

מדינת ישראל
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים
חקירת תאונות ותקריות אוויר



דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה מס' 11-08

תאריך	27.03.2008
סוג כלי הטיס	S2R-T34 TURBO THRUSH
סימן רישום	4X-AQO
מקום האירוע	צפונית לכפר סילבר

לצורכי בטיחות בלבד

דוח חקירה בטיחותית
תיק תאונה מס' 11-08

לתאונת מטוס "טורבו טראש", רישומו 4X-AQO
בתאריך 27.3.08, צפונית לכפר סילבר

1. תקציר האירוע

במהלך ביצוע טיסת ריסוס, ליד השדות של מושב ניר ישראל, מספר דקות לאחר השעה 09:00, פגע המטוס באנטנה סלולארית והתרסק.
הטייס יצא בכוחות עצמו מהמטוס המרוסק, והתקשר לכוחות ההצלה ממכשיר הטלפון הנייד שנשא עמו. חקלאים שעברו ליד אתר ההתרסקות, הסיעו את הטייס לכביש 3 ומשם הוא פונה לבית החולים ברזילי באשקלון, שם אושפז.



היבטים שונים של שברי המטוס באתר התאונה



מיקום המטוס לאחר התאונה יחסית לאנטנה

2. מידע עובדתי

א. השתלשלות האירוע

ביום התאונה, בשעות הבוקר, הטייס ביצע גיחת ריסוס ראשונה לחלקת תפוחי אדמה בת 140 דונם. בסיומה, חזר למנחת קדמה לצורך מילוי חומר ריסוס/תדלוק. הטייס ביצע בדיקה, לפני תחילתה של גיחת הריסוס השנייה (שבמהלכה אירעה התאונה), זיהה את החלקה שהיה צריך לרסס, מבלי שזיהה את האנטנה (נשואת התאונה), שנמצאה מערבית וצפונית מאותה חלקה.

הטייס תכנן לבצע את הריסוס בשיטת ה"ארגז" - ביצע פס ראשון ממזרח למערב (דרומית לאנטנה) ואחריו, פנה ימינה ושמאלה (פניית נוחל).

בהמשך, ביצע פס צמוד לפס הראשון. עם סיום פס זה, הוא סגר את ברו הריסוס, יצא ימינה והביט במחשב כדי לוודא את הפס הבא לריסוס.

מאותו רגע, איבד הטייס את זכרונו לגבי הטיסה, עד שמצא עצמו יושב במטוס, על הקרקע.

לאחר שבדק כי הוא מסוגל להניע את ידיו ורגליו, הוא יצא ולקח עמו את הקסדה, התקשר לכוחות ההצלה וצעד לעבר שביל עפר, הסמוך למקום ההתרסקות (מזרחית ממנו).

שני חקלאים שעברו באזור העלו אותו על רכבם והסיעו אותו לכביש 3, שם עלה על אמבולנס שהמתין לו.

ב. מידע על הטייס

- (1) מס' רישיון טיס: 1437, עוסק בריסוס מאז 1974.
- (2) הגדרים: GROUP A + C + D S/2R/TPE-331, S-2R/PT6A-34AG GROUP II
- (3) ניסיון תעופתי: 9,000 שעות, מהן 3,000 שעות על דגם המטוס נשוא התאונה.
- (4) תוקף הבדיקה הרפואית: 28.8.2008.
- (5) הגבלות ברשיון: אין
- (6) אושפז בבית החולים ברזילי - אשקלון, מחלקת מיון, תא 13, עם שבר בחוליה C2, הנקרא בעגה הרפואית hungman fracture (שבר האדם התלוי).

