלק שאמורה להימצא במטוס**, לאור התשובות שקיבל הטייס מהמבצעים של החברה ומבעל החברה עצמו.

5) אין עוררין, כי לטייס-מפקד יש עפ"י חוק הטיס 1927 ועפ"י מגוון תקנות טיס, אחריות מלאה, ישירה ובלעדית, למילוי תפקידיו בטיסה בכלל ולנושא הדלק במטוס בפרט.

עפ"י פרק 12 לתקנות ההפעלה בתקנות הטייס, בטיסות מסחריות, שלא מיועדות להולכת נוסעים, בתנאי כט"מ או כט"ר, עפ"י העניין, אין חובה לתדלק מלא את המטוס, אלא בכמות המספיקה לביצוע הטיסה, תוך השארת רזרבות דלק שנקבעו.

בעניין זה ראוי להדגיש, כי מימוש המלצה 1, בדוח חקירה 16-08, "לעדכן את תקנות הטיס ולהוסיף תקנה ביחס לכמות הדלק הנדרשת לפני טיסה בכטר"מ בכל סוג מטוס, קל ו/או אז"ס", שהתקבלה ע"י רת"א ייתן תוקף לחובה זו.

6) ספר העזר המבצעי (ה-סע"מ) שהוא הוראת דין, ברמה פחותה יותר מתקנה, מחייב את הטייסים, כל עוד הוא מחמיר על התקנות ואינו סותר אותן. ה-סע"מ בשיטה הנוכחית, מוגש לאישור רת"א ע"י המפעיל ומרגע שאושר, בחתימתו של הממונה על תחום התעופה המתאים, הוא מחייב לכל דבר.

7) בספר העזר המבצעי של חברת "גבע תעופה בע"מ", בפרק הדן במשימה של הגברת הגשם, מצוין בהוראה 13.05.3 – "כמויות דלק מזעריות" כדלהלן: "מאחר שבטיסות הזריעה אין שדה יעד מסוים שאליו יש להגיע ומאחר שתמיד אפשר להפסיק את הזריעה בגלל מגבלת דלק, יש להמריא **בדלק מלא** ולתכנן נחיתה בנתב"ג עם **רזרבה של 90 דקות בכח שיוט (45%)**". (ההדגשות במקור).

8) הפרשנות הפשוטה והברורה של הסעיף לעיל, מנחה את הטייס מפקד **להמריא תמיד בדלק מלא** – משמע, היה על הטייס להזמין תדלוק, למרות הפתק שמצא במטוס ולצאת לטיסה עם מכלים מלאים. מאידך גיסא, זה המקור היחיד המחייב את הטייס-מפקד לצאת למשימתו עם דלק מלא, כביכול, ללא כל שיקול דעת. מאחר שהטייס-מפקד יצא בסופו של דבר למשימה, מבלי שתידלק את המטוס, ראוי לציין את הנסיבות המדויקות לכך:

א) ההוראה ב-סע"מ

המטוס, עם מכלי דלק מלאים, מאפשר טיסה שמישכה הממוצע, כ – 6½ שעות. הסע"מ מנחה להשאיר רזרבות דלק גדולות לנחיתה (הגעה לנתב"ג + 90 דקות בכוח שיוט), כצורך בטיחותי.

סה"כ מדובר בשעתיים – שעתיים וחצי מכלל משך הטיסה, לצורך המראה ונחיתה. יוצא איפה, שההנחיה ליציאה עם דלק מלא, כך שאפשר יהיה לבצע את המשימה, משך 4 – 4.5 שעות טיסה, נובעת בעיקר משיקולים כלכליים, קרי: מזמין הטיסה, חברת שח"ם יכולה לנצל כל טיסה באופן מירבי ולהקטין את מספר הגיחות, כאשר נדרש רצף טיסות.

הניסוח הדרקוני של דלק מלא תמיד, נעשה ע"י מי שהגיש את ה-סע"מ לאישור, מבלי שהשאיר לעצמו מירווח שקול דעת שייאפשר לו בעתיד, להמריא עם כמות דלק פחותה יותר.

לצורך הדיון, ניתן לשער כי אם היה ה-סע"מ קובע, למשל, למלא לפחות 75% מהדלק לפני טיסה (כך שניתן יהיה למדוד באמצעות מדיד), גם אז היה מאושר ע"י רת"א.

המשמעות לכך אינה בטיחותית, אלא כלכלית, כלומר משימה של 4 שעות עד 4.5 שעות הייתה מתקצרת ל – 3.5-3 שעות בהתאם.

הערה: ה-סע"מ חתום ע"י ממלא תפקיד ב-רת"א אך ללא תאריך החתימה – תופעה חוזרת, צוינה מספר פעמים בעבר ומזמן צריך היה לשרש אותה. ההגבלה לדלק מלא יכולה הייתה להימצא בהנחיות הספציפיות למשימה. הערה זו מבטאת את הצורך להשאיר לחברה מרווח החלטה למקרים שיש לה צורך בכך.

המסקנה המתבקשת: נכון שהדרישה **לדלק מלא** היא מחייבת, אבל הסיבה לכך היא יותר כלכלית מאשר בטיחותית.

ב) הבדיקה של הטייס-מפקד

בניגוד לבעל החברה, שהינו גם הטייס שביצע את שתי הטיסות שקדמו לטיסת התאונה, ואשר לא בדק פיזית את כמות הדלק, לפחות לפני הטיסה מ-נתב"ג להרצליה, מצאנו כי הטייס-מפקד באירוע הנחקר לא ויתר, אלא ניסה לבדוק את כמות הדלק הפיזית שנמצאת במכלי המטוס.

בבדיקת ספרות היצרן מצאנו, שאין **הנחיות מיוחדות** לאופן מדידת כמות הדלק במטוס, לפני טיסה, למעט הבדיקה עפ"י מחווני הדלק שבמטוס. היצרן או הבעלים לא העמידו לרשות הטייסים מדיד דלק ייעודי, למטוס, למרות שמדובר באמצעי פשוט וזול. חלופה של רישום כמות הליטרים שסופקו, בספר המטוס, או תיעוד חשבונות התדלוק, אינה מחוייבת.

גם עמדת רת"א בעניין אינה נחרצת. אין זה סוד, כי משרד החוקר הראשי דוחף מזה מספר שנים להחמיר עם התופעה של תדלוק חלקי של המטוס, בדגש לטעויות ולליקויים בתכנון הטיסה. ההחמרה המוצעת, מתייחסת להמלצה לספק לכל מטוס DIPSTICK ייעודי ולחייב את כלל הטייסים, כולל הפרטיים, לתכנן את הטיסה עם רזרבות דלק מתאימות.

נכון למועד התאונה, המלצות הנוגעות לעניין הנ"ל, לא התקבלו. בדוח חקירה 16-08, **נדחתה**, ב – 12.1.08, ההמלצה השלישית "לשקול חיוב טייסים, לפני ביצוע טיסה פרטית, לוודא שמישותם של מדי הדלק במטוס כתנאי לביצוע הטיסה", בטענה ש"**בדיקת מדי הדלק כלולה ומכוסה בבד"ח המטוס**".

לנוכח ריבוי התאונות של נחיתות אונס בשנתיים האחרונות, עקב אזילת דלק, קשה שלא לתמוה על עמדת רת"א בעניין. ראוי לציין כי בימים אלו חלה תזוזה חיובית בתפישה של רת"א לנושא זה.

ג) התייחסות צוות הטייסים לחובת התדלוק

הטייס שהינו שכיר בחברה, שימש ככונן שנקרא לטיסה. הטייס מצא במטוס פתק שנכתב אישית ע"י בעל החברה, שהנו למעשה מעסיקו. לבעל החברה אוטוריטה מקצועית גבוהה, והוא זה שביצע את שתי טיסות ההעברה שקדמו לטיסת התאונה, והוא שהינחה את צוות הטיסה, שלא לתדלק את המטוס, כיוון שהוא "כמעט מלא".

למרות מה שנאמר לו ע"י מבצעים, הטייס התקשר אישית לבעל החברה כדי לברר את העניין ולתהות אחר האמור בהנחיה "לא צריך לתדלק... אך קחו בחשבון". הבעלים חזר ואמר לטייס כי המטוס מתודלק מלא, פחות הצריכה של שתי טיסות ההעברה הקצרות – יחד לא יותר מ – 10 גלון.

הרישום בספר המטוס על כך שמכלי הדלק היו מלאים, לפני שתי טיסות ההעברה שארכו יחד 20 דקות, חיזק את תחושת הבטחון של הטייס, כי אכן קיבל מטוס עם כמות דלק כמעט מלאה. **כמות זו אף תאמה לקריאה של מחווי כמות הדלק בלוח המכשירים.**

לו היה רישום של כל תדלוק, בספר המטוס, או שמירת העתק מחשבוניות המילוי, חזקה כי הטייס היה מחשב את כמות הדלק, בדיוק סביר.

על בסיס הנאמר לו, הודיע הטייס כי הוא מקצר את משך המשימה **בשעה**, קרי: במקום 4.5 שעות 3.5 שעות – גם כאן החמיר הטייס בחישוביו, כיוון שצריכת 10 גלון שוות ערך **למחצית השעה בשיוט.**

ד) מעורבות טייסת המשנה

לטיסת המשנה ניסיון כולל של 13 גיחות במשימת הגברת גשם (ממוצע כ – 4 שעות טיסה), כך שהיא נחשבת לבעלת ניסיון במשימה. הטייסת ביצעה בדיקות חיצוניות, למעט בדיקת כמות הדלק, עקב חששה לעלות על מעקה הסולם, כל שכן כשירד גשם קל והסולם היה חלקלק.

יצוין, כי טייסת המשנה הייתה עדה לכל ההתנהלות המתמשכת של הטייס למול מבצעים ולמול בעל החברה, אך היא לא נקטה עמדה ולא המליצה לתדלק את המטוס, על כל מקרה.

בהתנהגותה הפאסיבית תרמה, בעקיפין, לתחושת הטייס, כי הוא מתעקש יתר על המידה. לבסוף שוכנע הטייס לצאת לטיסה, עם ה"כמות" שהייתה.

ה) המעקב אחר צריכת הדלק

הצוות יצא בסופו של דבר לטיסה עם מדי דלק שהצביעו על כמות שבין 4/5 ל – 5/5 – קרי 90% מהקיבולת המרבית.

הצוות כייל את ה – DIGIFLOW לכמות מלאה ותכנן משימה, הקצרה בשעה אחת מהזמן שתוכנן.

במהלך כל הטיסה עקבו שני אנשי הצוות בירידת חיווי כמות הדלק במחשבים, יחסית לצריכת הדלק עפ"י ה – DIGIFLOW ולמשך הטיסה. עפ"י גרסתם, כל הקריאות תאמו לצריכה הגיונית ונורמאלית, כך שגם כאשר כבו שני המנועים, הם לא העלו בדעתם, כי אלו כבו עקב אזילת הדלק.

9) סיכום

נסיבות האירוע שפורטו לעיל ממחישות, כי לא מדובר בטייס שזלזל בחובותיו, וגם לא מדובר בטייס רשלן. אלמלא הפתק שהשאיר בעל החברה במטוס, היה הטייס מזמין מכלית תדלוק וכל התרחיש אח"כ היה נמנע.

בבואנו לדון ולנתח את אחריותו של הטייס-מפקד לעובדה, כי יצא ללא כמות הדלק שסבר, כי היא נמצאת במכלים, עלינו להעמיד למול "כף החובה" את "משקולות הזכות", באופן שממקם את הסוגיה בשאלה: האם נהג כטייס מפקד סביר?

צריך לזכור, כי הפתק שהושאר במטוס, לא נכתב ע"י טייס כלשהו אלא ע"י הבעלים – הטייס בר הסמכא של החברה ומי שבו תלויה משכורתו של הטייס-מפקד.

על בסיס הנורמה שאנו פוגשים בתעופה האזרחית בישראל, קשה להשתחרר מההערכה הנוקבת, כי טייסים רבים אחרים היו נוהגים כמוהו. אמנם, רבים יעידו כי הם היו מתעלמים מהנחיות בעל החברה ומתדלקים את המטוס מלא, אבל זו "חוכמה" המבוססת על ניתוח המקרה, לאחר מעשה.

לטייס, אותו יום שישי גשום, לא עמדו אמצעים לבדוק את נכונות דברי הבעלים. לא היה במטוס DIPSTICK ולא נרשמו בספר המטוס, לא מילוי דלק אחרון ולא חשבונית התשלום (כל אלה אינן מחויבים היום).

