

הצלילה האחרונה

תאונת מטוס אירובטי, EA-300L, בתאריך 31.10.01, ליד כפר ויתקין

מאת אורי דיין

תקציר

בתאריך 31/10/01, בשעה 13:00 לערך, באזור כפר ויתקין, בעת תרגול אווירובטיקה, מטוס אווירובטי מדגם EXTRA 300L צלל לקרקע והתרסק. המטוס נהרס לחלוטין. הטייס והנוסע שהיה עמו נספו בתאונה.



אתר פגיעת המטוס

תולדות הטיסה (לפי סרט הקלטת המסך, של בקרת התעבורה האזורית - "פלוטרי")

- א. המטוס נראה טס צפונה משדה התעופה הרצליה, לאזור אימונים 8.
- ב. באזור 8 ביקש הטייס, וקיבל אישור לעבור לאזור אימונים 12.
- ג. הטייס הוגבל לגובה מזערי 1,000' (רגל) עקב מסוק ("מרחף בפסיק 4").
- ד. הטייס ביקש אישור "עד גובה 5" (5,000') ונענה בשלילה.

ה. המטוס נראה נכנס לאזור ומבצע פניית 270° .

ו. בהיות המטוס בכיוון דרום מזרח, בוצע תמרון אנכי, בהמשכו נעלם ה"בליפ".

ז. בשניות האחרונות של ההקלטה, נשמעו מספר "צעקות חנוקות", ששודרו כנראה ע"י הטייס.

ח. לאחר שתי דקות מהעלמות ה"בליפ" החלו ניסיונות התקשרות עם המטוס שנעלם מהמסך.

ט. דקה מאוחר יותר, החלו חיפושים אוויריים אחר המטוס, בעזרת מטוס צבאי שחג באזור.

י. אתר התאונה אותר ע"י אנשים על הקרקע תוך זמן קצר, אך הצלבת המידע בין המשטרה שבאתר, לבין הבקרה/ח"א - ארכה זמן ממושך (כחצי שעה).

מידע על הטייס

יליד 1946, טייס עתיר ניסיון מחיל האוויר. נושא רשיון טיס מסחרי וכן רשיון מדריך טיסה, בעל ניסיון טיסה כולל של 8,000 שעות לערך, הדרך טייסים רבים באווירובטיקה על מטוס ה"זלין" ושימש הלכה למעשה כטייס המוביל את כל טיסות ה-EXTRA-300L מאז הגיעו לארץ.

מידע על הנוסע

יליד 1952, נושא ברשיון טייס פרטי משנת 94. בעל ניסיון כולל של 500 שעות טיסה לערך, מהן כ-30 שעות אירובטיקה על מטוס "זלין", בהדרכתו של מפקד המטוס שנספה בתאונה. עפ"י המידע שנאסף מהבעלים של המטוס נשוא התאונה, זו הייתה הטיסה הראשונה שלו על ה-EXTRA-300.

מידע אודות כלי הטיס

א. המטוס מסוג EXTRA-300L מספר סידורי 124, יובא לארץ בטיסה מגרמניה, ארץ יצורו, בתאריך 17.01.01. רישומו: 4X-CYT.

ב. המטוס הוגבל ל-6g בתצורה של שני מושבים ול-8g בתצורה של מושב אחד.

ג. המטוס פופולרי לביצוע אווירובטיקה, ומצוי ברשות מועדוני טיסה רבים בעולם.

ד. בעשור שנים להפעלת סוג מטוס זה, אירעו בעולם מספר תאונות קטלניות בעת ביצוע אווירובטיקה,

והועדה הלאומית לבטיחות בתעבורה בארה"ב (NTSB), ביצעה לפחות שש חקירות של תאונות

מטוסי EXTRA לסוגיהם.

מטאורולוגיה

מזג האוויר היה נאה – ראות טובה, ללא עננים. נשבה רוח קלה, והטמפרטורה על הקרקע הייתה כ- 25°C

מידע מאתר התאונה

הפגיעה בקרקע

(1) המטוס פגע בקרקע בשדה פתוח, בעוצמה רבה. תבנית הפגיעה בקרקע ופיזור החלקים על-פני שטח מצומצם מאוד, מעידים על "כניסה" לקרקע בזווית אנכית גבוהה.