ג. מידע על המטוס

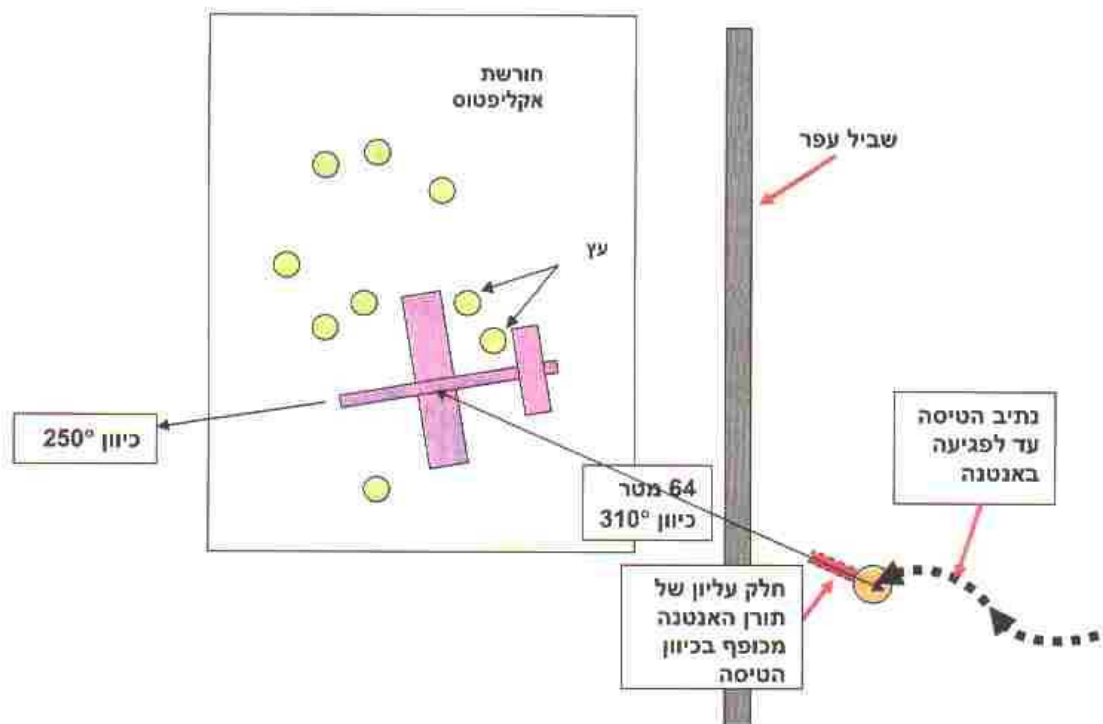
- (1) דגם המטוס: S2R-T34 TURBO THRUSH
- (2) סימון רישום: 4X-AQO
- (3) שנת יצור: 1986

- (4) רשום בתעודה מס' 996, על שם "כימניר שירותי תעופה ונתיבי אוויר בע"מ".
- (5) המטוס תוחזק במכון בדק מאושר והוצאה לו תעודת כושר טיסה בתוקף עד 16.8.2008 (בקטגוריה מוגבל).
- (6) למטוס בוצעה ביקורת תקופתית אחרונה בתאריך 03.03.2008 ב - 47: 6,607 שעות גוף.
- (7) עד מועד התאונה, צבר המטוס 12: 6,705 שעות טיסה.



ד. מידע מאתר התאונה

- 1) המטוס נמצא כשהוא מונח על גחונו בחורש עצי אקליפטוס, בנקודת ציון $31^{\circ}40'53.45''N - 034^{\circ}36'59.85''E$, 800 מטר צפונית - מזרחית לכפר סילבר, 450 מטר מערבית לשדות ניר ישראל.
- 2) המטוס נמצא מונח על הקרקע כשחרטומו פונה לכיוון של 250° לערך.
- 3) על הקרקע לא נראו סימני החלקה של המטוס. בין חלקה האחורי של כנף ימין לחלקו הקדמי של מכלול הגה הגובה, נמצאו שני עצים במצב שלם (ראה באיור). כני הנסע הקדמיים נמצאו מעוותים מתחת למטוס וכן הנסע האחורי מכופף קדימה (הפוך למצב בו הוא אמור להימצא כשהמטוס מסיע לפנים).
- 4) על שפת ההתקפה של כנף ימין, סמוך לשורש הכנף, נמצא אזור עם פגיעה קשה (ברוחב העולה על 1 מטר), כשמעטה המטוס קרוע וקורת האורך מעוותת. בחלק התחתון של כנף ימין, סמוך לשורש הכנף, המעטה פגוע באופן ניכר וקיים סימן הטבעה של חפץ מעוגל שתואם לקוטר של תורן האנטנה. את סימן הטבעה רואים יותר ברור לאחר שהמעטה הופרד מהכנף. על הפח בחלקו התחתון של שורש כנף ימין, במקום הפגוע, נמצאו כתמי צבע כתום, התואם לצבע של תורן האנטנה.
- 5) המנוע נמצא כשהוא תלוש מהחרטום ומונח על הקרקע, מעט ימינה מציר המטוס.
- 6) ממסרת המנוע נמצאה כשהיא תלושה מהמנוע, יחד עם המדחף. הלהבים נמצאו בזוויות שונות כשקצות הלהבים שבורים ומכופפים בכיוונים שונים.
- 7) תא הטייס נמצא שלם (באופן כללי), עם שברים במשטחי הזוגיות, כשלוח המחווניים והמושב מוזזים ממקומם.
- 8) בצדו השמאלי של התא (בגובה המשוער של ראש הטייס) נמצאו כתמי דם.
- 9) מצב הבקורות בתא הטייס:
 - ✓ המצערת: סגורה.
 - ✓ הפסיעה: עדינה (מצב המראה).
 - ✓ ברז הדלק: סגור.
 - ✓ ידית הריסוס: למעלה (מצב סגור).
 - ✓ ידית DUMP: למטה (מצב השלכח).
 - ✓ מוט היגוי: מעט ימינה (המאזנות: ימנית כלפי מעלה, שמאלית כלפי מטה).