יחד עם זאת, יכול היה הטייס לאלתר מוט או אמצעי כלשהו כדי לוודא את כמות הדלק במכלים - בפועל לא עשה את כל מה שניתן היה להיעשות.

לטייסת, יש עפ"י הסעי' אותה החובה שיש לטייס, בכל הקשור למילוי דלק לפני טיסה. הטייסת הייתה שותפה ומידעת לכל הפעולות והשיחות שביצע הטייס, מול גורמי החברה, והיא לא מצאה לנכון להעיר לו, למשל, כי היא במקומו הייתה מתדלקת את המטוס ויוצאת עם דלק מלא.

ג. התקלה הטכנית של מערכת מדידת כמות הדלק

לאור טענת הטייס, כי לאחר כביית המנועים באוויר חיוו מדי כמות הדלק בתא הטייס קריאה, של כמחצית הכמות, בעוד מכלי הדלק היו ריקים, בוצעה חקירה טכנית בנושא.

1) אופן פעילות מערכת המדידה

- א) קריאת כמות הדלק במטוס מבוססת על מדי דלק קיבוליים. בכל מכל נמצאים שני קבלים המחוברים ביניהם במקביל, עם חיווט מסוכך.
- ב) החיווט היוצא מהקבלים מוביל אל שורש הכנף, שם נמצא מִחְבֵּר המעביר את הקריאה אל המתמר. למתמר נכנסות הקריאות משני המכלים בנפרד. הערה: המתמר משמש מעין מחשב דלק בסיסי.
- ג) המתמר מעבד את הנתונים ומעביר אותם אל מכלול מכשירי המנוע (בלוק מכשירים) המכיל בין השאר גם שני מדי כמות דלק – אחד לכל כנף.
- ד) המתמר נמצא בתקרת המטוס, מעל שורת המושבים השנייה, בצדה הימני.
- ה) כל נקודות החיבור במערכת מדידת הדלק מסוככות.
- ו) עפ"י מדיניות האחזקה, המתמר נבדק כל שנתיים. במסגרת הבדיקה מאפסים את המתמר בכמות "אפס" של דלק ומווסתים את קריאתו המקסימאלית, כאשר המכלים מלאים.
- ז) בדיקה כאמור בוצעה למטוס באוקטובר 2007, במסגרת הוצאת תעודת כושר טיסה חדשה למטוס.
- ח) לאחר התאונה היה קושי לחלץ את המטוס, בשל תנאי עבירות קשים, ועל כן הוא הושאר במתחם המנחת למשך מספר ימים. במהלך אותם הימים נטען, כי נגנבו מהמטוס מכשירים רבים ובכללם, הטייס האוטומטי, משדר ה- ELT וכן המתמר.

2) הבדיקה הטכנית

- א) מאחר שהמתמר היה חסר במטוס, התמקדה הבדיקה הטכנית על החיווט של מערכת המדידה, בסיוע של חשמלאי מוסמך ומומחה בתחומו.
- ב) בהתבוננות על מִחְבֵּר מחשב הדלק, נראו בבירור **סימני קצר ושריפה**, בנקודת הכניסה של הקו, היוצא מהמכל השמאלי, אל המתמר.
- ג) בוצעה בדיקת רציפות בין כל פיני מחבר המתמר לבין כל פיני מִחְבֵּר מכלול מכשירי המנוע – הרציפות נמצאה תקינה ואינה מקוצרת לאדמה.

ד) בוצעה בדיקת רציפות בין מִחְפֵּר המתמר ובין מִחְפֵּר שורש הכנף (בשתי הכנפיים) – הרציפות נמצאה תקינה ואינה מקוצרת לאדמה.

ה) בוצעה בדיקת רציפות בין מִחְפֵּר שורש הכנף (בשתי הכנפיים) לבין קבלי הדלק – הרציפות נמצאה תקינה ואינה מקוצרת לאדמה.

3) דיון

א) מאחר שלא נמצא כל פגם בחיווט של המערכת, למעט סימני השריפה והקצר באחת הכניסות אל מִחְפֵּר המתמר, נעזר צוות החקירה במידע חיצוני אודות תקלה דומה שארעה בעבר. המידע הועבר אלינו מאת חשמלאי תעופתי בכיר, עם רקע של 40 שנות תעופה. מתוך ניסיונו, כאשר נוצר קצר בנקודת הכניסה של המתמר, כל פעולת המתמר משתבשת והקריאות היוצאות ממנו אל עבר מדי כמות הדלק שבתא הטייס **גבוהות, משמעותית, מהערך האמיתי של הכמות שנמצאת במכלים.**

ב) בתקלה דומה אותה חווה החשמלאי בעבר, נמצא, שלמרות העובדה שרק כניסה אחת למתמר הייתה מקוצרת (כמו במקרה הנחקר), **הדבר השפיע במידה שווה על הקריאה של שני המכשירים בתא הטייס.**

ג) הסבר זה יש בו כדי ליתן תשובה, הן לחיווי הדומה של כמות הדלק בשני המכלים, והן לירידת כמות הדלק במכלים, עפ"י הצריכה האמיתית. תופעה זו הטעתה את הטייסים ומנעה מהם, בפועל, לגלות את בעיית כמות הדלק, במהלך הטיסה, קודם כביית שני המנועים.

ד. ההשתלטות על המטוס לאחר כביית שני המנועים וההיחלצות מתחת לענן

- 1) כביית המנוע הראשון, הקדמי, ארעה כשהמטוס היה בנתיב הזריעה לכיוון צפון, מעט דרומית לאום אל פחם, בגובה 6,000 רגל ומעט יותר. הטיסה בוצעה בתוך עננות פעילה, המלווה בגשם ובברד.
 - 2) הטייס לקח מיידית את ההגאים, מטייסת המשנה, ברגע שדיווחה לו על רעידה במנוע וביצע מיידית את כל פעולות החרום הנדרשות, בסופן הניץ את המנוע ורק אח"כ דיווח לבקר, זאת כדי להימנע מהפרעה באותן שניות קריטיות.
 - 3) בתום הדיווח על כביית המנוע, ביקש הטייס נתונים על השדה הקרוב (רמת דוד 010 – 10 מייל מרמת דוד) וטייסת המשנה יזמה ובצעה את תפקידה – לכבות מיידית את המבערים ולסגור את מערכת הזריעה.
 - 4) בתוך פחות מדקה מכביית המנוע הקדמי, נאלץ הטייס לדווח על כביית המנוע השני תוך שהוא שב ומבקש נתונים, באופן רציף, על השדה הקרוב (רמת דוד, 010 – 8 מייל). עפ"י הקלטת השמע, הטייס היה שקול, שקט ותמציתי.
 - 5) עקב כביית שני המנועים, איבד האופק המלאכותי, את דיוקו (הפסקת המתח לגיירו), מבלי שמישהו מהטייסים היה מודע לתופעה. למרות האמור ובהתבסס על ה-GPS ועל מצפן החרום, הוטס המטוס לכיוון רמת דוד, במז"א קשה ונגיף. הטייס התייצב על נתוני גלישה של 100-105 מיי"ש ושיעור שקיעה של 1,000-1,200 רגל. מאחר שלא הצליח להגיע לנתוני גלישה טובים יותר העריך הטייס, כי באופן כללי, ספק אם יגיע לרמת דוד.
 - 6) משהגיע הטייס למסקנה, כי לרמת דוד הוא לא יגיע, פנה לבקר וביקש הכוונה למנחת מגידו – תשובת הבקר "060, 6 מייל". יודגש, כי הנקודה המסומנת על המסך של הבקר, אינה צומת המסלולים, אלא כמייל מזרחה.
 - 7) משנוכח הטייס כי נציג שח"ם אינו מבין את מצב החרום אליו נקלע, הוא לא היסס וניתק את הקשר עימו.
 - 8) בתוך זמן קצר, לאחר שהפנה את המטוס לכיוון מגידו, גילה הטייס קשר-עין עם אזור מגידו, בטווח העולה במעט מ- 5 מייל בגובה 3,800 רגל. מאחר שתחזית מזג האוויר ציינה כי בסיס הענן בגובה כ- 3,000 רגל סביר להניח שנמצאו קרעי עננים מסוימים, גם לאחר שנחלץ מתחת לענן והמשיך בגלישתו לכיוון אזור המנחת.
 - 9) פעולות החרום שביצע הטייס היו נכונות ותכליתיות, תוך גילוי קור רוח ורמה מקצועית גבוהה, בנתונים אובייקטיביים קשים.
- הערה: למרות הכרזת החרום מיד לאחר כביית המנוע הראשון, נכון היה להכריז, באופן תקני: mayday, mayday, mayday.

ה. ביצוע נחיתת האונס

(1) הדיווח על כשל המנוע הראשון היה, כשהמטוס נמצא במרחק 10 מייל מרמת דוד בגובה 6,000 רגל. הדיווח על כביית המנוע השני היה כשהמטוס במרחק 8 מייל מרמת דוד, בגובה 5,000 רגל. למטוס המעורב באירוע - צסנה 337, יחס גלישה עפ"י נתוני היצרן של 1/13 עד 1/12, כך שבפועל מדובר ב - 700 רגל לדקה, קרי: 700 רגל למייל וחצי ימיים (במהירות 105 מיי"ש = 91 קשר).

(2) הטייס מפקד קיבל, כאמור, פעמיים הכוונה וטווח לרמת דוד, אך העריך, כי הסיכוי להגיע לשם הוא קטן מאוד, כיוון שלא הצליח להקטין את שיעור איבוד הגובה, לפחות מ - 1,000 רגל לדקה. עפ"י אופן חישוביו קיבל הטייס את התוצאות הבאות:

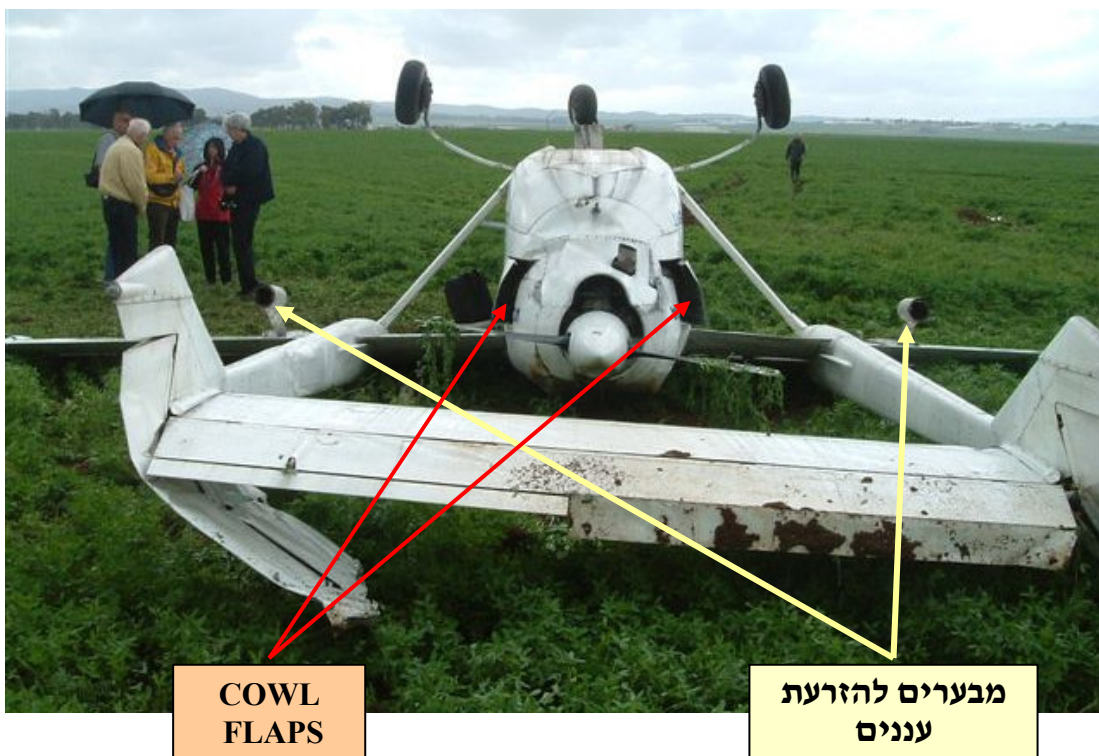
$$1.5 * \frac{6,000}{1,000} = 9NM \text{ במקום } 10NM - \text{ מרחק } 10 \text{ מייל, בעוד שטווח הגלישה רק } 9 \text{ מייל.}$$

$$1.5 * \frac{5,000}{1,000} = 7.5NM \text{ במקום } 8NM - \text{ מרחק } 8 \text{ מייל, בעוד שטווח הגלישה רק } 7.5 \text{ מייל.}$$

הערה: הערכתו התחזקה לאור העובדה, כי בפועל, היה יחס הגלישה, שהוא העריך 1,200 רגל ל - 1.5 מייל. כתוצאה מכך שינה כיוון אל אזור מגידו.

