

מדינת ישראל
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים
חקירת תאונות ותקריות אוויר



דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה מס' 16-08

25.4.08

תאריך

צסנה 177 – קרדינל

סוג כלי הטיס

4X-CGY

סימן רישום

מזרחית לחוף פולג

מקום האירוע

לצורכי בטיחות בלבד

דוח חקירה בטיחותית **תיק תאונה מס' 16-08**

ארעה למטוס צסנה 177 – קרדינל, מס' רישום 4X-CGY,
מזרחית לחוף פולג

1. תקציר האירוע

במהלך טיסה פרטית מחיפה לשדה דב, בשעה 14:20, כבה המנוע והטייס ביצע נחיתת אונס מוצלחת על רצועת חול, ליד חוף פולג. הטייס ושלושת הנוסעים שהיו עמו במטוס נחלצו בכוחות עצמם מהמטוס, ללא פגיעות. למטוס נגרם נזק קל מאד.



2. מידע עובדתי

א. השתלשלות האירועים

- (1) בשעה 12:20, הטייס המריא משדה דב בטיסה פרטית, עם שלושה נוסעים, כשכוונתו לנחות בחיפה. לפני הגעתו לחיפה, הטייס ביצע לפחות 2 סיבובים מעל הכרמל ובסיומם, נחת בשעה 12:55 בשדה התעופה חיפה.
- (2) בשעה 13:42, המריא הטייס יחד עם שלושת נוסעיו מחיפה, כשבכוונתו לנחות חזרה בשדה דב.
- (3) כאשר המטוס חלף את אזור דרום נתניה, בגובה 2,000 רגל, ביקש הבקר מהטייס להקטין מהירות כדי לפתוח מרחק ממטוסים אחרים הנוחתים בשדה דב. הטייס סגר את המצערת להקטנת המהירות ובאותו רגע, המנוע החל לקרטע. ניסיון להגביר כוח לא הועיל והמנוע כבה. מרגע זה, המטוס החל לאבד גובה, תוך אילוץ הטייס לנחות נחיתה אונס.
- (4) תנאי מזג האוויר באותה עת התאימו לטיסת CVFR, עם רוח מערבית מתחזקת, עננות גבוהה ואובך.
- (5) הטייס התארגן לנחיתה אונס והודיע על כך לבקרה. הטייס איתר רצועת חול נקייה ממכשולים, מזרחית לחוף פולג, פנה אליה בפניה שמאלית ונחת, בכיוון צפון, ברוח צולבת משמאל (מערבית).
- (6) מפאת הזמן הקצר שעמד לרשותו, לא ניסה הטייס להתניע את המנוע, במהלך תהליך נחיתה האונס (הפעלת משאבת תיחול - BOOST PUMP). כמו כן, הטייס לא העביר את בורר מכלי הדלק למצב OFF ולא סגר את ברזי הדלק הראשי לקראת הנחיתה.
- (7) המטוס נגע בקרקע בחול רך ונעצר לאחר מרחק ריצה של כ- 100 מטר.
- (8) הטייס טען שהמהירות בעת ביצוע הגישה הייתה נמוכה וקרובה למהירות ההזדקרות.
- (9) לאחר שוודא שהנוסעים לא נפגעו, הטייס ושלושת נוסעיו יצאו מהמטוס.
- (10) למקום הנחיתה הגיע כוח משטרה אשר שחרר את הנוסעים לביתם, כאשר הטייס נותר ליד המטוס.
- (11) צוות החקירה מטעם החוקר הראשי הגיע לשטח, בדק את המטוס, תיחקר את הטייס ושחרר את המטוס לפינוי לש"ת הרצליה, לא לפני שביצע הרצת מנוע בשטח לבדיקת שמישותו.

ב. מידע על הטייס

- (1) מס' רישיון טיס : 6847
- (2) תאריך קבלת הרישיון : 12.12.2006
- (3) הגדרים : GROUP A
- (4) ניסיון תעופתי : 140 שעות לערך
- (5) תוקף הבדיקה הרפואית : 15.04.2010
- (6) הגבלות ברישיון : אין

ג. מידע על הנוסעים

במטוס היו שלושה נוסעים, תלמידי ישיבה שבה מלמד הטייס. כרב בישיבה, נהג הטייס להטיס תלמידים מצטיינים, בטיסת כיף, על הישגים בלימודים.