(2) במקום הפגיעה נפער בור עמוק ונותרה חתימת הכנפיים משני צדדיו.

(3) עפ"י עדי ראיה, פגע המטוס במהירות גבוהה, ובמצב אף כמעט אנכית לקרקע.

(4) טבור הפרופלור התרסק לחלוטין כתוצאה מעצירת- פתע של הלהבים, בעוצמת מנוע גבוהה ביותר.

(5) מרבית מכשירי המטוס נהרסו כליל.

6) מכלול הזנב ומסבך הגוף התקמרו, התפרקו, נשברו ונמצאו בהמשך לחתימת קצה כנף שמאל בקרקע.

7) גלגל ראשי ועוד מספר חלקים קטנים, נמצאו במרחק של כ-40 מטר ממקום הפגיעה הראשונית, בהמשך לקו פגיעת הכנפיים.

תאונה דומה שארעה בארה"ב, ביום 25.10.97.

1) במטוס היו שני טייסים: בתא האחורי – מדריכת טיסה מוסמכת להדרכת אווירובטיקה על המטוס – בעלת ממדי גוף קטנים.

בתא הקדמי – "חניך אווירובטיקה", טייס מסחרי, המשמש מדריך טיסה על מטוסים אחרים.

2) הטיסה שהסתיימה בתאונה, הייתה טיסת הדגמה (שניה לפחות) עבור החניך.

3) לא נמצאו תקלות טכניות במטוס, סמוך לתאונה.

4) הטייסים תכננו להתחיל את התמרון בתרגילי "לולאה", "פניית ראש פטיש", ו"אימלמן".

5) עפ"י עדות בני זוג שנשעו בכביש סמוך, ארעה התאונה בסוף התרגיל השני.

6) במהלך החקירה הוברר, כי הטייס-חניך חש, שלושה ימים קודם לכן, במיחושים בחזה, בצד שמאל, תוך כדי תמרון בטיסה.

7) הטייס הופנה לבדיקות א.ק.ג. ולא נמצא בהן ממצא פתולוגי. הטייס הוזמן לבצע סדרת בדיקות נוספות יומיים אח"כ. בסמוך למועד הבדיקות, ביטל הטייס את הפגישה הרפואית שתוכננה לו ויצא לטוס.

8) התאונה נצפתה ושוחזרה גם בעזרת ניתוח מסך המכ"מ של יחידת בקרה צבאית אזורית.

9) במהלך החקירה נאספו ראיות התומכות באפשרות, כי הטייס בתא הקדמי נפל על מוט ההיגוי במהלך הצלילה, מבלי שהיה למדריכה הכוח "להרים" את משקל הטייס בתא הקדמי, ובכך לחלץ את המטוס. בנוסף, הוערך, כי במצב שאליו נקלע המטוס, נבצר מהמדריכה להפליט את החופה.

10) באתר התאונה נמצאו 2 כריות מושב שהיו ככל הנראה בשימוש הטייס הקדמי.

טיסה אווירובטית במדינת ישראל

1) בתקנות הטיס הישראליות אין כל אזכור לגבי הכשירות הנדרשת לטייס או למטוס לצורך ביצוע טיסות אווירובטיות. האזכור הבודד הדן בטיסה אווירובטית מופיע בתקנה 71 לתקנות ההפעלה כמוצג להלן:

א) לא יפעיל אדם כלי טיס בטיסה אווירובטית בכל אלה:

- מעל אזור מאוכלס של עיר, כפר או מקום יישוב אחר.
- מעל מקום התקהלות בני אדם בשטח פתוח.
- בתוך תחומי אזור פיקוח שדה תעופה, אזור פיקוח טרמינלי ופרוזדור טיסה.
- מתחת לגובה 1,500 רגל מעל לקרקע.
- בתנאי ראות טיסה של פחות משמונה ק"מ.