בדיעבד, מצא צוות החקירה, כי התקנת המבערים, אחד לכל כנף, יצרה גרר נוסף שפגע בכושר הגלישה של המטוס.

בשיחת הפתיחה לעונת החורף הנחה הבעלים, שלא להפעיל את דלתות הקירור של המנועים (COWL FLAPS) כיוון שהוא מתכוון לקבעם במצב פתוח. השארתן במצב זה גרמה להפחתה נוספת בכושר הגלישה (עפ"י חישובים הפחתה של כ - 18%).



3) למעט ביטול רמת דוד, כאפשרות לנחיתה, לא ניסה הטייס לתכנן את נחיתה האונס וגם לא הטיל זאת על טייסת המשנה. בכל השלב שבו היה בתוך הענן, למעט קטע קצר שהוא התעסק בניסיונות התנעה ונתן לטייסת להטיס, הוא התרכז באופן מובן בהטסת המטוס אל מתחת לענן, כשכיוונו הכללי – בתחילה רמת דוד ואח"כ מגידו.

בטווח 5.2 מייל ובגובה 3,600 רגל מעל פני השטח גילה הטייס קשר עין עם אזור מגידו ודווח אח"כ פעמיים, כי אינו בטוח כי יגיע (למנחת) וכנראה שיצטרך לנחות לפניו.

$$4.5 N.M = \frac{3,600 \text{ רגל}}{1,200 \text{ רגל לדקה}} * 1.5 = 4.5 N.M$$
 – מרחק 6 מייל, בעוד שטווח הגלישה רק 4.5 מייל.

חישוב זה ממחיש את התחושה של הטייס כי יתכן שלא יצליח לנחות במגידו.

בשלב זה לא התחשב הטייס ברוח המערבית החזקה שנשבה 25-20/25.

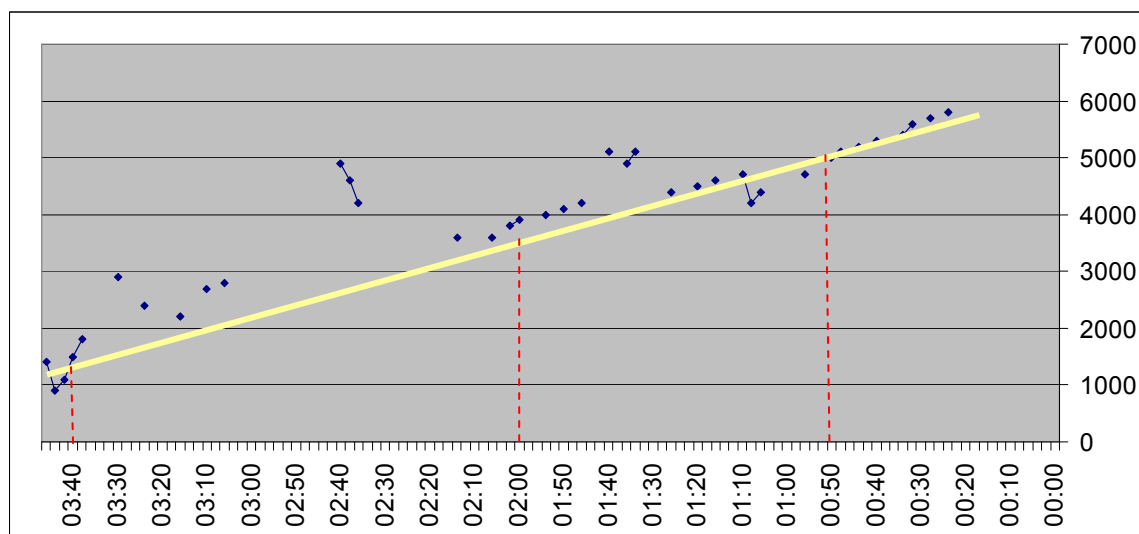
אם נתחשב ב- 25 קשרים רוח, נקבל כי הגעתו מגבלתית, **האומנם?**

הטייס לא שם את נ"צ המנחת (LLMG) ב-GPS, גם לא ביקש זאת מטייסת המשנה וגם לא ביקש את נתוני הרוח מנציג שח"ם.

עפ"י הצלבת הדיווחים לנקודות הציון, בעת הדיווח, מתקבל כי המטוס גמע מרחק זה משך כ- 1:40 דקות. מהירות הקרקע המתקבלת עפ"י הקלטת ה-GPS של שח"ם, לפחות לגבי החלק הראשון של הגלישה, מהציאה מהעננים, הינה 105-110 קשרים.

בהפחתת תוספת המהירות, עקב רכיב הרוח (25/25), מתקבל כי מהירות אוויר אמיתית של המטוס הייתה כ- 90 קשרים (כ- 100 מיי"ש).

שיעור הגלישה - מיפוי הגבהים עפ"י הצלבת התמליל המקורי עם נתוני המכ"מ



4) נקודת מפתח בהבנת האירוע ובניתוח האפשרויות, טמונה במסקנה, כי הטייס לא גילה קשר-עין עם המנחת ומסלוליו, אלא עם אזור המנחת, עפ"י המיקום של עפולה ושל כביש הסרגל. בפועל, הבחין הטייס במנחת רק כשהוא היה מעט מערבית למפתן מסלול 09. הטייס טס לאזור המנחת מתוך הנחה שהוא יסתדר אח"כ כשיראה אותו.

לאחר שיצר קשר עין עם הקרקע ועם אזור מגידו, העביר הטייס שוב את ההגאים לטייסת, על מנת שיוכל להתרכז בניסיונות ההתנעה של המנוע האחורי וסגירת בוחר הדלק (שקשה היה לסובבו).

5) בין שני הדיווחים על קשר העין עם מגידו, לבין חציית ציר 09, לא יצר הטייס קשר עין עם המנחת, באופן מודע או בלתי מודע. לקראת חציית מסלול 09 הוא זיהה את עפולה ואת כביש הסרגל, אך לא את המנחת עצמו. הטייס שאל את טייסת המשנה אם יש לה קשר עין עם המנחת והיא ענתה בחיוב "כאן למטה מצד ימין" – קרי בשטח "המת", למי שיושב בכסא שמאל. הטייס "הפיל" את כנף ימין וזיהה את מפתן מסלול 09.

הטייס לא ידע להסביר במדויק מה עשה בדקה שקדמה לגילוי המסלול, ולמען האמת, גם לא היה מודע לכך שהוא כבר מעליו, כיוון שעפ"י ה-GPS ועפ"י הבקר היה במרחק 2 מייל לערך מהמנחת.

קרוב לוודאי שהטייס עסק במשהו או ניסה להניע שוב את המנוע האחורי, עקב כך שלא איבחן אובדן דלק - כך או כך הוא לא יצר תמונת מצב נכונה וכתוצאה מכך נכנס ללחץ רב.

לטייסת המשנה היה קשר עין רציף עם המנחת, אך היא לא הרהיבה להזהיר אותו או להעיר לו על דבר שלא הייתה בטוחה בו מספיק. גם היא לא ידעה להסביר מה בדיוק עשה הטייס אותו משך זמן.

6) בנקודה בה גילה מחדש קשר עין עם המסלולים, עמדו בפני הטייס שלוש תבניות נחיתה עיקריות, כפי שמומחש בשרטוט שלהלן:

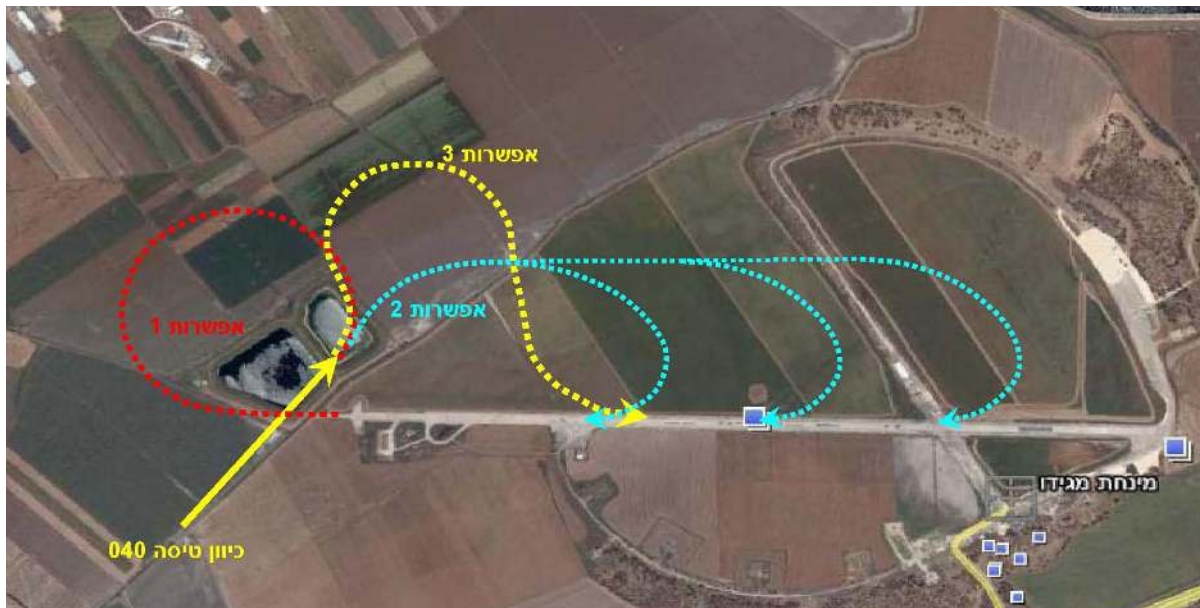
א) פניה שמאלה, בת 320 מעלות ונחיתה על מסלול 09.

ב) פניה ל"עם הרוח" 27, ביצוע 230 מעלות לנחיתה על מסלול 27.

ג) פניה ימינה בת 50 מעלות לנחיתה קדימה על מסלול 09.

הערה: האפשרות השנייה, כלל לא עלתה בראשו של הטייס, בין השאר כיוון שהיה מורגל בכך שההקפה הסטנדרטית ל- 27 היא דרומית שמאלית.

תרשים תבניות הנחיתה האפשריות



7) על מנת לבסס את חוות דעת צוות החקירה על נתונים בדוקים, עד כמה שניתן, נעזרנו במהנדסי אווירונאוטיקה, עם רקע עשיר בניסויי טיסה, בשני תחומים :

א) **ניתוח תבניות הנחיתה** – המטוס הגיע בגלישתו לנקודה שמעל תחילת מסלול 09, בגובה 1,100 רגל מעפ"ש ובמהירות 100 מיי"ש לערך. מצאנו לנכון לנתח אווירודינמית את תבניות הנחיתה האפשריות, עפ"י נתוני המטוס, הביצועים, הרוח ונתונים אחרים, על מנת להעריך באופן מדויק יותר את האפשרויות שעמדו בפני הטייס. יודגש, כי תוצאות הניתוח הן בדיעבד, בעוד שבזמן אמת היו לטייס את תחושותיו האינטואיטיביות ומידת "השיפוט" עליהן היה עליו להסתמך, לקבל החלטה ולהגיב. יוזכר, כי תבנית הנחיתה השנייה כלל לא עלתה בדעתו של הטייס.

ב) **הערכת נתוני הגלישה בפועל** – מאחר שהתברר, כי הטייס לא הצליח להגיע לנתוני הגלישה המיטבית, הרשומים בספר המטוס, חישבנו את תוספת הגרר והשפעתו על נתוני הגלישה.

התוצאה שהתקבלה לא תמכה באופן מובהק את ביצועי המטוס שהתקבלו בפועל ע"י הטייס ולכן הוחלט לבצע טיסת בדיקה שתקבע את נתוני הגלישה המתקבלים בפועל. מחמת הדרקוניות של הסכם הביטוח בין החברה המבטחת באנגליה לבין בעל החברה, פנינו לחברה המבטחת, באמצעות הסוכן ובעל החברה, והצגנו בפניהם את מתווה הטיסה – טיסת הבדיקה אושרה. ביום שישי, ה – 20 במרץ 2009, לאחר תאום סופי עם ראש אגף בכיר למבצעים ב-רת"א, יצאה הטיסה לפועל.