תיאור סכמטי של אתר התאונה

- (10) צינור הריסוס של כנף ימין נמצא שעון במצב אנכי, צמוד לעץ שמאחורי כנף ימין (העץ עצמו לא נפגע כלל).
- (11) על כל מעטה המטוס נמצאו סימנים קלים של פגיעות.
- (12) על העצים סביב המטוס נמצאו סימנים של שבירה/תלישה של ענפים קטנים.
- (13) הגה הכיוון והגה הגובה נמצאו ללא פגיעות.
- (14) בקצה כנף ימין ובחלקה העליון נפער חור מחדירת חפץ דרך חלקה התחתון של הכנף (בסבירות גבוהה, ענף מאחד העצים).
- (15) במרחק 64 מטר ממקום ההתרסקות ובכיוון של 130° לערך, ממוקמת אנטנה שנפגעה על ידי המטוס. גובה התורן, כ- 36 מטר (בנוי מ- 7 סגמנטים) מעל פני השטח. לאנטנה יש אישור הקמה חתום ממנהל התעופה האזרחית (תיק 10/5/1 מתאריך 03.03.1999).
- (16) חלקו העליון של התורן (סגמנט שלם באורך של כ- 5 מטר) נמצא מעוות ומקופל למצב אופקי, כאשר הוא פונה לכיוון של 310° לערך (האזור שבו נמצא המטוס על הקרקע).



האנטנה שנפגעה על-ידי המטוס



מבט מקרוב על הפגיעות באנטנה

ה. תהליכי עבודה בטיסה חקלאית

(מתוך ניסוחי ספר העזר למבצעים של החברה)

סעיף 18 (תהליכי עבודה בטיסה חקלאית)

סעיף משנה 1.3

"לפני התחלת עבודת הריסוס או האיבוק על הטייס להקיף את שטח העבודה כדי לזהות, לאמת ולהכיר את המכשולים בפי שצוינו בתרשים ובאם קיימים מכשולים נוספים שאינם מופיעים בתרשים לצורך תכנון כיווני העבודה, לוודא שהדגלונים או השלטים ערוכים כראוי ושהשטח ניתן לטיפול מהאוויר."

סעיף 8 (מעבר מכשולים)

סעיף משנה 8.2

"לפני מכשול ניצב יש למשוך במרחק מספיק שיאפשר לעבור מעליו במהירות בטוחה וללא הפעלת תאוצות חזקות. את המשיכה יש לבצע כך שתקבל מיד את הזווית הרצויה ולא למשוך בהדרגה כך שתבצע בטן ותהיה בסוף בזווית טיפוס חזקה. את המכשול יש לעבור בכנפיים מאוזנות."

סעיף משנה 8.4

"מכשול בודד כגון עץ או עמוד יש לעקוף. את העקיפה יש להתחיל מספיק רחוק שאפשר יהיה לבצע פניה החוצה ולחזור לטוס במקביל למכשול לפני שהטייס מגיע אליו. לאחר מעבר המכשול, יש לחזור לקו הטיסה. הפניות יבוצעו על ידי הגה כוון בלבד, ללא הטיית כנפיים."

סעיף משנה 8.9

"בשדה עם מכשול בקצה אחד או שדה מדروני, יש להתחיל את הפס הראשון מהמכשול או בכיוון המדרון."