ב) לעניין תקנה זו, טיסה אווירובטית פירושה תמרון, המבוצע מרצונו של הטייס, הקשור בשינוי פתאומי במצבו של כלי הטיס, וכן מצבי טיסה ותאוצה בלתי רגילים שאינם דרושים לטיסה רגילה.

2) מעיון בקבצי תקנות הטיס של ה-ICAO, FAR, JAR וכן בתקנות הבריטיות והקנדיות נמצא, שבאף אחת מהן אין כל אזכור לגבי הכשירויות הנדרשות לטיסה אווירובטית.

- (3) בעת ביצוע טיסות אווירובטיות, מופעלים על גוף האדם כוחות תאוצה שאינם מתקיימים בטיסה רגילה. הגורמים הקובעים את השפעת התאוצה על גוף האדם הם עוצמת התאוצה, משך התאוצה וכוון וקצב בניית התאוצה.
- (4) מתוך מחקרים שביצע חיל האוויר האמריקאי בטייסים שהיו במצב הרפיה וללא אמצעי מיגון, כגון מכנסי תאוצה, עולה, שאובדן הכרה אצל הנבדקים השונים התרחש בעת הפעלת תאוצה בגבולות שבין 3.0G ל-8.4G.
- (5) אם כי קיימים בגוף האדם מנגנוני הסתגלות ומנגנוני פיצוי שתפקידם לשמור על לחץ דם תקין במוח, נמצא במחקר, שמנגנונים אלה נכנסים מיד לפעולה, ברם הם מגיעים לשיא 6-10 שניות לאחר התחלת התאוצה, ומכאן השונות בתגובות של אנשים שונים לכוחות תאוצה.

ניתוח

הפגיעה בקרקע

- א. עפ"י ניתוח סרט ההקלטה, של מסך בקר התעבורה הצבאית, נעלם סיגנל המטוס בהיותו בכיוון כללי דרום מזרח, בביצוע תמרון אנכי יורד, עד להיעלמותו הסופית של הסיגנל.
- ב. עפ"י עדויות עדי ראיה (אחד מהם טייס בעצמו) שהיו סמוכים לאזור התאונה, ביצע הטייס 3 – 4 פניות אנכיות בנות 90° כל אחת (פניה, עצירה, פניה, עצירה, ...).
- ג. הבור שיצר גוף המטוס, חתימת שתי הכנפיים בקרקע, ההרס הטוטאלי של מבנה המנוע, אופן התקמרות מערכת מוטות ההיגוי (חלק אחורי קדימה ולמעלה), אופן קריסת מסבך גוף - זנב, אופן התפרקות מכלול הזנב והפגיעה בחלקו העליון – קדמי של מייצב הכיוון, כיוון הפגיעה במכשירי הטיסה, מקדימה למעלה, כל אלה הם חלק מהראיות המוצקות כי המטוס פגע בקרקע בזווית אנכית גבוהה.
- ד. עפ"י הראיות שנאספו, פגע המטוס בקרקע כמעט ללא זווית צדית, כאשר אין ודאות מוחלטת באשר לכיוון. צורת ההרס של כנף ימין, מלמדת לכאורה על פגיעה ראשונה עם כנף זו בעוד מכשירי הטיסה (אופק מלאכותי ומצפן) נפגעו מעט משמאל, קרי: פגיעה לכאורה קודם עם כנף שמאל.
- הסבר: ניתן להסביר את הממצאים בכך, כי המטוס פגע תחילה עם כנף ימין (זווית צדית קטנה ביותר), כתוצאה מכך נוצר מומנט סבסוב ימינה היכול להסביר את כיוון הפגיעה של מכשירי הטיסה (מעט משמאל), עקב הסבסוב.
- ה. עפ"י עדויות עדי הראיה, ההרס הטוטאלי של המנוע וכל להבי הפרופלור, קריאת מד הסל"ד, בתחום הגבול העליון (מעל 2,300 סל"ד), יחד עם עומק הבור והרס מבנה המטוס, כל אלה מלמדים על פגיעה במהירות סופית גבוהה ובכוח מנוע כמעט מלא. לפי הערכה, הגיעה מהירות המטוס לערך הגבוה מ – 200 קשר, בעת הפגיעה בקרקע.
- ו. קריאת האופק המלאכותי מלמדת לכאורה על פגיעה בזווית שטוחה ישרה של 30° לערך. אמיתות קריאה אחרונה זו, שהוטבעה במכשיר, נשללה, לאור העובדה שנלמדה, לפיה "משתולל" מד האופק המלאכותי בזוויות טיסה אנכיות. יתרה מכך, הוברר, כי סיבה זו גורמת למועדוני טיסה