8) ניתוח תבניות הנחיתה האפשריות

א) נתונים

נתונים התחלתיים

גובה: 1,100 רגל
כיוון טיסה: 040
מהירות: 100 מיי"ש
רוח: 20-25 קשר מכיוון 250
מקום: תחילת מסלול 09 במגידו

נתוני מטוס

עומס כנף: $W/S=23.2 \text{ psf} = 113.27 \text{ kg/m}^2$
מוטת כנף: $b=38'2"$
מנת ממדים: $AR=8.78$
משקל: 3,850 ליברות
ערך גלישה מרבי, תצורה נומינלית: 1:13.2, במהירות 105 מיי"ש (עבור המשקל)

הנחות יסוד נוספות

תוספת גרר טפיל של 10% מהגרר הבסיסי (מבערי יודיד-כסף, חיפויי קירור מנוע פתוחים) – הנחה זו גוררת ירידה בערך הגלישה המרבי ל – 12.6.
ערך גלישה עם גלגלים מטה: 1:8 במהירות 105 מיי"ש.
יעילות צורת הכנף – 0.9 (היצרות טרפזית כפולה).

ב) תבניות הנחיתה שנבחנו

התבנית האדומה – התרחקות צפונה מהמסלול, פניה לכיוון 270, טיסה לכיוון 270, פנייה של 180 מעלות לכיוון 090, לנחיתה "עם הרוח".
התבנית הכחולה – התרחקות צפונה מהמסלול, פניה לכיוון 090, טיסה בכיוון 090 "עם הרוח", הורדת גלגלים ופניית 180 מעלות לכיוון 270 לנחיתה.
התבנית הצהובה – ביצוע "S" והחלקות לאיבוד גובה, לנחיתה על יתרת המסלול, לכיוון 090.

ג) פניות בתבנית נחיתה ללא מנוע

בפנייה ללא מנוע, זווית גלישה פרופורציונית לגרר הכולל, מחולק במשקל - מכפלת ערך זה, במהירות אוויר אמיתית, מבטאת את שיעור השקיעה:

$$v = V_{TAS} * D/W$$

$$D/W = (D/W)_{n-1} + \frac{1/2 \rho v_{TAS}^2}{W/S} [C_{Di})_{n-1} (n^2 - 1)]$$

בצורה כזאת רק תוספת הגרר 'עקב הפניה' מחושבת, בעוד שערך הגלישה ללא פנייה ($n=1$) נלקח מהנתונים הנומינליים.

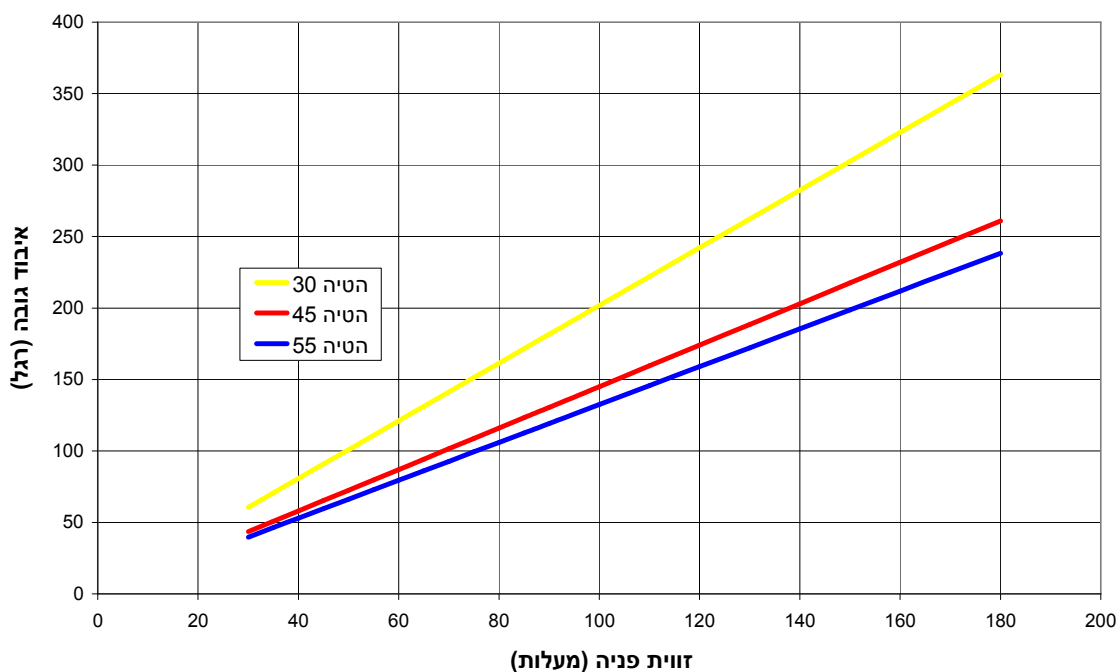
איבוד הגובה בפניה של Ψ רדיאנים בספרת עומס n הוא:

$$\Delta H = \frac{\psi * V_{TAS}^2}{g \sqrt{n^2 - 1}} * \frac{D}{W}$$

הפנייה המיטבית לאיבוד גובה מזערי היא בהטיה של 55 מעלות, אולם בפנייה בהטיה של 45 מעלות איבוד הגובה קרוב דיו למזערי ומרחיק את המטוס מהזדקרות.

בתרשים הבא נוכל לראות את איבוד הגובה שנקבע במטוס הצסנה 337 עבור פניות שונות ובהטיות של 55, 45 ו- 30 מעלות, בניתוח הכמותי שבהמשך נלקחו בחשבון פניות בהטיה של 45 מעלות.

ד) איבוד גובה ללא מנוע בצסנה 337 : $W/S=23.2 \text{ psf}$



ה) ניתוח כמותי של תבניות הפנייה

התבנית אדומה – תבנית זאת מנתחת הקפה מקוצרת שמאלית לנחיתה עם "רוח גב". תבנית זאת, למרות היותה פשוטה לכאורה, טומנת בחובה שני סיכונים – פניה הדוקה ל"בסיס", תוך מעבר מ"רוח אף" ל"רוח גב" חזקה ונחיתה עם "רוח גב" חזקה, כאשר בתחילת הפנייה יש גם בעיה לטייס לשמור קשר עין עם תחילת מסלול 09.

מסלול א'	איבוד גובה (רגל)
גובה התחלתי	1,100
התרחקות 125 מ' מהמסלול	30
פנייה 130 מע' מערבה	188
טיסה 500 מ' מערבה לאיבוד גובה	166
פנייה 180 מע' עם גלגלים	366
יתרת גובה בפיינל ל – 09	350

תבנית זו ניתנת לביצוע, אך דורשת הקפדה על שמירת מהירות בפניה ושיפוט נכון בפנייה, על מנת להגיע בכיוון הנכון לתחילת המסלול, עם יתרת גובה קטנה.

התבנית הכחולה – תבנית זו מנתחת הקפה ימנית מקוצרת, למסלול 27, שמאפשרת נחיתה טובה לתוך הרוח. נחיתה כזאת עדיפה, בו המטוס מצוי כבר בטיסה ל"עם הרוח", וניתן לקצרה בהתאם לגובה המתקבל, בפועל, בצלע "עם הרוח", בעוד שההיגוי הטוב יותר ומרחק העצירה יאפשרו לסיים את הנחיתה בביטחה.

מסלול א'	איבוד גובה (רגל)
גובה התחלתי	1,100
התרחקות 350 מ' מהמסלול	90
פנייה 50 מע' מערבה	72
טיסה עם הרוח 1,500 מ'	323
פנייה 180 מע' עם גלגלים	366
יתרת גובה בפיינל ל – 09 (בצומת המסלולים)	249

תבנית זו מביאה את המטוס לפיינל בגובה סביר ובאורך מסלול מספק, עפ"י שיפוט הטייס, אלא שהיא מחייבת עבודת צוות טובה והסתמכות על טייס המשנה, היושב בצד הפונה למסלול.

התבנית הצהובה – התבנית שבוצעה בפועל, כך שאפשר לבדוק את כיול החישוב מול הנתונים שנצפו בתאונה.

מרחק שהמטוס עבר (מטרים)	איבוד גובה (רגל)	מסלול א'
0	1,100	גובה התחלתי
517	203	פנייה 140 מע'
559	188	פנייה 130 מע'
258	58	פנייה 40 מע'
200	43	התיישרות 200 מ'
1,534	608	גובה בפיינל ל – 09

הניתוח מראה, כי בהתיישרות אחרי תמרון ה"ס" המטוס נמצא באזור צומת המסלולים בגובה של כ – 600 רגל, נתונים התואמים את העדויות.

סיכום

תבניות הנחיתה שנותחו מראות שהחישוב מכויל בצורה סבירה למצב המטוס כפי שנצפה בתאונה. שתי התבניות הראשונות מאפשרות נחיתה סבירה, עפ"י נתוני ההתחלה ועפ"י ביצועי המטוס, המחושבים.

9) תחושתו האינטואיטיבית של הטייס, בגילוי קשר-העין עם מפתן 09, כי לא יוכל באותו השלב לבצע פניה שמאלית לנחיתה על 09, הייתה במידה מסויימת נכונה - לאחר שפסל אינטואיטיבית אפשרות זו הציע הטייס, כי ינחת ישר קדימה על מסלול 09 וטייסת המשנה הגיבה בחיוב לכך. אפשר שהטייס לא המתין לתשובתה ובמקביל כבר פנה חריף יחסית, ימינה ודרומה.

הטייס ניסה לבצע אס ("S") לאיבוד גובה, אך בהשפעת רוח הגב והפניות הפחות תכליתיות נראתה טיסתו כתנועה מתרסנת, מעט דרומית למסלול 09, כשהוא חולף את הצטלבות המסלולים בגובה 500-600 רגל מעפ"ש.

בשלב מוקדם, יחסית, ויתר הטייס על נחיתה על המסלול והוא בחר להתמקד בנחיתה בשדה הפתוח שבהמשך המסלול, גם אם בדיעבד יתברר, כי יכול היה לנחות על המסלול.

תרשים הנחיתה בפועל



10 ניתוח שיעורי הגלישה עפ"י חתכים שונים – תוצאות מעשיות

א) מטרה ורקע

במהלך החקירה נמצאו הפרשים משמעותיים בין ביצועי הגלישה של המטוס באירוע שהתבטאו בעיקר בהבדל משמעותי, בין שיעור השקיעה שהתקבל בפועל במהלך הטיסה, ע"י הטייס, לבין שיעור השקיעה שמצוין בספר המטוס, גם לאחר התחשבות בתוספת הגרר בשל ההתקנות על המטוס ופתיחת מדפי הקירור. הפרש זה בא לידי ביטוי גם בסימולציה שהורצה לשם כך עבור התצורות שאינן מופיעות בגרפים שבספר המטוס (בספר המטוס יש רק תצורת מדפים מעלה, גלגלים מקופלים ו - Cowl Flaps סגורים).

ב) מהלך הטיסה

בתאריך 20.3.09 בשעה 11:15 בוצעה טיסת בדיקה במטוס CBT, עם בעל החברה ועם מהנדס ניסוי מטעם צוות החקירה. יעפי הגלישה האופקית בוצעו בין גובה 3,000' ל - 2,000'. יעפי גלישות הפניה בוצעו בין גובה 3,500 רגל לגובה 2,000 רגל. בנוסף בוצעה גלישה ארוכה מגובה 3,600 רגל לגובה 2,000 רגל. סה"כ בוצעו 15 יעפי בדיקה.