ד. מידע על המטוס

- (1) מטוס מדגם : CESSNA 177 CARDINAL II B
- (2) סימון רישום : 4X-CGY
- (3) שנת יצור : 1975
- (4) תעודת רישום מס' 606 על שם "שי נביא"
- הערה : לפי הטייס המטוס בבעלות משותפת של 4 טייסים והוא אחד מהם.
- (5) המטוס מתוחזק במכון בדק מאושר והוצאה לו תעודת כושר טיסה בתוקף עד 05.01.2009.
- (6) למטוס בוצעה ביקורת תקופתית אחרונה בתאריך 12.03.2008, עם 4,348:25 שעות גוף.
- (7) בין מועד הביקורת למועד התאונה, המטוס צבר 19.4 שעות, לסך כולל של 4,367:50 שעות טיסה.



ה. מידע מאתר התאונה

- 1) המטוס נמצא כשהוא חונה על גלגליו במצב מאוזן, על גבי משטח חול רך, במרחק של כ- 200 מטר מזרחית לחוף פולג (נ"צ משוערת על פי GOOGLE EARTH : $32^{\circ}16'30''N - 034^{\circ}50'06''E$), כשחרטומו פונה לכיוון צפון, עם נטייה קלה למזרח.
- 2) הסימנים שהגלגלים הותירו על הקרקע, מעידים על ריצת נחיתה באורך של כ- 100 מטר, בכיוון צפון, עם נטייה קלה למזרח.



- 3) הכיסוי הפלסטי של גלגל החרטום נמצא כשהוא שבור. שברים ממנו נמצאו מפוזרים בתחילת האזור שבו הגלגלים נגעו לראשונה בקרקע.
- 4) לא ניכרו סימני נזק על המטוס, למעט הנזק בכיסוי גלגל החרטום.
- 5) מצב המדפים: מורמים.
- 6) תא הטייס נמצא שלם וללא נזקים הנראים לעין.
- 7) בבדיקת המטוס בשטח, מצא צוות החקירה:
 - א) המתגים בתא הטייס:
 - (1) מתג מדפים: מצב מורם.
 - (2) בורר דלק: מצב BOTH.
 - (3) ידית מצערת: מצב סגור.

(4) ידית תערובת: מצב עניה.

(5) גלגל קיזוז הגה גובה: מצב גלישה.

(6) כמות השמן במנוע על פי המדיד: 6 quarts

(ב) עם פתיחת מתג ראשי, מדי הדלק הציגו את הכמויות הבאות:

✓ **ימין:** ריק לחלוטין (המחוג מתחת לקו E ואינו מגיב לפתיחת המתג הראשי).

✓ **שמאל:** 3/4.



הקריאות במדי כמות הדלק לאחר פתיחת המתג הראשי

(ג) מכלי הדלק נבדקו בראיה ונמצאו יבשים לחלוטין. בבדיקה בעזרת כוסית בנקודות הניקוז מתחת למנוע ומתחת לכנפיים, התקבלה כמות כוללת של כ - 1 סנטימטר בכוסית.

1. בדיקת המנוע בשטח

- (1) על מנת לבדוק סיבה אפשרית לכיבוי המנוע או לפעולה לא תקינה שלו, קודם שתפורקנה הכנפיים, יזם צוות החקירה הרצת מנוע בשטח.
- (2) הוכנסו לכנף ימין כ- 5 גלון דלק (לאחר העברת בורר הדלק לכנף ימין).
- (3) עם פתיחת מתג ראשי, מדי הדלק הציגו את הכמויות הבאות:
ימין: המחוג על הקו E.
שמאל: מעט מעל רבע.

- 4) בניסיון התנעה, המנוע התניע בקלות ובצורה תקינה. פעולת המנוע נבדקה עד 1700 סל"ד. עם הורדת המצמרת לסרק, המנוע המשיך לפעול בצורה תקינה. בסל"ד משתנה סביב 1000 סל"ד, המנוע פעל בצורה תקינה, ללא כל תופעה מיוחדת.
- 5) מחוונים:

- א) מד לחץ דלק ריטט קלות, אך בגבול הסביר.
- ב) מד לחץ שמן: תקין
- ג) מד טמפרטורת שמן: תקין
- ד) טמפרטורת ראש צילינדר: תקין
- ה) מד סל"ד: תקין
- ו) לחץ סעפת: תקין
- 6) במהלך פעולת המנוע ולאחר הדממתו, לא נצפו נזילות דלק.
- שמישותו המלאה של המנוע בהרצתו בשטח יחד עם העדר מוחלט של דלק בכנפיים העידו כי הגורם הישיר והמכריע לכיבוי המנוע באוויר נבע מאזילת הדלק במטוס.