להסיר את המכשיר מלוח המכשירים, על מנת שלא לבלבל את הטייסים ולהרגילם להסתמך על הראיה בלבד. גם עומק הבור שנפער באתר התאונה, מלמד על כך, שהקריאה האחרונה שהוטבעה במכשיר, אינה מייצגת את זווית פגיעת המטוס בקרקע.

ז. מכלול ההיגוי בזנב המטוס נותר כמעט שלם וכמעט ללא פגיעות. בחינת חותם שפשוף המכה בשפת ההתקפה של שני צדי הגה הגובה, מלמדת, כי המטוס פגע בקרקע כאשר ההגה היה מעט מטה, יחסית לנייטרל, כאילו במצב דחיפה קלה של הסטיק. נתון זה מקבל חיזוק גם על ידי ניתוח נקודת המכה שנמצאה בהגה הכיוון בצדו השמאלי, כנגד הפינה האחורית פנימית של הגה הגובה בחלקו השמאלי. עובדות אלו מלמדות, כי הפגיעה בקרקע ארעה כשהמטוס מצוי בדחיפה קלה (מעבר לאנד) ובסבסוב קטן שמאלה (היכול להסביר את המכה הראשונית עם כנף ימין).

ח. מכל האמור לעיל נראה, כי המטוס פגע בקרקע במהירות גבוהה, בזווית צלילה אנכית, אל מעבר לאנד, עם כנף ימנית תחילה. כתוצאה מכך נוצר סבסוב מסוים ימינה. אף המטוס והגוף יצרו בור עמוק באדמה כשהם מתחפרים ומותזים קדימה על ידי שארית חלקי המטוס. זנב המטוס התקמר קדימה ולמטה (אל האדמה מלפנים) עד כי מסבך המטוס הכולל את הגוף ואת הזנב, התפרק והועף קדימה, אל מחוץ לבור התאונה העיקרי.

ט. יודגש, כי ניתוח קלטת השמע של שידורי המטוס נשוא התאונה, יחד עם ניתוח העלמות סיגנל המטוס במסך הבקרה, מובילים לתוצאה, התומכת בניתוח של הפגיעה בקרקע, כפי שהוצגה בסעיפים קודמים.

מערכות ההיגוי של המטוס

א. כל מערכות ההיגוי של המטוס (מייצבים, הגאים, מוטות סחב-דחף) כמו גם מערכת מוטות ההיגוי והדוושות, אותרו, זוהו, ושוחזרו, לצורך בחינת האפשרות של תקלת היגוי חריפה שתרמה לתאונה.

ב. על אף חסרונם של מעט מאד קטעים, ממוטות הסחב-דחף של המטוס, ניתן לקבוע, כי כל ההגאים היו מחוברים וכי כל הכשלים אירעו כתוצאה מעומס יתר, בזמן הפגיעה בקרקע.

ג. נבדקו אזורים שכשלו בעבר ושגרמו לתאונות, כמו מסבך הגה הגובה, ונמצא כי במטוס נעשו הבדיקות המתאימות, כמו גם השינויים שנדרשו ב – 95-2-300 S/B.

ד. בבחינת עברו הטכני של המטוס ושל שברי המטוס לאחר התאונה נמצא, שאין כל עדות לכשל טכני בגוף המטוס, אשר קדם לתאונה.