כל הגלישות בוצעו בהתאם לנתוני הספר ל - Zero Thrust (2010 rpm במנוע אחורי, 1860 rpm במנוע קדמי, MP מתאים לקבלת RPM זה). בתחילת כל יעף נמדדה כמות הדלק והטמפרטורה החיצונית, לצורך נירמול הנתונים ליום סטנדרטי ולמשקל סטנדרטי. כל יעפי הגלישה האופקית בוצעו באותו כיוון. ביעפי הגלישה, עם כנפיים מיושרות, התייצב המטוס 200' לפני גובה תחילת הביצוע וסיים 200' רגל מתחת לגובה. ביעפי ביצועי ההטיה התייצב המטוס בנתונים 20° לפני תחילת הביצוע עד ל - 20° אחרי גמר הביצוע. הטיסה בוצעה באזור אימונים 13 שאושר לגובה 3,500 רגל, לצרכי הטיסה. להלן פרוט היעפים שבוצעו:

יעפי גלישה ישרים:

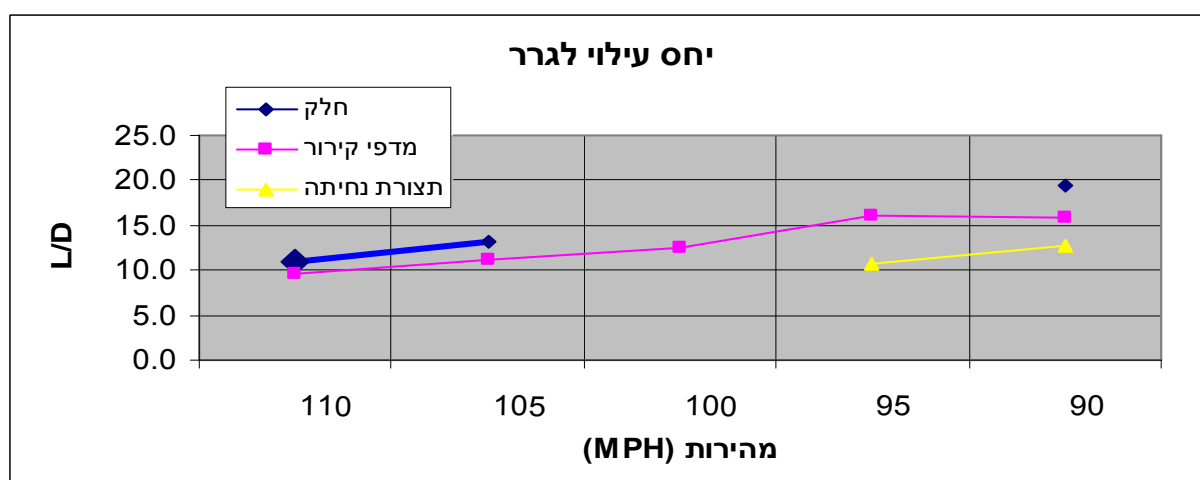
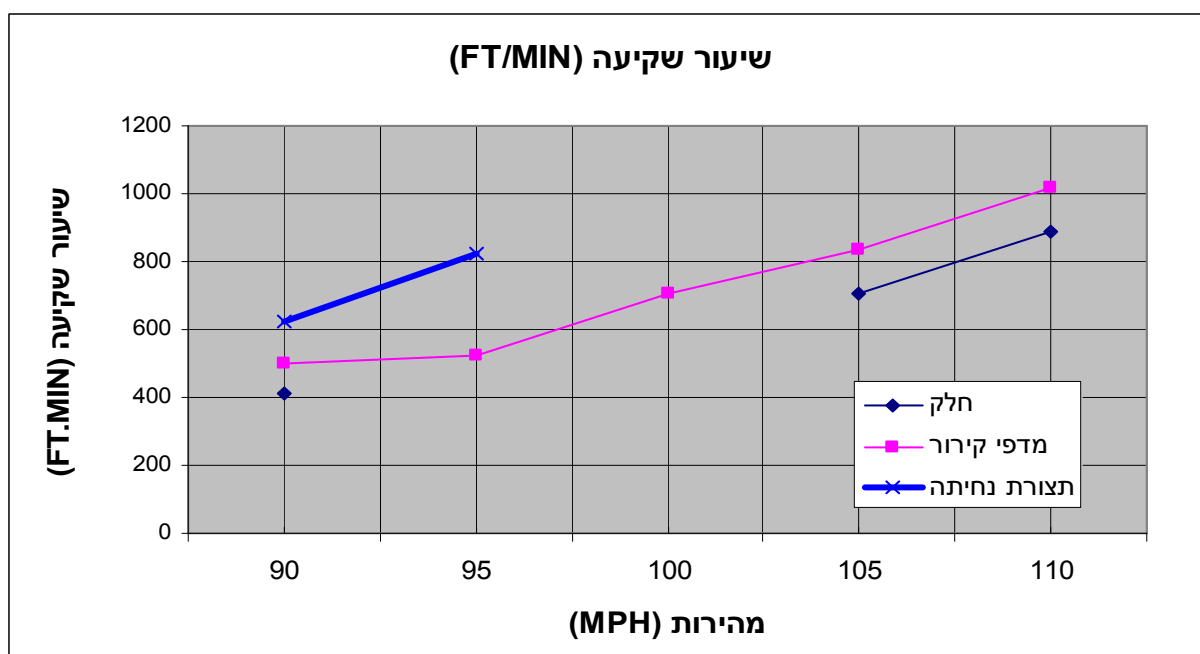
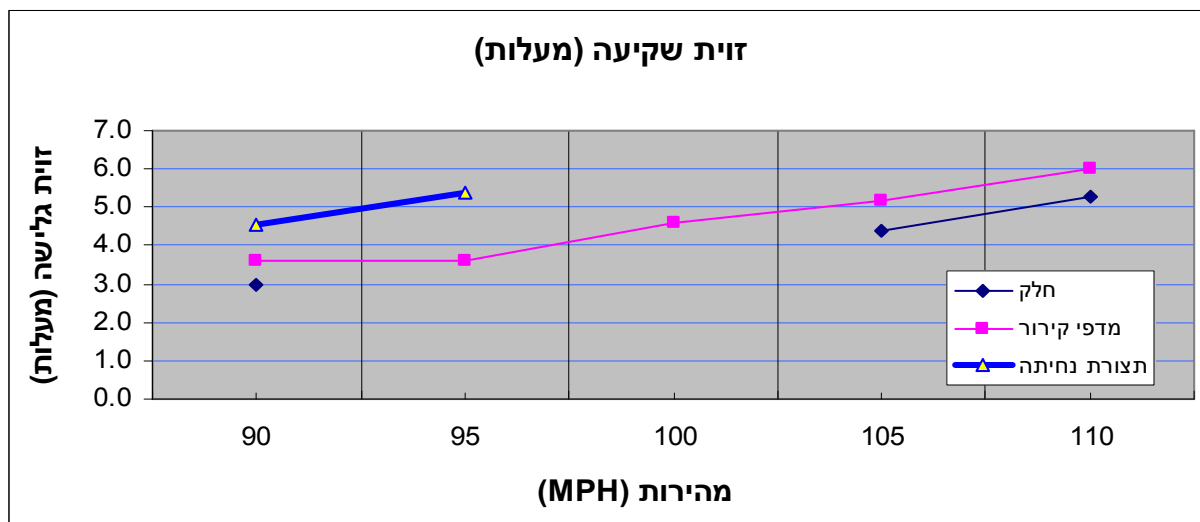
מטוס חלק: מהירויות: 90, 105, 110 MPH. (78, 91, 96 קשר בהתאמה) מטוס עם מדפי קירור מנוע פתוחים: מהירויות - 90, 95, 100, 105, 110 MPH. (78, 82, 87, 91, 96 קשר בהתאמה). גלישה ארוכה בתצורה זו במהירות 100 MPH (כמו באירוע). מטוס בתצורת גישה לנחיתה - גלגלים מטה. מדפים ב - $1/3$: מהירויות: 90, 105, 100 MPH.

יעפי גלישה בפניה:

מטוס חלק: פניות 30° , 45° , 60° מהירות: 100 MPH. מטוס בתצורת גישה לנחיתה: פניות 30° , 45° מהירות 100 MPH

(ג) תוצאות

בכל יעפי הבדיקה שבוצעו בתצורה המופיעה בספר המטוס לא נמצאו הפרשים משמעותיים בין המומלץ בספר לבין ביצועי המטוס בפועל. השפעת פתיחת מדפי הקירור גדולה במעט מזו שהוערכה לצורך הסימולציה. תרומתה והשפעתה אפשר שידונו בדוח עצמאי שיכלול גם המלצות לתוספת לסילבוס ההדרכה על מטוס זה. במסגרת המדגם המצומצם, נראה גם שהמלצת הספר על מהירויות גלישה מיטביות תואמות את הנתונים שנמצאו. שלושה גרפים לדוגמא, המבוססים על תוצאות הבדיקה, מצורפים להלן:



ד) הנדסת אנוש בתא

אין אינדיקציה רציפה על מצב מדפי קירור המנוע. קיימות בתא שתי נוריות (למנוע הקדמי והאחורי) שדולקות בתום מהלך ביצוע פעולה במדפים ולאחר מכם כבות והמפסק שמפעיל את המדפים מוחזר למצב ניטרלי. בשלב זה שתי הנוריות כבויות. במהלך הטיסה לא ניתן לדעת את מצב המדפים ללא הפעלה של המפסק.

כפי שניתן לראות מגרף שיעור השקיעה הרי שבמהירות הגלישה המומלצת למשקל המטוס ההפרש בין שיעורי השקיעה עם וללא מדפי קירור נותן כ - 130 רגל לדקה שלפעמים יכול להיות קריטי.

ה) שמירת מהירות מיטבית לגלישה

בתצורת מדפי קירור בחוץ במהירות של 100 מי"ש מתקבל שיעור שקיעה של כ - 700 רגל לדקה לעומת שיעור שקיעה של כ - 600 רגל לדקה בתצורה חלקה. במהירות של 105 מי"ש (המהירות המומלצת למשקל זה) מתקבל שיעור שקיעה עם מדפי קירור של כ - 830 רגל לדקה לעומת כ - 700 רגל לדקה שיעור שקיעה במטוס חלק.

באינטרפולציה ניתן לראות ששיעור שקיעה ב - 115 מי"ש (תואמת למהירות של 100 קשר) היא 1,200 רגל לדקה.

ממבט על תמונת מד מהירות מהסוג המותקן במטוס האירוע כמצורף להלן ניתן לראות שקיימת אפשרות של בלבול בין הסקאלה הפנימית (קשר) לסקאלה החיצונית (וזה גם קרה מספר פעמים בתחילת היעפים בטיסת הבדיקה לטייס עתיר ניסיון).

הנתונים שהתקבלו תאמו את גרפי המטוס המומלצים לתצורה חלקה ואת נתוני הסימולציה המוערכים גם לתצורת מדפי קירור, תצורת נחיתה (מדפים ב-1/3 וגלגלים מטה וגם את שיעורי השקיעה שהתקבלו לגביה בהטיה).

הערות:

1. ב-סע"מ ובספר המטוס (כולל רשימת התיוג) יש ויחידות המהירות הן בקשרים, למרות שבד"כ זה ב-מי"ש.
2. למרות שנושא שינוי המהירות המיטבית לגלישה בהשפעת רוח אינו בסילבוס, הרי במקרה זה רכיב רוח גבי מקטין את המהירות המיטבית בערך של כחצי מעוצמת הרכיב הגבי.



11 הערכת ביצוע הגלישה בפועל

עדויות צוות המטוס, הקלטת המכ"מ והשמע שנמסרה לנו ע"י חיל האוויר, הקלטת נתוני ה-GPS של מערכת ההזרעה במטוס, בתחנה הקרקעית של נציג שח"ם, נתוני מז"א מדויקים של השרות המטאורולוגי, עפ"י תחנת חדרה, רדיו-סונדה ו-מכ"מ עננים, ספר המטוס וחישובי גרר וגלישה, של צוות המומחים שסייע לחקירה, הושוו והוצלבו.

הצלבת הנתונים נעשתה במספר חתכים, במקביל, כמו למשל:

- ♦ תמונת מכ"מ למול תמונת ה-GPS (החלקית), לגבי מיקום וגובה.
- ♦ התמליל למול נתוני המכ"מ.

ניתוח נתוני ה-GPS והצלבת הנתונים הצביעו על כך, שנתוני ה-GPS מדויקים, אלא שההקלטה הופסקה בשלב מוקדם יחסית, כאשר המטוס היה בגובה 2,700 רגל.

השוואת הנתבי הקרקעי של המטוס, עפ"י ה-GPS, יחסית ל-מכ"מ, מצביעה על הסחה מסויימת של תמונת ה-מכ"מ.

ניתוח המהירות הקרקעית של המטוס, בהתחשב ברכיב הרוח הרלוונטי, מצביע על כך, ששיעור הגלישה הממוצע, לאחר כביית שני המנועים ועד לסיום הקלטת ה-GPS, היה כ-1,200 רגל לדקה, במהירות אוויר אמיתית 100-105 מי"ש.

חיבור תמונת ה-מכ"מ להקלטת ה-GPS לא נתן נתונים מתואמים ונוצר מעין אי רצף, בין השלב שהמטוס הנמיך מתחת ל-2,700 רגל לבין השלב שהמטוס היה סמוך למפתן מסלול 09 במגידו. ככל שצוות החקירה ניסה להסביר את הפער, כך התחוור יותר ויותר כי חסרות ככל הנראה בין דקה לדקה וחצי.

יצוין, כי משרד החוקר הראשי ביקש למעלה משבועיים כי תבוצע בדיקה חוזרת, כי ההקלטה רציפה, כמו גם לקבל נתיב קרקעי והקלטה רציפה – עד למועד כתיבת הדוח זה לא התקבל.