הטייס לא פעל על פי הטכניקה המצוינת בספר העזר המבצעי של החברה שבה הועסק, כמצוין בסעיף משנה 8.9.

ביצוע ריסוס, כאמור בהוראה הנ"ל, יוצר מצב של התייחסות מדויקת למכשול בתחילת הטיסה מחד גיסא ומאידך גיסא, התרחקות מהמכשול, ככל שמתקדמים עם פסי הריסוס.

3. ניתוח

א. ככלל, ריסוס מהאוויר מתבצע בגובה נמוך מאד מעל פני השטח, דבר המחייב מיומנות גבוהה של הטייס בכל הקשור להטסה ולשיטת הריסוס הראויה, בהתבסס, על מבנה החלקה ועל המכשולים הפזורים בשטח. על מנת להכיר מקרוב את מכשולי הטיסה הסמוכים לאזור המיועד לריסוס, עומדת לרשות הטייס מפה המציינת את המכשולים ובצדם של אלה, הנחיות כיצד להתייחס אליהם.

מאחר שהמכשולים בשטח יכולים להשתנות עקב בינוי או הקמה של קווי מתח חדשים/אנטנות למיניהן, נקבע בנהלים, שלפני תחילת ריסוס חלקה כלשהי, יש לבצע תחילה טיסת בדיקה מעל החלקה המיועדת לריסוס, על מנת לבדוק את נכונות פרטי המכשולים המופיעים במפה מחד גיסא ומאידך גיסא, לתכנן את שיטת הריסוס על פי משתנים שונים ובכללם, מכשולי השטח וכיוון הרוח.

ב. במטוס המעורב בתאונה הייתה מותקנת מערכת GPS שאמורה לעזור לטייס לתכנן את פסי הריסוס, תוך סימונם על גבי מפה, לאחר שרוססו. למערכת זו ישנה אפשרות של אחזור מידע, הן לצורכי הוכחה בדבר החלקות שרוססו והן לצורכי תחקור על פי הצורך. צוות החקירה אחזר את המידע מטיסת התאונה, כמובא להלן:

1) מאחר והטייס טען כי זיהה את האנטנה בה פגע, והקיף אותה בסיור המקדים, ומאחר שעל פי מערכת ה-GPS, לא בוצעה הקפת האנטנה, הסיק צוות החקירה שכאשר הטייס הקדים ובדק את השטח, הוא לא זיהה את האנטנה בה פגע, אלא רק את מכלול האנטנות הממוקמות דרומית מערבית לאותה אנטנה.

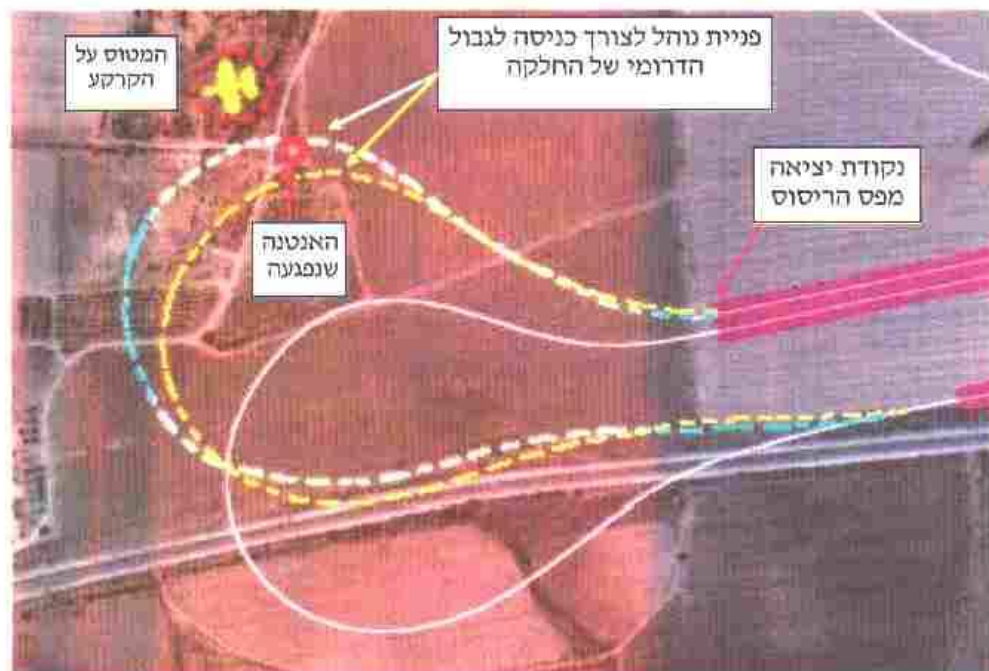
2) מתוך אחזור המידע מהמערכת, למד צוות החקירה כי בוצע למעשה פס ריסוס ראשון ממזרח למערב (גבול עליון צפוני של החלקה) ולאחריו, בוצעה פניית נוהל, על מנת לבצע ריסוס פס בגבול התחתון של החלקה, בצדה הדרומי. על פי הסימונים (צביעה) שהותירה מערכת ה-GPS, נראה בבירור כי הגישה לביצוע הפס הדרומי לא הייתה מיטבית והריסוס בוצע בחלק האחרון של הפס המתוכנן.