ה. במטוס הורכבה מערכת טייס אוטומטי, שאיננה ציוד סטנדרטי למטוסים אלו. המערכת מיועדת בעיקר לטיסות העברה, ואין לה כל שימוש בטיסות קצרות, כל שכן בביצוע תמרוני אווירובטיקה. מכל מקום, גם אם חומשה המערכת לשמירת גובה או לשמירת כיוון, הרי שבהפעלת לחץ על מוט ההיגוי, מעבר לכוח מסוים, היא מתנתקת, וההטסה עוברת למוד ידני.

ו. בבסיסי שני מוטות ההיגוי, כמו גם בצינור העוטף את המוט המחבר את שני מוטות ההיגוי, אין סימן ו/או עדות למעצור מכני או לחיכוך, שמנע את תנועת מוטות ההיגוי.

ז. חלקם העליון של שני מוטות ההיגוי נשבר בפגיעה בקרקע. בשני המוטות חסרים מכלולי השידור והמפסקים המורכבים עליהם.

במוט ההיגוי הקדמי – מספר כיפופים מנוגדים. באמצע המוט, בחלקו האחורי, אובחנה סדרת פסי הטבעה בלתי מוסברים, לכאורה (להלן: "אזור ההטבעה").

במוט ההיגוי האחורי – שבר אחד ששפתו הקדמית מלמדת על כיפוף המוט אחורה, אל גוף הטייס, בניגוד למצופה, קרי: כיפופו קדימה, ואולי אף שבירתו, עקב תנועת גוף הטייס בשלב ההתרסקות.

ח. בחינת סדרת "מכות ההטבעה", במוט ההיגוי של הטייס הקדמי, מלמדת על כך, שהן ממוקדות בתחום של 4-5 ס"מ. רוב ההטבעות הן מקבילות ודומות. עפ"י ניתוח המעבדה המטלורגית, אירעו ההטבעות בעת האחרונה, במועד אחד וככל הנראה גם ע"י אותו עצם, שבא במגע עם מוט ההיגוי.

ט. בחינה מטלורגית של מוט ההיגוי בכלל וסימני ההטבעה בפרט מלמדת, כי מוט ההיגוי עשוי ברזל ולא נמצאו שאריות חומר זר שהוטבע על צבע המוט באזור הסימנים. יתרה מכך, עפ"י הבדיקות, נגרמו ההטבעות ע"י חומר קשה (אלומיניום ברזל וכו') מבלי שאלו חדרו את שכבת הצבע. מתוך האמור לעיל, נשללה סופית האפשרות, כי הסימנים הוטבעו במכת הפגיעה בקרקע.

י. בחינת תא הטייס, שיחזור אופן הישיבה בו, עם מצנח וחגורות, מלמדת, כי אזור ההטבעה מצוי כנגד אבזם חגורת המפשעה שבין הרגליים, כמו גם, כנגד מכלול אבזמי רצועת המותניים התחתונה. כל האבזמים עשויים מתכת, המסוגלת להשאיר את חותמה, בצורת הסימנים שנמצאו ומבלי להותיר חותם של חומר זר, אם המגע בין שני הגופים מתרחש בעוצמה שאינה גבוהה.

יא. מכל האמור לעיל ניתן להסיק, כי המטוס פגע בקרקע בעוד הטייס (בתא האחורי) מושך לשווא את מוט ההיגוי לאחור, כנגד מחסום גופו של הנוסע, שמסיבה כלשהי החליק קדימה (למטה) על הסטיק. עפ"י חסרוננו של כובע הפלסטיק של מוט ההיגוי הקדמי ניתן אולי לשער, כי גם הטייס הקדמי ניסה למשוך את הסטיק לאחור, כנגד גופו, ונכשל בכך. אף יתכן שמשיכת הסטיק האחורי בכוח עצום, גרמה לכיפופו לאחור, בניגוד הפוך לכיוון הכפיפה שאמור היה להימצא בעקבות תנע גוף הטייס בהתרסקות.