על מנת לבדוק את טענת אי הרציפות של תמונת ה-מכ"מ, הוקרנה ההקלטה על מסך גדול וכל 10 שניות עוכבה (PAUSE) ההקלטה ומיקום ה"בליפ" של ה-מכ"מ סומן על הלוח.

התברר כי המרחק בין ה"בליפים" של הזמנים 3:20 ו-3:40, יחד, הוא פי 2.4 מהמרחק שבין חמשת ה"בליפים" שלפני כן (3:20-2:40). המשמעות הינה, כי במרווח הזמן של 20 שניות (3:20-3:40) עברו בפועל 1:30-1:40, קרי 1:10-1:20 חסרות.

כיווץ זמן קצר יותר, של כ-10 שניות, היה בזמן יחסי 02:20.

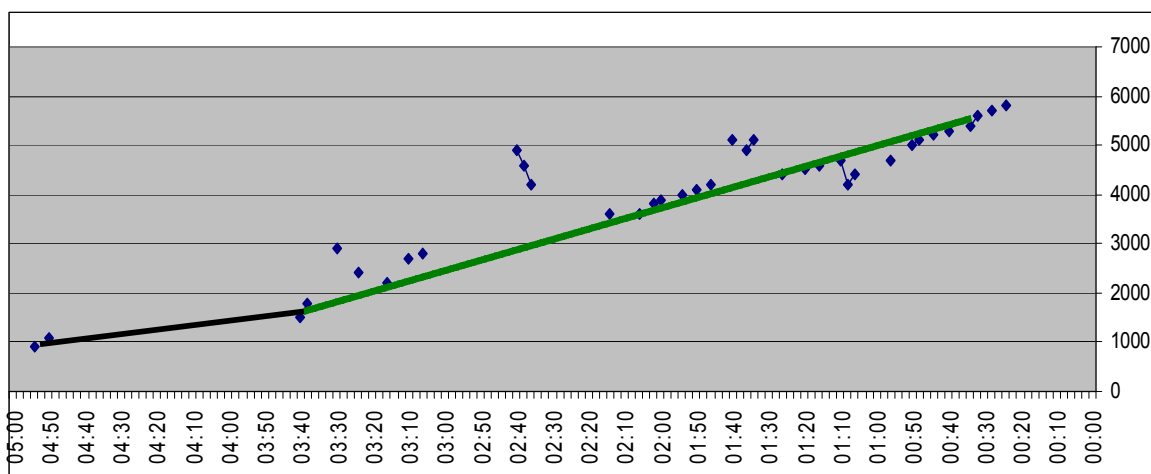
הצבת מרווח הזמן החסר באותו קטע זמן שצויין נותנת מענה לפער הזמן או המרחק שלא היה לו הסבר ומצביעה על כך שבחלק הסופי של הגלישה היה שיעור הגלישה בפועל 840 רגל לדקה – נתון כמעט זהה לזה שהתקבל בטיסת הבדיקה.

אין באפשרותנו להסביר את מקור הטעות בהקלטה שנמסרה לנו ע"י חיל האוויר ונכון שנקודה זו תיבדק, במיוחד אם אפשר שזה "באג" של ההקלטה ולא עריכה ידנית, ששכחו לדווח עליה. רצ"ב נקודות ה-מכ"מ כפי שסומנו על הלוח (לצורך המחשה) וכן גרף הגלישה המתוקן.

ניתוח תמונת ה-מכ"מ – נ.צ. וזמנים



שיעור הגלישה - מיפוי הגבהים עפ"י תמונת ה-מכ"מ המתוקנת



מרגע שהניץ את המנוע הקדמי, החל הטייס בהנמכה, אשר תוך זמן קצר, כשהמנוע האחורי כבה, המשיכה לגלישה. ההבדל המשמעותי בין שיעור ההנמכה שהתקבל בפועל לבין זה הרשום בספרות היצרן, מוסבר באי שמירת נתונים, באותו השלב ואפשר גם בבלבול בקריאת המהירות - **בקשרים במקום מיי"ש**.

שיעור השקיעה שהתקבל בפועל, מסביר את הערכותיו הסובייקטיביות המוטעות של הטייס, באשר לסיכויי הגלישה שהיו לו, כל משך זמן הגלישה, הן לרמת דוד והן למנחת מגידו.

מרגע שיצא מתחת לענן ויצר קשר עין עם אזור מגידו הלכה והתחזקה אצל הטייס ההערכה **כי לא יגיע למנחת** והוא כבר חשב כי ינחת בשדה (כלשהו) לפני המנחת. כתוצאה מכך ניסה הטייס להניע חזרה את המנוע האחורי – אך ללא הצלחה.

בהתקרבו, לא הבחין הטייס במנחת ועוצמת הלחץ שנבנתה אצלו הגיעה לדרגה כזו, שבגילוי, התקשה הטייס לנתח נכון את כל האפשרויות שעמדו בפניו – תוך זמן קצר החליט לבצע **נחיתה בטוחה בשדה שבהמשך המסלול**, כפי שהתקבע בראשו ולא לנסות משהו שעבורו באותו רגע היה הימור.

מרגע שהחליט, לא התפתה הטייס לנסות ולהתעקש על נחיתה על המסלול והוא התרכז בנחיתה קדימה, בשדה הפתוח שבחר.

טעויות טכניות עיקריות שהכשילו את נחיתה האונס :

האחת – העדר תכנון מראש של נחיתה האונס, לפחות מרגע גילוי קשר העין.

השנייה – העדר חתירה לקשר-עין עם המנחת, בשלב קריטי של ההצטרפות.

השלישית – אי שימוש ב GPS לחישוב טווח מדויק לתחילת מסלול ולהערכת הרוח.

הרביעית – העדר חשיבה על האופציה ל"עם הרוח" ימנית ל - 27.

החמישית – ביצוע לקוי, לכאורה, של האלטרנטיבה אותה החל לבצע.

בקטעים קריטיים של הטיסה היה כמעט נתק, בין הטייס לבין טייסת המשנה, כתוצאה מכך, הסתרבלה עבודת הצוות ולא הגיעה לכדי מיצוי יעיל – יוסבר בפרק הניתוח הבא.

ו. עבודת הצוות באירוע (CRM)

1) בתא הטייסים

א) הטסת מטוס ע"י צוות מרובה (משניים ומעלה), שלא במסגרת הדרכה או מבחן, מתבצעת בשני מצבים עיקריים:

■ המטוס נבנה מלכתחילה לצוות מרובה – מטוסי נוסעים וכד'.

■ החלטת מפעיל להטיס מטוס של טייס אחד, ע"י צוות טייסים.

ב) כאשר המטוס מתוכנן ובנוי להפעלה ע"י צוות, ישנה חשיבה מקדימה ותכנון המתאימים לתפישת ההטסה של אותו כלי הטיס. התצוגות, ההגאים, המפסקים ושאר האמצעים, בנויים עפ"י חלוקת התפקידים, כאשר בד"כ כל מה שנחוץ להטסה הבסיסית (הגאים ותצוגות) הוא כפול. מטוס הצסנה 337 לא נבנה כמטוס לצוות מרובה אלא לטייס אחד. כל התצוגות מצויות בצד שמאל והוא ניתן להפעלה ע"י טייס אחד.

ג) מטוס הצסנה 337 מופעל בחברת "גבע תעופה" ע"י טייס אחד, למעט במשימות הגברת גשם (המהוות את עיקר הגיחות במטוס זה), או אז הוא מופעל ע"י צוות של שני טייסים. זוהי החמרה על תפישת היצרן של המטוס, הנובעת ממורכבות המשימה וההתקנות שבוצעו על המטוס.

ד) ה-סע"מ של החברה, בפרק 9 "הגברת גשם" קובע, בסעיף 9.02.6, כי: "צוות לביצוע המשימה – 2 טייסים בעלי הגדרים ורישיונות מתאימים (קברניט + טייס משנה)".

בסעיף 9.03 "צוות אוויר" קובע ה-סע"מ את הכישורים והסמכויות של קברניט הגשם, של טייס המשנה ואת אופן הכשרת טייסי הגשם. בסעיף 9.06 – "נוהלי עבודה לצוות אוויר" נוקב ה-סע"מ בשורת הבדיקות והפעולות שצריך הצוות לבצע במהלך המשימה ואין הוא מפריד בין הקברניט לבין טייס המשנה, אלא בשלב ההמראה, קרי: העברת התדריך להמראה והקראת הנתונים במהלך הריצה.

ה) בפרק 5 של ה-סע"מ "הגדרות תפקידים" מפרט ה-סע"מ את הכישורים הנדרשים, הכפיפות, התפקידים והחובות של ממלאי התפקידים השונים. סעיף 4.04 "טייס מפקד/קברניט (PIC)" נוקב בכל מה שקשור לתפקידו ודומה שהוא נושא בכל התפקידים המחויבים בטיסה. בסעיף 4.05 – "טייס משנה" נוקב ה-סע"מ באותם התחומים, אך לגבי טייס המשנה:

■ כפיפותו של טייס המשנה היא להוראות הטייס מפקד.

■ להחליפו כאשר נבצר ממנו למלא תפקידו כטייס מפקד.

■ פעולותיו מתואמות ומאושרות ע"י הטייס מפקד.

בכל מה שקשור לתפקידי טייס המשנה, ראוי לציין את ההדגשה כי עליו להסב את תשומת הלב של הטייס מפקד, אם מבחין בחריגים באוויר או על הקרקע, במטוס או מחוצה לו.

(ו) **בספר ה"משימה" הכחול**, המצוי בכל אחד מהמטוסים ואשר מכיל הנחיות, טפסים ורשימת תיוג, ישנה התייחסות לקונית, בת עמוד אחד, להמלצות לתפעול צסנה 337 בעבודת צוות. ההמלצות מחולקות לתפעול רגיל (בדיקות, עד המראה, המראה, באוויר, נחיתה, כיבוי) **והמלצות לתפעול בחרום** (על המסלול, אובדן מנוע, בנתיב, נחיתה אונס). ההמלצות מחלקות את תפקידי הקברניט וטייס המשנה, אך אלו לא תודרכו, לא תורגלו וספק אם יושמו בפועל.

(ז) אם מציירים את עבודת הצוות, עפ"י ה-סע"מ של חברת "גבע תעופה" וספר ה"משימה", נקל להבין, כי התפישה העומדת בבסיס ההנחיות מטילה את מרב האחריות, לכל הנעשה בטיסה, על הטייס המפקד, כאשר טייס המשנה הוא עזר כנגדו. הדגש לאופן תפקודו של טייס המשנה אינו כלפי המשימה אלא כלפי הטייס-מפקד – עובדה זו דורשת מטייס המשנה להתאים את עצמו לכל טייס-מפקד באופן אישי ולא עפ"י מכלול תפקידים הנובע מהמשימה עצמה. בשיטה זו, ה"כימיה" הנדרשת, בין שני אנשי הצוות, כל אחד עפ"י מעמדו ותפקידיו, היא גדולה בהרבה מזו המוגדרת, באופן מפורט, עבור מטוס שנבנה עבור צוות הטסה מרובה. מתוך ה-סע"מ ומעדויות אנשים, מתברר כי משימת הגברת גשם הוגדרה עבור צוות הטייסים, אך לא נעשה כמעט דבר בתחום סדנאות CRM, הנדסת אנוש והדרכות אחרות, כדי לפתח ולקדם תחום זה בחברה. יוזמה כזו גם לא התעוררה ב-רת"א, למרות תפישתה לגבי ה-CRM.

(ח) במשימה הנחקרת צוותו, טייס-מפקד עתיר ניסיון בטיסה ובמשימה האמורה, עם טייסת משנה שצברה שעות הדרכה במטוסים אחרים, אך ניסיונה במשימה היה קטן יחסית לזה של הטייס.

צוות החקירה בחן את העובדות והמהלכים של האירוע והבין, כבר בשלבים מוקדמים של החקירה, כי בפועל לא הייתה ביניהם עבודת צוות מועילה, זאת למרות אמירותיהם הראשונות בזכות העבודה ביניהם:

(1) טייסת המשנה צוותה לטיסה כשיש לה מראש משקעים ומתח מול הטייס-מפקד שצוות למשימה. בטיסה קודמת נאמרה אמירה שפגעה בה, מבלי שהטייס-מפקד העריך את עומק הפגיעה, אם בכלל זכר את המקרה.

(2) הטייס-מפקד מצידו לקח שליטה על המשימה כבר לאחר ההמראה כשנטל לידיה גם את ניהול הקשר אשר נעשה, בד"כ, ע"י טייס המשנה. מצד שני הוא העביר לה מדי פעם את ההטסה.