3) לאחר שהטייס ביצע פניית נוהל נוספת, הוא החל לרסס פס צמוד לפס הראשון (צפוני) ובסיומו, סגר את ברז הריסוס, החל לבצע פעולות לפניית נוהל ימינה ובהמשך, שמאלה, ואז הביט אל צג מערכת ה-GPS על מנת לתכנן את הפס הבא שעליו לרסס. מנקודה זו ועד לנקודה שבה הטייס מצא עצמו כשהוא יושב בתא הטייס והמטוס מונח על הקרקע, הוא לא זכר דבר.

הערה: מערכת ה-GPS שהותקנה במטוס, מעדכנת את הפרטים הרלבנטיים בפיגור של כ-10 שניות. מסיבה זו, כל קטע הטיסה מרגע סגירת ברז הריסוס ועד לפגיעה בתורן האנטנה - חסר.



שחזור נתיב הטיסה בפועל, מתוך מכשיר ה-GPS



הדמיית נתיבי טיסה אפשריים בהמשך לנקודת היציאה מפס הריסוס

ג. הפגיעה באנטנה

- (1) מתוך אחזור המידע ממערכת ה-GPS ובהתבסס על תרשים פניות הנוהל שביצע המטוס, לפני הפגיעה באנטנה, שרטט צוות החקירה על גבי המפה פניית נוהל דמיונית (הדומה בצורתה ובממדיה לפנייה הקודמת שבוצעה), מנקודת הסיום של פס הריסוס האחרון, שבוצע על ידי הטייס. על בסיס פניה זו והממצאים מאתר התאונה, בוצע ניתוח של ההתרחשויות עד להתרסקות המטוס.
- (2) ראשית, יש לחזור ולציין כי מתוך אחזור המידע, לא נראה שהטייס ביצע בדיקת מכשולים מסביב **לכל החלקה**, טרם תחילת העבודה, כפי שנקבע בהוראות, ומן הטעם הזה, למרות אמירת הטייס כי זיהה את האנטנה בבדיקה הראשונית שביצע, קיימת אפשרות סבירה שהטייס לא ידע על דבר קיומה.
- (3) מהירות היציאה מפס הריסוס: 100 קשרים לערך. בהתאם לכך, משך זמן הטיסה עד לאנטנה (שהמרחק אליה מאזור היציאה מהפס הוא כ-400 מטר בקו ישר) הוא 8 שניות לפחות, זמן שאמור לאפשר התבוננות במחשב, תוך שמירת קשר-עין עם הקרקע ועם המכשולים בכיוון הטיסה.
- (4) בשל צורת הפגיעה של המטוס באנטנה, סביר להניח, כי נתיב הטיסה שביצע המטוס דומה למסלול הצהוב (פניה ימינה ובהמשך, מעבר בפניה שמאלית) שסומן על גבי התצלום.
- (5) הפגיעה באנטנה אירעה כשהמטוס היה בחטיה חריפה שמאלה (על פי צורת ההטבעה ורוחב האזור המעוות בשפת ההתקפה של כנף ימין). סביר מאד שהטייס הבחין באנטנה ברגע האחרון וניסה להימנע מפגיעה בה, על ידי חריפה שמאלה של המטוס.
- (6) בהעדר סימני החלקה על הקרקע באזור שבו נמצא המטוס, נראה שהמטוס "התיישב מלמעלה", תוך שהוא נופל בין עצים.
- (7) סימני הפגיעה סמוך לשורש כנף ימין וסימני הצבע התואמים לצבע תורן האנטנה, לכל אורך האזור הפגוע במעטה, מצביעים על כך, שהמטוס פגע באנטנה באזור שורש כנף ימין ובעיקר בחלקה התחתון.
- (8) הפגיעה בחלק התחתון של הכנף ועל פני קטע שאורכו יותר ממטר, מצביעה על כך שהמטוס היה בזווית הטיה גדולה שמאלה.