ניתוח הקלטת השמע בערוץ התעבורה

א. הטייס המריא משדה התעופה בהרצליה, המשיך צפונה וביקש מבקר התעבורה "פלוטו", לתרגל באזור 12, ולטפס לגובה 5000'. הבקר אישר לו כניסה לאזור 12, אך הגביל אותו למזערי 1,000 רגל (עקב מרחף בגובה 400'), אך לא אישר טיפוס ל- 5,000 רגל. הטייס בקש להתעדכן כשהגבלות אלו תחלופנה.

ב. הטייס טס ישירות לאזור, ועפ"י המסך נראה, כי ביצע פניה אופקית של כ- 270° ובסיומה בוצע תמרון אנכי בכיוון כללי דר' מזרח. במקביל להעלמות ה"בליפ" מהמסך, נשמעו 3 סדרות של שדור/צעקה אשר נחשדו כמיוחסות לטייס.

ג. הקלטת הועברה תחילה למעבדה לזיהוי פלילי של משטרת ישראל, מתוך כוונה להפיק ממנה נתוני קול שיסייעו בחקירה. מאחר שלא עלה הדבר בידם, הוחלט להעביר את הקלטת למעבדת השמע המשוכללת של ה- NTSB בווישינגטון.

ד. להלן זמני השידור, כפי שנרשמו במעבדה של ה- NTSB בווישינגטון:

תחילה – שדור רעש אחד.

5.1 שניות מהתחילה- 3 שדורי צעקה, עד 7.1 שניות מהתחילה.

8.3 שניות מהתחילה - 2 שידורי צעקה/רעש, עד 9.6 שניות מהתחילה.

ה. במעבדת השמע של ה-NTSB נותחו תחילה השידורים הוודאיים של הטייס (עפ"י קולו, אות הקריאה וכו') ומהם נקבעו הפרופילים החוזרים (הקבלה לטביעת אצבע) של סיגנל הפתיחה של מכשיר הקשר של מטוס התאונה (להלן: "טביעת קול"). בנוסף, אובחן גם זנב השידור של מכשיר הקשר. ניתוח טביעת הקול של סיגנל הפתיחה אובחן הן לגבי הגל הנושא, המאפיין את מכשיר הקשר עצמו, והן לגבי אותות השידור, המאפיינים את הדובר, קרי: הטייס או הנוסע (אורך סיגנל הפתיחה קצר מ-200 אלפיות שניה).

ו. בהסתמך על פרופיל טביעת הקול של מכשיר הקשר של המטוס, אותרו, אובחנו ויוחסו ברמת סבירות גבוהה, חמישה דיווחים ששודרו על ידי הטייס, קודם התרחשות התאונה, ו-3 סדרות הצעקה / שדור של הטייס, כפי שצוינו לעיל (להלן: "שידורי התאונה"). זיהוי ואבחון מכשיר הקשר של המטוס, בכל שידורי התאונה, היה וודאי, ברמת התאמה מלאה (100%). זיהוי קולו של הטייס, כמי שמדווח ו/או צועק, היה ברמת התאמה גבוהה מאד (60% - 70%). בהתחשב ברעשי הרקע והשידורים המקבילים - ייחוס השידור לטייס הוא וודאי.

ז. **שידור תאונה ראשון** – מורכב מרעש קצר, כ-½ שניה, המתאים ללחיצה אקראית על מפסק השידור ו/או חרטה מניסיון שידור, שלא החל. בשידור הראשון אין קול דיבור ברקע וגם לא צליל המזכיר מאמץ, צעקה וכד'.

ח. **שידור תאונה שני** – על רקע שיחה אחרת, של הבקר עם מטוס אחר, נשמע הטייס 3 פעמים במשך שתי שניות. ניתוח שלושת השידורים מעיד, כי הטייס מצוי במאמץ גדול וכי אפשר שהוא אומר משהו לנוסע, בזמן שמפסק השידור שלו נלחץ, ומשדר קטעי הברות. לא ניתן לזהות את המילה / מילים הנאמרות (אם היו כאלה).