ז. כמות דלק לטיסה – עפ"י תקנות הטיס

תקנה 20 – כמות דלק לטיסת כט"מ¹

- א) לא יפעיל אדם כלי טיס בתנאים של כללי טיסת מכשירים אלא אם נמצאת בכלי הטיס כמות דלק המספיקה, בהתחשב בדו"חות ובתחזיות של מזג האוויר, לביצוע כל אלה:

- (1) השלמת הטיסה עד לשדה התעופה המיועד לנחיתה הראשונה;
- (2) טיסה משדה התעופה כאמור בפסקה (1) לשדה התעופה משני;
- (3) טיסה נוספת לאחר מכן במשך 45 דקות במהירות שיוט רגילה בגובה המתוכנן.

תקנה 304 – כט"מ²: כמות דלק

- א) לא יתחיל טייס טיסה באווירון לפי כט"מ אלא אם, בהתחשב בתנאי מזג אוויר ורוח חזויים, מצוי באווירון דלק בכמות המספיקה כדי לטוס לנקודת הנחיתה המיועדת הראשונה ולאחר מכן, בהנחה של צריכת דלק רגילה בשיוט –

- (1) ביום – לטוס לפחות עוד 30 דקות;
- (2) בלילה – לטוס לפחות עוד 45 דקות.

¹ כט"מ – כללי טיסת מכשירים
² כט"מ – כללי טיסת ראייה מבוקרת

3. ניתוח

א. מרחק הטיסה משדה דב לחיפה הוא 52 מיל ימי. מהירות הטיסה המוגדרת למטוס הנדון, בגובה 2,500 רגל, ב- 75% הספק (2300 RPM) וללא רוח, היא 141 מ"ש (121 קשר). הזמן הממוצע הדרוש לביצוע קטע טיסה זה, המתקבל מנתונים אלה הוא כ - 25 דקות. אם לוקחים בחשבון את השפעת הרוח ואת משכי הזמן הדרושים להסעה, להמראה, לנחיתה ולטיפוס וכן את המעגלים שביצע הטייס סביב הכרמל, נקבל שמשך הזמן המחושב מזמני ההמראה ועד הנחיתה הינו 35-40 דקות.

ב. מרחק הטיסה משדה התעופה חיפה לנקודה "וינגייט" הוא 38 מיל ימי. הזמן הממוצע הדרוש לביצוע קטע טיסה זה, לפי הנתונים לעיל, הוא כ - 20 דקות. בצירוף של כל הנתונים לעיל, מתקבל, שמשך הטיסה נטו משדה דב לחיפה וחזרה, עד לאתר נחיתה האונס ליד חוף פולג, הוא שעה שלמה לערך.

ג. על פי נתוני מד הזמן (HOBBS), מנוע המטוס פעל 1.9 שעות, מרגע התנעתו בשדה דב ועד לנחיתה האונס, כלומר כ - $\frac{3}{4}$ השעה, מעבר לשעת הטיסה.

ד. בעולם התעופה, מחוייב מקצועית, שלפני כל יציאה לטיסה, על הטייס לבדוק את המטוס ובין היתר, את כמות הדלק במכלים ולוודא שכמות זו תספיק לביצוע הטיסה שתוכננה, עם התוספות הבאות: כמות הדלק שאינה ניתנת לצריכה (Unusable fuel), כמות רזרבית לטיסה לשדה חלופי, וכמות נוספת לכל תהליך של המראה ושל נחיתה. כמו כן, על הטייס לוודא שכמות הדלק לא תגרום לחריגה מהמשקל הכולל של המטוס או לחריגה של מרכז הכובד של המטוס.

ה. לפני שהטייס החל את טיסתו באותו יום משדה דב לחיפה, הוא העריך כי במכלי המטוס ישנה כמות של כ - 60 ליטר, הוא תדלק כמות של 40 ליטר נוספים (על פי קבלה מחברת התדלוק), כך שלהערכתו, כמות הדלק הכוללת הגיעה ל - 100 ליטר. מכל מקום, הטייס ציין בספר שכמות הדלק לפני היציאה משדה דב הייתה $\frac{1}{3} + \frac{1}{3}$.

במרשה הטיסה שהוגש למודיעין טיס, צוין "זמן דלק" של שעתיים.