- 9) כתוצאה מהפגיעה, המטוס ביצע תנועת סבסוב ימינה באוויר, כמו "בומרנג", בתנועה בת 320° עד 340° (על הקרקע ציר המטוס פנה לכיוון 250° לערך), תוך האטה חריפה והסטת המטוס מכיוון הטיסה המקורי שלו לפני הפגיעה, כך שנפל במרחק קצר יחסית מהאנטנה (64 מטר). הכיוון של קצה התורן המעוות (310° לערך) מצביע על כך שהמטוס פגע באנטנה כשהוא טס ממזרח לכיוון מערב (בקירוב).
- 10) סימני הדם בחלקו השמאלי של תא הטייס מצביעים על כך שהטייס נורק שמאלה בעוצמה רבה, כתוצאה מהכוח הצנטריפוגלי שנגרם בעת הסבסוב המהיר ימינה של המטוס, ברגע הפגיעה, סביב נקודת הפגיעה בשורש כנף ימין.
- 11) העדר פגיעות באזור שפת ההתקפה של הכנפיים (למעט הפגיעה בתורן האנטנה באזור שורש כנף ימין), עיוות כני הנסע הקדמיים ותלישת המנוע (שנמצא מונח סמוך מאוד לחרטום המטוס), מעידים על כך שהמטוס "התיישב" על הקרקע בתנועה אנכית, מכיוון צמרות העצים (גובה של 15 מטר לערך מעל פני הקרקע), בתנוחה כמעט אופקית, תוך שהוא "משתחל" בין העצים ובולם את עוצמת הנפילה בדרכו לקרקע, על ידי שבירה ותלישה של ענפים קטנים יותר.

ד. שימוש במערכת GPS בטיסות חקלאיות

- (1) בשנים האחרונות הוחל השימוש ב-GPS בטיסות חקלאיות. במטוסי ריסוס מתקדמים מותקנת המערכת בתצורה הבסיסית של המטוס ואילו במטוסים הישנים יותר, מותקנת המערכת כתוספת לתעודת הסוג של המטוס (STC).
- (2) בכל מטוסי הריסוס של החברה, שלה שייך המטוס נשוא התאונה, הותקנה המערכת כ-STC ולכל מטוס הוצאה ע"י רשות התעופה האזרחית תוספת ל-FLIGHT MANUAL, המתארת את מערכת ה-GPS ואת אופן השימוש בה.
- (3) שימוש ב-GPS במהלך ביצוע ריסוס בגובה נמוך, מחייב מיומנות רבה של הטייס וזאת משום הצורך להכניס את הראש לתא להתבוננות בצג המערכת וכל זאת בעת טיסה בגובה נמוך מאוד, בשילוב ביצוע תמרונים הקשורים בשיטת הריסוס שנקבעה, בהתבסס על אופי החלקה המרוססת, מכשולי השטח ומגבלות מז"א למיניהן.
- (4) בדיון שנערך בראשות מנהל רת"א, בעקבות ריבוי התאונות בתעופה החקלאית, התייחסו נציגי שתי החברות העוסקות בריסוס בדבר שיטת השימוש ב-GPS על יתרונותיה. שני הנציגים טענו על פשטות ההפעלה ולדעתם, כל שנדרש לאחר עדכון הנתונים במערכות לקראת ריסוס חלקה מסוימת, הוא לזרוק מבט בצג על פי הצורך, מעת לעת.
- (5) צוות החקירה לא מצא תורה כתובה אצל החברות העוסקות בריסוס, בדבר הצורך להימנע מהסתכלות בצג המערכת בפרקי זמן מסוימים של הטיסה. והראייה לכך בטיסת התאונה, היו עיני הטייס נתונות בתוך צג המחשב כ-8 שניות, פרק זמן ארוך לכל הדעות למטוס אשר אופי טיסתו בראייה בלבד, כל שכן בקרבת הקרקע ומכשולים אפשריים.