(3) מרגע שהמנוע הקדמי רעד, העבירה הטייסת את ההגאים לטייס-מפקד, מבלי שהתערבה בכל פעולות החרום שביצע ומבלי שהייתה לה מעורבות בעניין – הטייסת סמכה ידיה, באופן מלא, על הטייס.

(4) לאחר שהטייס-מפקד הניץ את המנוע הקדמי, יזמה טייסת המשנה את כיבוי מערכת הזריעה – פעולה מחויבת שנעשתה בזמן. אח"כ התיישבה, נקשרה והציעה את עזרתה בהטסה.

(5) מרגע שהטייס-מפקד נאלץ להניץ את המנוע האחורי הוא נטל לידיה את כל תפקידי צוות הטיסה – הטסת מצב החירום, דיווח בקשר, תכנון נחיתה אונס ועוד. החל מהשלב הזה הפכה טייסת המשנה לפאסיבית והיא לא לקחה לעצמה תפקידים ולא יזמה דבר. הטעות העיקרית נבעה מהעדר תכנון נחיתה האונס, בפרט לאחר היציאה מהעננים, דרך בדיקת הנתונים במערכת ה-GPS (הפעלת מוד Nearest, לאיתור השדה הקרוב, חישוב רוח) ומעקב אחר הביצוע, יחסית לתכנון.

(6) הטייס נמנע מלבקש מהטייסת לסייע לו בהטסה ולמעט שני קטעים קצרים, האחד מיד לאחר כביית המנוע האחורי והשני מיד לאחר יציאתם מתחת לענן. הסיבה לכך נבעה בין השאר, עקב תחושתו, לפחות בתוך הענן, כי היא מתקשה לשמור טיסה אופקית בתוך מזג האוויר הנגיף.

אפשר שהשילוב של שניהם, אי שמירת כיוון מדויק ועקבי, יחד עם אפשרות לטעות במהירות הטיסה ושאר הנתונים, גרמו כך כי בחלק הראשון של הגלישה היה שיעור ההנמכה הממוצע גבוה כמעט ב- 50% משיעור ההנמכה אותו ניתן היה לשמור.

(7) בשלב הקריטי, בין היציאה מהעננים לבין חציית ציר המסלול 09, היה הנתק בין שני הטייסים כל כך גדול, עד כי שניהם לא הצליחו לשחזר את אותן דקה-שתיים.

הטייס, בלחץ בו נמצא, למרות תפקודו האינטואיטיבי, לא הצליח לזכור במה עסק באותן השניות ולא הצליח להסביר מדוע לא תכנן את נחיתה האונס. ממצב של חוסר פוטנציאל לכאורה עבר לעודף פוטנציאל, אותו קל היה ל"בזבז", אם היה תכנון מראש.

בפועל, לא זיהה הטייס את המסלולים, אלא את האזור הכללי של המנחת – גילוי קשר-עין היה רק כשהיה מעל תחילת מסלול 09. הטייסת ששמרה קשר-עין עם מנחת מגידו הבחינה בפרטים, אך לא אזרה אומץ להעיר לטייס-מפקד, כי ההצטרפות לנחיתה הולכת ומשתבשת.

(8) שיא הנתק בין שני הטייסים היה ברגע שקדם לחליפת ציר מסלול 09. הטייס לא ראה את המסלולים וקשה היה לו להתמקד, בעוד שטייסת המשנה ראתה את המצב ולא קלטה את העובדה הפשוטה, כי הטייס אינו רואה את המסלול, אלא רק לאחר ששאל אותה באופן ישיר.

ברגע קריטי זה עמדו בפני הטייס, לכאורה, שלוש אלטרנטיבות – מחמת הקריטיות של ההחלטה הוא שיתף, לכאורה, את טייסת המשנה במחשבותיו, אך זו חיזקה את החלטתו המתגבשת, ללא הערכה או נימוק.

(9) הטייס פסל אינטואיטיבית את האלטרנטיבה לפנייה שמאלה ל - 09 ובחר בהשלמת תנועת ה - "S" ונחיתה קדימה על מסלול 09. הטייס לא העלה במוחו כאופציה את המשך הטיסה לפי תבנית הנחיתה השנייה (אפשרות 2), דהינו "ל"עם הרוח", צפונית, למסלול 27. כך גם טייסת המשנה.

בתוך שניות הוא הבחין, במה שלא היה מודע קודם לכן, כי המטוס נקלע לרוח גב חזקה, המרסנת את תנועת ה - S, ותוך זמן קצר הוא הבין, כי לא יצליח כנראה לנחות על המסלול ועל כן החליט לנחות על השדה הירוק, שבהמשך המסלול. מרגע שקיבל את ההחלטה, הוא הודיע זאת ל"פלוטו" והתרכז בביצוע הנחיתה.

(ט) צוות הטייסים נכשל במשימתו להנחית את המטוס על המסלול במנחת מגידו, זאת כשהיו לו את הנתונים והנסיבות להצליח בכך. ניתוח השתבשות נחיתה האונס, בדגש לעבודת הצוות, מראה באופן ברור את הסיבות לכך ואת המנגנון שהוביל להשתבשות. בולטת בחומרתה העובדה, כי למרות שמדובר במשימה מורכבת, הדורשת תאום ועבודה משני אנשי הצוות, לא מצאה המערכת (רת"א והמפעיל) לנכון למסד תקנות ו/או הנחיות ו/או הדרכות ייעודיות להקניית המיומנויות של עבודת הצוות.

2) בין הטייס לבין הבקר

א) במובן הרחב של מושג "עבודת צוות" ניתן להכליל לא רק את עבודת אנשי הצוות בתא הטייסים, אלא גם את העבודה שבין שני טייסים במבנה של מטוסים, בין תא הטייסים לבקרה, בין הטייס למגדל הפיקוח וכך הלאה.

ב) בחקירה זו לא השתתפו חוקרי חיל האוויר ולכן לא התעמקה החקירה בעבודת הבקר מחיל האוויר, שעבד בזמן האירוע מול הטייס. יחד עם זאת קיבלנו מחיל האוויר, אמנם באיחור גדול יחסית, עשרה ימים, את הקלטת ה-מכ"מ והשמע של האירוע, מרגע הדיווח הראשוני על אובדן המנוע ועד לדיווח האחרון, כי הטייס ינחת מחוץ למסלול – סה"כ כ – 4 דקות, השופכות אור על מה שארע.

ג) בתחילת האירוע סגר הטייס את מכשיר הקשר עם נציג שח"ם, כיוון ששאלותיו הפריעו לו בטיפול במצב החרום והוא נשאר בקשר רק עם הבקר הצבאי "פלוטו". מאחר שלקשר עם הבקר הייתה השפעה על תפקוד הטייס באירוע, נקבה החקירה בנקודות העיקריות, חלקן באחריות ושליטה של הבקר/טייס וחלקן נובעות מהאמצעי/מהשיטה הנקוטים.

ד) הנקודות העיקריות בעבודת טייס – בקר, עפ"י סדר הופעתן :

(1) **השדה הקרוב ביותר** - בדיווח הראשון של הטייס על אובדן המנוע, ביקש הטייס כיוון לשדה הקרוב ביותר – הבקר נתן לו כיוון לרמת דוד ולא למגידו שהייתה קרובה יותר.

(2) **העדר כיוונים רציפים** – בפנייה השנייה של הטייס לבקר, ביקש הטייס כיוון רציף: הבקר עדכן את הכיוון והטווח לרמת דוד, אך לא יזם אח"כ עדכונים נוספים, כפי שביקש הטייס.

(3) **הברור לגבי הערת הצלחת הגלישה** – חצי דקה לאחר דיווח הטייס, כי הוא מתחיל בגלישה וכנראה שגם המנוע השני "הולך", הבקר שאל אם יצליח לנחות ברמת דוד והטייס הביע ספק בכך. הערה: אפשר ששאלה זו מהווה את הגורם העיקרי לכך שבהמשך, כמעט בכל דיווח, הוסיף הטייס את הערכתו אם יגיע לנחיתה היכן שקבע ואם לאו. תופעה זו לכשעצמה מבטאת קיבעון ותיעול מחשבתיים.

(4) **הברור לגבי מספר הנוסעים** – הברור לגבי "מספר נפשות" על המטוס הוא טבעי והגיוני כשמדובר במטוס נוסעים שהכריז חרום, מאחר שצריך להתכונן לפינוי והצלה של שוכני המטוס.

במקרה הנוכחי, כשטייס מטוס קטן, שפרטי טיסתו מצויים במרשה, שנלחם להיחלץ מעננים פעילים, ללא מנועים - השאלה הזו מיותרת בעיתוייה ובפרטיה.

(5) **אי דיווח בסיס ענן** – משך שתי דקות, כשהטייס מנסה להיחלץ אל מתחת לבסיס הענן, לא עדכן אותו הבקר, ביוזמתו, באשר לגובה בסיס הענן – נתון שהוא חשוב וקריטי במצבים כאלה.

(6) **ההכוונה למנחת מגידו** – בהמשך לבקשת הטייס, לקבל נתונים על מנחת מגידו, הבקר מעדכן, אלא שאין הוא מכוונו למסלול 09, אלא לנקודת הדיווח MEGID, המצויה דרומית מזרחית להצטלבות המסלולים – בפועל כ – 2 מייל מזרחית לתחילת מסלול 09.

(7) **דחיפת נתונים** – הבקר לא דחף נתונים חשובים לצוות טיסה במצוקה, כמו: כיוון ועוצמת הרוח, מצב מז"א בבסיסי המשנה (רמת דוד, מגידו) ועוד.

(ה) מניתוח ראשוני של התנהלות העבודה על ערוץ הקשר, בין הטייס לבין הבקר, ניתן להתרשם, כי ניתן היה לשפר את הנתונים והדיווחים שהועברו ובכך, אולי, לסייע להצלחת נחיתת האונס.

כתוספת ולא דווקא מאירוע זה...

תופעה חוזרת ונשנית היא שהקלטות ה-מכ"מ והשמע של אירועים בהם מעורבים מטוסים אזרחיים אינן נמסרות למשרד החוקר הראשי בפרק זמן סביר, ולעיתים הן "מכוזצות" או חסרות נתונים.

יתרה מכך, קורה שמסתבר כי הקלטות כאלה נמחקות למרות שעפ"י החוק יש לשמור אותן 60 יום וכאשר מדובר בתאונה (או תקרית חמורה) אזי עפ"י הנחיית החוקר הראשי.

ממקום של אחריות ושיתוף פעולה מוצע כי נקודה זו תבורר ובהתאם תינתנה ההנחיות למסירת ההקלטות והנתונים, בכל מקרה של תאונה או תקרית חמורה, בדחיפה ותוך פרק זמן קצר, ככל שניתן.

4. מסקנות

א. האירוע הבטיחותי מורכב מתקרית קרקעית הקשורה להכנת ובדיקת מטוס לפני טיסה, כשבמכליו כמות דלק פחותה משמעותית משתוכנן ומתאונה אווירית, של השתבשות נחיתת אונס, בנתוני טיסה שאיפשרו סיום מוצלח.

ב. התקרית הקרקעית מסווגת כאישית צוות אוויר, של צוות הטיסה, עם תרומה ניהולית נכבדה, של בעל החברה ותרומה טכנית של כשל מערכת מדידת כמות הדלק במטוס. כתוצאה משילוב הטעויות והכשלים, אזל הדלק בטיסה ושני המנועים כבו באוויר.

ג. התאונה האווירית מסווגת כאישית צוות אוויר, של צוות הטיסה, עם תרומה ניהולית, בכל הקשור להדרכה ולהטמעת עבודת הצוות, הן מצד רת"א והן מצד החברה המפעילה.

ד. מדי הדלק במטוס זייפו בקריאתם באופן מהותי וחיוו כמות הגדולה לפחות בחצי מזו שהייתה בפועל. הזיוף במדי הדלק היה קיים לפחות בשתי גיחות ההעברה שקדמו לטיסת התאונה. בדיעבד, הוברר כי קצר חשמלי בנקודת כניסת נתוני הדלק מכנף שמאל אל המתמר שיבש את הנתונים שהתקבלו בתא הטייס.

ה. הגורם הישיר לכביית שני המנועים, זה לאחר זה ובתוך זמן קצר מאוד, הוא אזילת הדלק במטוס. צוות הטיסה לא יכול היה לחשוד בכך באוויר, מאחר שמדי הדלק זייפו בהתאמה ותאמו לנתוני מחשב הצריכה (DIGI FLOW).

ו. בעל החברה והממונה על המבצעים, ששימש גם כטייס שביצע את שתי טיסות ההעברה, לא בדק פיזית את כמות הדלק במכלים ולמרות זאת העריך, לפחות בטיסה הראשונה מביניהן, כי המטוס מתודלק מלא.