הערה: לשיטתו של הטייס היו לו לפני הטיסה 95 ליטר דלק (24.5 גלון) שזו מחצית הכמות המקסימלית במטוס. כיוון שכך, אמור היה הטייס לרשום בספר המטוס $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$. אפשר שהטייס לא ידע, נכון למועד האירוע, את הכמות המקסימלית שניתן לתדלק במטוס.

ו. כשהטייס נשאל לפרש הקריאות השונות של מדי הדלק, הוא טען שהם אינם תקינים והוא אינו סומך על התצוגה שלהם ולכן, נהג לבדוק את כמות הדלק בעזרת מדיד ידני.

ז. עפ"י הבדיקה שערך לפני הטיסה, מצא הטייס בעזרת המדיד הידני, שישנה כמות של כ- 100 ליטר (שוות ערך ל- 26 גלון), אשר להערכתו מספיקה למשך טיסה של כ- 2.5 שעות (לפי צריכה של 10 גלון לשעה). את הכמות במכלים, הוא חישב כלהלן:

(1) כנף שמאל: 6 שנתות על המדיד

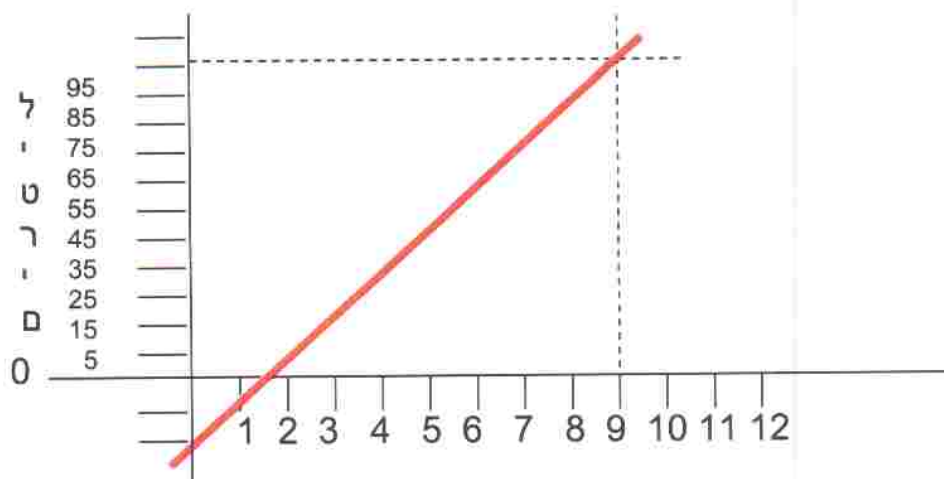
(2) כנף ימין: 5 שנתות על המדיד

בדפי הבדי"ח של המטוס, מודבקת הטבלה להלן, להמרת כמות דלק, שהטייס הסתמך עליה:

טבלת המרת דלק ל- Cessna-177		
סימון במדיד	כמות ב- LITER	כמות ב- USG
5	35L	9
6	45L	11.5
7	55L	14.5
8	65L	17
9	75L	19.5
10	85L	22
11	95L	24.5

טבלה זו אינה רשמית של יצרן המטוס ואין להסתמך עליה

הערכים בטבלה לעיל (בליטרים) אמנם יוצרים גרף ליניארי, אך גרף זה אינו מתחיל מנקודת האפס של חיתוך הצירים X, Y ולכן, לא ניתן לחבר את קריאות הקווים של שתי הכנפיים, לפני המרתן לליטרים.



ח. הטייס סיכם את קריאות המדיד בשתי הכנפיים: $11 = 6 + 5$ קווים וקיבל נתון שווה ערך לכמות של 95 ליטר (24.5 גלון).

לקבלת כמות הדלק הנכונה, צריך היה לתרגם את הקווים לליטרים לכל כנף בנפרד ורק אז לסכם. במצב זה הייתה מתקבלת כמות דלק כדלקמן:

6 קווים בכנף שמאל: שווי ערך לכמות של 45 ליטר

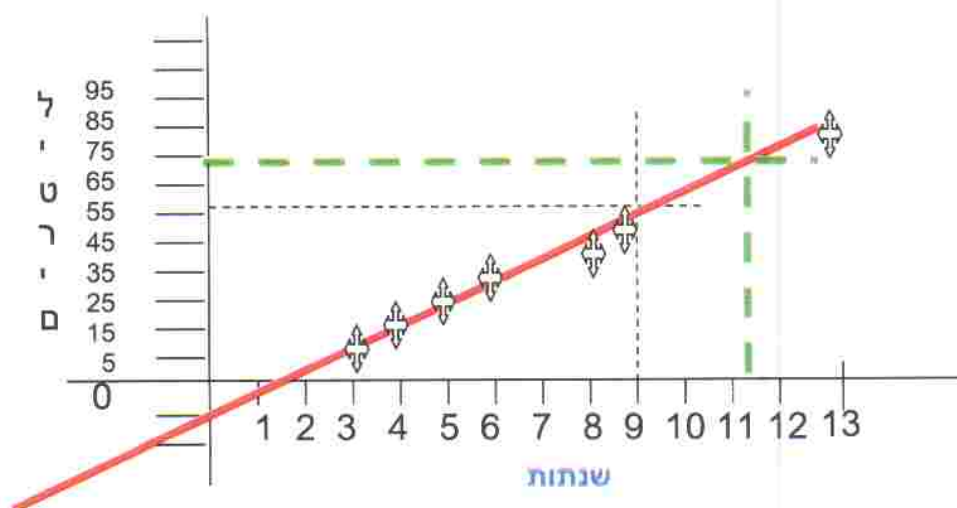
5 קווים בכנף ימין: שווי ערך לכמות של 35 ליטר

סך הכל, כמות של כ- 80 ליטר (נמוכה ב- 15 ליטר מזו שהטייס העריך), השווה לכמות של 20.5 גלון.

בשתי הבדיקות שנערכו על ידי צוות החקירה, נבדקו כמויות הדלק במכלי המטוס, על פי מדיד הדלק בו השתמש הטייס, ונמצאו הכמויות הבאות על פי השנתות:

טבלת כמויות דלק שנמדדו במטוס עפ"י מדיד לא מתאים		
סימון במדיד	כמות ב- LITER	כמות שוות ערך ב- USG
3	12L	3
4	18L	4.5
5	26L	6.5
6	31L	8
8	47L	12
9	54L	14
13	84L	23

אם בוחנים את הערכים שנמדדו, נקבל את הגרף הבא, שגם בו ניתן לראות, כי הקו אינו מתחיל מנקודת האפס של חיתוך הצירים X, Y ולכן, לא ניתן לחבר את קריאות הקווים של שתי הכנפיים לפני המרתן לליטרים.



- ט. על פי הבדיקה הנ"ל, סיכום הכמויות בשתי הכנפיים (כפי שביצע הטייס) $11 = 6 + 5$ קווים נותן כמות דלק של 70 ליטר.
- לשיטת הטייס, לקבלת כמות הדלק, שהייתה במטוס לפני ההמראה, יש לחשב עפ"י הטבלה שמצא צוות החקירה, **לכל כנף בנפרד** ורק אז לסכם. במצב זה מתקבלות כמויות הדלק הבאות:
- 6 קווים בכנף שמאל: שווי ערך לכמות של 31 ליטר
- 5 קווים בכנף ימין: שווי ערך לכמות של 26 ליטר
- סך הכל, כמות הדלק שהייתה במטוס: כ- 57 ליטר, **השווה לכמות של 14.8 גלון.**
- י. מנתוני ספר התפעול של המטוס, עולה שכמות הדלק שאינה ניתנת לצריכה (unusable fuel) עלולה להגיע לכדי 1 גלון, כך שכמות הדלק לשימוש, הייתה למעשה פחות מ- 14.8 גלון.
- יא. על פי נתוני הביצועים של המטוס, צריכת הדלק בגובה 2,500 רגל וב- 75% הספק (2300 סל"ד) היא 10 גלון לשעה, **לטיסת שיוט** (בתנאים סטנדרטיים וללא רוח). מכאן שבפועל, המטוס יצא לטיסה עם כמות דלק שאינה מספיקה לביצוע הטיסה שתוכננה.
- יב. על פי חישוב זמן הטיסה, בקטעי הטיסה השונים, התקבל כי המטוס היה באוויר כשעה ± 5 דקות. כיוון שכך, נמצא כי כמות הדלק שהייתה במטוס, הספיקה לקטעי ההסעה וההמתנה על הקרקע (כ- $3/4$ שעה). ועוד כשעת טיסה באוויר.
- יג. מכל הנאמר לעיל מתברר כי שתי טעויות מצטברות מצד הטייס, שימוש במדיד לא מתאים ושיטת חישוב דלק שגויה, גרמו לכך כי הטייס יצא בפועל לטיסה עם 60% מכמות הדלק שחשב שיש לו. יתרה מכך, הטייס וככל הנראה שאר הבעלים, נהגו לטוס במטוס, למרות שידעו כי מחוויי הדלק אינם תקינים.