4. מסקנות

- א. התאונה המסווגת כאישית צוות אוויר של הטייס, נבעה מאי זיהוי האנטנה שבה פגע בשלב פניית הנוהל לביצוע פס הריסוס הרביעי, כתוצאה מהכנסת הראש לתא הטייס להתבוננות בצג ה-GPS בסיום פס ריסוס, מבלי מתן דעת לעובדה שבהמשך הטיסה ניצב מכשול, בו פגע המטוס.
- ב. אי זיהוי מכשול האנטנה, תחילתו בסיור מקדים חלקי, שבמהלכו, סביר שהטייס לא הבחין באנטנה והמשכו בביצוע פניית נוהל, בה לא התגלה המכשול. הטייס לא ביצע את בדיקת המכשולים סביב החלקה שיועדה לריסוס לפני שהחל בו, אלא שילב את הבדיקה (כביכול) בפס הריסוס הראשון. בשל המרחק הרב (600 מטר) של המכשול מהנקודה שבה יכול היה הטייס לצפות עליו, ספק אם הטייס ידע על דבר קיומו של המכשול ועל מיקומו המדויק.
- ג. שימוש במכשיר GPS בטיסה חקלאית, מחייב מיומנות רבה של הטייס, באשר נדרש להכניס ראש מעת לעת במהלך טיסה נמוכה, שכלולים בה תמרונים הדוקים. חרף השימוש ההולך וגובר במכשיר זה בטיסות חקלאיות, לא נכתבו הוראות בטיחות מתאימות לכך.
- ד. העלייה בשיעור התאונות אצל המפעיל, בשנתיים האחרונות, והממצאים שהוסקו בחקירתו, מלמדים על מעקב ובקרה לא מספקים אחר הנורמות ו/או טכניקות העבודה והשיקולים של הטייסים בביצוע טיסות ריסוס.

5. המלצות

המלצה 1

להכין תדריך מסודר ולשלב בספר העזר למבצעים, שיכלול את אופן השימוש ב - GPS בכלל ובעת טיסת ריסוס בפרט, תוך הכוונת הטייס לשלבים החיוניים, בהם יש "להכניס ראשי" לתא, מבלי לסכן את הטיסה עקב הגובה הנמוך או התמרונים המבוצעים בין פסי הריסוס.

הערה: מומלץ לשלב בתדריך איסור ביצוע פעולות שיסיחו את דעת הטייס במהלך הריסוס, כמו למשל כיבוי הטלפון הסלולארי במהלך הטיסה.

מועד ביצוע: 01.07.08

אחריות: מנהל רת"א

המלצה 2

להטמיע בקרב טייסי הריסוס את הכתוב בספר העזר למבצעים, בדבר הצורך להתחיל את הריסוס מנקודת מכשול בודדת בשטח, אם אכן קיימת נקודה כזו, ובדבר מעבר המכשולים עם כנפיים מאוזנות (אם קיים צורך לטוס מעליהם).

מועד ביצוע: 01.07.08

אחריות: מנהל רת"א

המלצה 3

לפעול לקבלת מידע מקיף אודות אנטנות רדיו ואנטנות סלולאריות, על מנת לעדכן אזורי ריסוס ולשלב בתוכנת ה - GPS.

מועד ביצוע: 01.09.08

אחריות: מנהל רת"א

המלצה 4

לבצע בדיקת התכנות לשדרוג מערכת ה - GPS, כך שתיתנה אתרעות קוליות ואחרות לטייס בזיהוי המערכת, נתיב ההתנגשות עם נתוני מכשול שהוזנו בה.

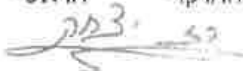
מועד ביצוע: 31.12.08

אחריות: מנהל רת"א

6. התאונה נחקרה וסוכמה ע"י החוקר **גבריאל אשכנזי** ממשד החוקר הראשי, בשיתוף החוקר **אורי דיין**.

דו"ח החקירה נבדק ואושר לפרסום על ידי החוקר הראשי.

ב ב ר כ ה,

עו"ד רו' צחק (רזצ'יק)
החוקר הראשי


סימובין: 05227708

תאריך: 19.5.08