ז. אמידת כמות הדלק ע"י הטייס-מפקד ושל זה שקדם לו הייתה עפ"י הנחיות היצרן, קרי: באמצעות מדי הדלק האינטגרלים. היצרן לא סיפק אמצעי בדיקה כדוגמת DIPSTICK לאמידת כמות הדלק, ורת"א, שהומלץ לה בעבר מספר פעמים לחייב זאת, לא יישמה זאת בפועל.

הערה: הדרך המאולתרת, הכמעט יחידה שיכול היה הטייס לנקוט אותה, במקרה הנחקר, הוא לאלתר מוט כלשהו ולהעריך באמצעותו את כמות הדלק.

ח. טעויותיו של הטייס-מפקד, בכל הקשור לאמידת כמות הדלק לפני הטיסה, לא נבעו מרשלנות או מחוסר מקצועיות, אלא מהנסיבות המקלות המיוחדות שהיו באירוע וממערכת היחסים שבינו לבין מעסיקו. ספק רב אם בנסיבות דומות, טייס אחר היה פועל בצורה שונה.

ט. מספר נחיתות אונס שארעו בשנתיים האחרונות, עקב אזילת דלק, חידדו את הצורך בתכנון רזרבות דלק, לפני טיסה, ובמדידה מדויקת של כמות הדלק במטוס. מגוון המלצות בתחומים אלו ניתנו ע"י משרד החוקר הראשי, אך הן לא התקבלו, או שלא יושמו. מימוש ויישום ההמלצות שניתנו בעבר, אפשר שהיה מונע תאונה זו, כמו תאונות אחרות שארעו לאחרונה.

י. בשלב הראשוני והקריטי של השתלטות צוות המטוס על המצב שנכפה עליהם, בשל כביית שני מנועים בתוך עננות פעילה, תפקד הצוות במקצועיות, ובשיקול דעת תכליתי – כתוצאה מכך נחלצו מוקדם מתחת לענן ובכיוון גלישה כללי אל השדה הקרוב – מגידו.

יא. בלחץ בו היה שרוי הטייס, בתחילת הגלישה, בתוך עננים פעילים ועם שני מנועים כבויים, התבססו הערכותיו לגבי סיכויי הגלישה ל"שדה הקרוב", על שיעור ההנמכה שציין המכשיר, למול הטווחים שקרא ב – GPS וגם קיבל מהבקר. כתוצאה מכך העריך, בטעות, כי ספק אם יגיע לשדה רמת דוד, או אח"כ, למנחת מגידו.

יב. בקטע הטיסה, ביו היציאה מתחת לענן וגילוי קשר העין עם אזור מגידו, לבין הגעתו למנחת מגידו, לא חתר הטייס לגלות קשר עין עם מסלולי המנחת, אלא עסק בין השאר בניסיונותיו להניע את המנוע האחורי. העדר עבודת צוות מועילה, בקטע טיסה קצר זה, היווה גורם קריטי להשתבשות הנחיתה ולקיבעון שהתפתח אצל הטייס, לנחות בשדה פתוח (לפני מגידו).

יג. בגילוי קשר-העין עם המסלול ("מימין, למטה!") עמדו בפני הטייס שלוש אופציות לנחיתה. הטייס שקל בפועל רק שתיים מהן (לא הביא בחשבון את האפשרות של הקפה ימנית ל – 27), ביטל אינטואיטיבית את האופציה לנחיתה על 09, ולבסוף בחר להשלים תנועת "S" ולנחות קדימה על יתרת מסלול 09.

יד. הטייס לא הצליח לממש, כפי ש"דמיין" בראשו, את האופציה של נחיתה על יתרת מסלול 09, וזיהה מייד שהוא איבד את השליטה על הביצוע, אל מול "התכנון". הטייס דיווח מיידית על החלטתו לנחות מחוץ למסלול ומייד התרכז בנחיתה, ישר קדימה, בשדה הירוק שמעבר לסוף המסלול, בדומה למה שהתקבע בראשו קודם לכן. אפשר שהחלטתו זו הצילה את חיי הצוות והמעטה מנזקי התאונה.

טו. ביצוע נחיתת האונס בשדה הפתוח היה טוב מאוד. איתרע מזלו שבסוף ריצת הנחיתה, במהירות נמוכה, עקב בוציות האדמה, שקע גלגל האף והמטוס התהפך על גבו. עיקר הנזק במטוס נבע מגרירתו אח"כ, כשהוא הפוך, חזרה למנחת, ומוונדליזם של "אורחים לא קרואים" שבזזו חלק ממכשיריו.

טז. הקלטת ה-מכ"מ והשמע שנמסרה ע"י חיל האוויר לא הייתה רציפה. בקשות חוזרות ונשנות לקבלת הקלטה טובה יותר ותמונה קרקעית, לא הגיעו לכדי מימוש.

5. המלצות

המלצה 1

להעביר את שני הטייסים אימון לתרגול נחיתות אונס, מנתוני גלישה שונים, ולנתח את השינויים בשקיעה, בחתך של מהירויות וזוויות הטיה. לשקול בניית תרגיל מחייב כזה גם לכלל אוכלוסיית הטייסים.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** מיידי

המלצה 2

להעביר את הטייסים, המעורבים באירוע, הדרכה וסדנת עבודת צוות (CRM) ייעודיים ולחייב בהמשך גם את שאר הטייסים העוסקים בטיסות גשם.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.6.09

המלצה 3

לעגן את נושא ה – CRM (הדרכה בסיסית, סדנאות, OJT ותחקירים), גם בחברות הפועלות לפי פרק 12 ופרקים אחרים, כפי שיימצא לנכון.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.9.09

המלצה 4

להגדיר את חובת ההדרכה והאימון לעבודת צוות, עפ"י כלי טיס ובהתאם למשימות, כמו: הגברת גשם, צילום אווירי, טיסות אמבולנס, משימות מיוחדות ועוד.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.9.09

המלצה 5

להגדיר כללים מחייבים לתכנון דלק לטיסה והשארית רזרבות דלק לנחיתה, עפ"י סוגי הטיסות, סוגי כלי הטיס, סוגי המשימות, כללי הטיסה וכל תנאי אחר, שיימצא לנכון.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.9.09

המלצה 6

לחייב טייסים למדוד כמות דלק במטוס לפני טיסה, ע"י אמצעי מדוד, נוסף על מדי הדלק, כמו DIPSTICK, חשבוניות תדלוק למכלים מלאים, רישום תדלוקים מפורט בספר המטוס ועוד.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.7.09

המלצה 7

לחייב את מכוני הבדק לבדוק את שמישות מדי הדלק במטוסים כל ביקורת 100 שעות, או כל תקופת זמן אחרת שתקבע.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.7.09

המלצה 8

לעדכן ולשפר את ההנחיות, מנגנון האישור ואופן המעקב אחרי שינויים ועדכונים בספרי העזר השונים, תוך התייחסות לנקודות הבאות:

א. הגדרה מדויקת של התכנים ב-סעי"מ – הפרדה בין עקרונות לבין תדריכים.

ב. הגדרת מרווח שיקול הדעת במקומות שזה נדרש.

ג. אישור תקני ומלא של ה-סעי"מ – חותמת, תאריך אישור וחתימה.

ד. הצגת עדכונים ושינויים בצורה ברורה.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.9.09

המלצה 9

להכליל שדות תעופה ומנחתים (כמו: הרצליה, מגידו), שאינם נכללים בג'פיסון ובשאר חברות הפצת מידע תעופתי בינ"ל, על מנת שיופיעו במאגרי הנתונים של יצרני ה-GPS.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.9.09

המלצה 10

ליישם המלצה שהתקבלה בעבר, לפיה יכלול ה-סעי"מ של כל מפעיל, בפרק הבטיחות, את נוהל "פעולות ודיווחים בעקבות תאונה או תקרית לכלי טיס".

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית **מועד ביצוע:** 1.7.09

המלצה 11

להעביר את דוח החקירה לחיל האוויר (מח"א, מבק"א, מיח"ה), על מנת שידונו בממצאי החקירה הרלוונטיים לחיל האוויר ויפעלו בהתאם.

הערה: בכלל זה גם הערות צוות החקירה להקלטה שנמסרה לו.

אחריות: החוקר הראשי **מועד ביצוע:** 1.5.09

המלצה 12

לוודא כי ניתן להציג על מסכי המכ"מ את כל שדות התעופה והמנחתים הגדולים בארץ כשכבה מדויקת, הנגישה לכל בקר, בכל רגע שיחפוץ.

אחריות: חיל האוויר - ראש מבק"א **מועד ביצוע:** לשיקולו

6. התאונה נחקרה וסוכמה ע"י חוקרי המשרד, והחוקרים החיצוניים מר **עומרי טלמון**, מר **מיכה גודשטדט**, וקברניט **אריה גליקמן**, בסיועם של מר **שמוליק שטיינר**, והמהנדסים **יזהר נוי וחיים רוטמן** (בוגרי קורס חקירות).
דוח התאונה נבדק ואושר לפרסום על-ידי החוקר הראשי.

ב ב ר כ ה,

עו"ד רו יצחק (רזצ'יק)
החוקר הראשי

סימוכין: 02372009

תאריך: 30.3.09

אחרית דבר של החוקר הראשי

באירוע הנחקר מפתה, לכאורה, להסתפק בטיפול בגורמים הישירים האחראיים לתוצאה של התאונה ולהעביר את הרושם, כי בכך עשינו למען הבטיחות, פעלנו "למען יראו ויראו" ודאגנו להפחתת הסיכון שאירועים דומים כאלה יישנו.

אם נטפל רק בחוליה האחרונה ולא נשכיל לבחון את המערכת, באופן ניהול האנשים והכלים, למול המשימות, אזי שכרנו ייצא בהפסדנו.

את המקרה הנחקר יש לשפוט עפ"י הגדרת המשימה, הגדרת התפקידים, הכשרת הצוותים, ועפ"י ההדרכה והרענון לאורך זמן. כל זאת הן ברמה הממלכתית של הרשויות המופקדות על התעופה והן ברמת החברה המפעילה.

מתוך כך יצויין, כי דוחות החקירה המופקים במשרדו של החוקר הראשי כוללים מידת מה של שיפוטיות. אין מדובר בשיפוטיות, פלילית או משמעתית, אלא בשיפוטיות בטיחותית, שכל תכליתה ניתוח מצבים ברמה המקצועית, תוך הכוונה ליעד מוגדר – בטיחות הטיסה.

גישת הענישה עקב תאונות כלי טיס פסה מן העולם, מזה כשני עשורים. לאור תוצאות מחקרים ועל בסיס ניסיון עשיר, למדנו כי הענישה השיגה יעדים הפוכים מאלה להם חתר הגורם המעניש.

חקירה בטיחותית אינה צריכה לבסס את מסקנותיה והמלצותיה על "מבחן התוצאה", באשר בכל משימה משולבים כמקשה אחת, האדם, המכונה, הסביבה והניהול - כל מרכיב, שולי לכאורה, עלול להוות את הגורם שהתניע לבסוף את תהליך הכשל הסופי, או שתרם לו.

נכון שבאירוע הנחקר הוגדרה אחריות כבדה על הטייס-מפקד, בהיותו אחראי על ההכנות לטיסה ועל האירועים שהתרחשו במהלכה, אך במקרה שלפנינו, הוא תומרן לפינה כמעט בלתי אפשרית. ספק אם טייס אחר היה פועל אחרת ומתדלק את המטוס, חרף הנחיותיו של הבעלים שלא לתדלק. איתרע מזלו של הטייס, שתקלת החיווי של כמות הדלק יצרה מצב, המאשש לכאורה, את אמירת הבעלים בדבר כמות הדלק במטוס ואת הסתמכותו של הטייס על אמירתו - אין כאן מקרה של רשלנות, או התעלמות במתכוון של הטייס, אלא צירוף נסיבות אומלל שהביא לתוצאה החמורה.

אל לנו לשכוח, כי בסופו של דבר הצליח הטייס, בסיוע טייסת המשנה, להתגבר על מצב מורכב במזג אוויר נגיף, עם שני מנועים כבויים, בתוך עננים פעילים וללא אופק מלאכותי, ולהנחית את המטוס בשלום, בשדה הפתוח.

במבחן התוצאה הייתה זו הצלחה מרשימה ואלמלא הקרקע הבוצית, אפשר שהמטוס היה משלים את הנחיתה, ללא נזק.

עו"ד רוז יצחק (רוזצ'יק)
החוקר הראשי