4. מסקנות

א. **התקרית החמורה** מסווגת **כאישית צוות אוויר של הטייס**, נבעה מידע חלקי, בכל הקשור לחישוב כמות הדלק לטיסה בכלל ובמטוס האישי בפרט, יחד עם התעלמות ביודעין מאי שמישות מדי הדלק במטוס. כתוצאה מכך ביצע הטייס שתי טעויות עיקריות בחישוב כמות הדלק לטיסת האירוע:

(1) שימוש במדיד ידני לא מתאים לסוג המטוס.

(2) שיטת חישוב שגויה של כמות הדלק.

ב. טיסה לאורך זמן, **עם מחווני דלק לא תקינים**, מנעה את האפשרות של הטייס לעקוב אחר צריכת הדלק במכלים, קודם אזילתו. בעלי המטוס לא דיווחו על תקלה במחוונים ולא ציינו זאת בספר המטוס.

ג. בחישוב כמות הדלק הדרושה לטיסה (בקטע הטיסה הראשון, שקדם לקטע שבו אירעה נחיתת האונס), **הטייס לא לקח בחשבון כמויות דלק חיוניות נוספות**, בנוסף לכמות הדרושה לקיום טיסה ישירה בין שדה המוצא לשדה היעד, כגון:

✓ דלק שלא ניתן לצרוך

✓ התנעה

✓ תהליך ההמראה (הסעה, בדיקת המנוע, התיישרות והמראה)

✓ טיפוס לגובה הנתיב

✓ אפשרות לביצוע ריתוק על פי הוראת הבקר

✓ גישה לנחיתה עם אפשרות להליכה סביב

✓ הסטה אפשרית לשדה חלופי וכן כל שלב טיסה אחר, כתוצאה מאירוע לא צפוי

ד. **הטייס לא רשם בספר המטוס** את כמות הדלק לפני היציאה לקטע הטיסה האחרון, (כפי שנדרש מהטייס לפני ביצוע הטיסה).

ה. **אין בתקנות ההפעלה** התייחסות לכמות הדלק הנדרשת לביצוע טיסת כטר"מ, במטוסים שאינם לפי פרק 12. ואין חובה, למדי דלק שמישים לפני יציאה לטיסה פרטית.

ו. **התעשתותו של הטייס ופעולות החירום** שביצע לאחר כביית המנוע באוויר, למרות ניסיונו המועט בטיסה, היו טובות ותכליתיות ובכך אפשר שמנע אסון.

5. המלצות

מאחר והאירוע נובע בעיקרו מרמת ידע חלקית, העדר ניסיון והתייחסות לא מספיק מקצועית לכל נושא כמות הדלק הנדרשת לטיסה, לא מצא צוות החקירה כי יש להמליץ, למעט בכל הקשור לחובה המקצועית של הטייסים בהתייחסותם לתכנון וחישוב כמות הדלק לטיסה.

המלצה 1

לעדכן את תקנות הטיס ולהוסיף תקנה ביחס לכמות הדלק הנדרשת לפני טיסה בכטר"מ בכל סוג מטוס, קל ו/או אז"ם.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית

מועד ביצוע: 1.9.08

המלצה 2

להחיל את האמור בתקנה 304 של תקנות הטיס – (הפעלת כלי טיס וכללי טיסה), תשמ"ב – 1981, גם על טיסות שאינן במסגרת הפרק השנים עשר, תוך ההתאמות המתבקשות.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית

מועד ביצוע: 1.9.08

המלצה 3

לשקול חיוב טייסים, לפני ביצוע טיסה פרטית, לוודא שמישותם של מדי הדלק במטוס כתנאי לביצוע הטיסה.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית

מועד ביצוע: 1.9.08

6. התאונה נחקרה וסוכמה ע"י חוקרי משרד החוקר הראשי, מר **גבריאל אשכנזי** ומר **אורי דיין**, יחד עם קב' **אריה גליקמן** (בוגר קורס חקירות). סייע באתר התאונה מר **זאביק טמיר** (בוגר קורס חקירות).
דוח התאונה נבדק ואושר לפרסום על-ידי החוקר הראשי.

ב ב ר כ ה,

עו"ד רז יצחק (רזצייק)
החוקר הראשי



סימוכין: 05216708

תאריך: 25.5.08