ט. **שידור תאונה שלישי** – השידור השלישי מורכב משידור אחד קצר של הברת צעקה כדוגמת שלושת השידורים הקודמים ושידור נוסף, קטוע בסופו (ללא שידור זנב השידור). הועלתה הסברה ההגיונית כי שידור זה נקטע בעת הפגיעה בקרקע.

י. מניתוח קלטת השמע, כאמור לעיל, ניתן להסיק:

1) הטייס היה ער וערני כל משך הצלילה לקרקע.

2) הטייס היה מצוי במאמץ גדול – כנראה ניסיון היחלצות.

3) אין וודאות אם הנוסע ענה לו ואין תימוכין כי שידור ו/או דיווח משהו אחר בכל שלב אחר בטיסה.

4) האפשרויות למשך הזמן, בו היה הטייס מצוי במאמץ גדול, הן:

4.5 שניות – מתחילת "שדור תאונה" שני עד גמר השלישי.

9.6 שניות – מתחילת "שידור תאונה" ראשון עד גמר השלישי.

יא. לחצן השידור במוט ההיגוי הקדמי מותקן בצד, בעוד שלחצן השידור במוט ההיגוי האחורי מותקן למעלה. לחצן השידור במוט ההיגוי הקדמי גדול יחסית ודורש לחיצה וודאית, בעוד שלחצן השידור במוט ההיגוי האחורי קטן, רגיש וכל לחיצה אקראית מפעילה אותו. בבחינת תא הטייס, כשהוא מאויש בטייסים על ציודם, מתברר, כי לא ניתן כמעט לבצע משיכה מרבית במוט ההיגוי האחורי, מבלי להשתמש בשתי הידיים. במשיכה כזו, נלפתת הבורה מבלי משים על לחצן השידור

ומפעילה אותו באופן אקראי. אפשרי אם כך, שזו הסיבה שבעטיה הוקלטו שידורי התאונה אצל
בקר התעבורה.

מניסיונם של אחרים

מהשיחות שהתנהלו עם מדריכי הטיסה הותיקים במועדון הטיסה האווירובטי שליד פיניקס
שבאריזונה, מהתבוננות במטוסים ובסרטי הטיסה, מליווי שתי טיסות אווירובטיקה, יחד עם ניתוח
דוחות החקירה של ה-NTSB, עלו מספר נקודות רלוונטיות וחשובות, כלהלן:

- א. **כסא אחורי:** * עשוי משני חלקים מתכווננים (מושב ומשענת).
* כוונן הכסא נעשה לפני הטיסה, באמצעות פינים.
* המושב ממשיך קדימה ולמטה, עד עקבי הנעליים.
* פיסת העור המכסה את בסיס מוט ההיגוי מחוברת למושב.
ב. **כסא קדמי:** * עשוי מקשה אחת, קבועה ולא מתכווננת.
* לנוחות הישיבה סיפק היצרן כריות ישיבה.
* השימוש בכרית אפשרי, כמצע ישיבה, או מאחורי הגב.
* המושב קעור ומעוגל, במעבר מהמשענת למושב.
* החלק של המושב וכיסוי מוט ההיגוי, כמו באחורי.
ג. **חגורות כסא:** * 2 רצועות מותנים מחוברות ביניהן באזור האבזמים.
* 2 רצועות כתפיים המסתיימות באבזמי השחלה.
* רצועת מפשעה תחתונה, המסתיימת באבזם השחלה.
* כל הרצועות מחוברות למסבך הכסא ולא לכסא.
* על רצועת המותניים העליונה מורכב מנגנון מתיחה (ראציט) למתיחה והידוק.
ד. **קסדות:** * טייסי המועדון מקפידים על טיסה עם קסדות טיסה קשיחות. לטייסים האורחים,
במושבים הקדמיים, מסופקות קסדות עור, דו שכבתיות. ההקפדה על חבישת קסדות נעוצה
בעובדה, כי במספר מקרים, עקב גלגול ו/או סבסוב חריפים, נחבטו טייסים בתמרון בלתי צפוי,
בחלק הפנימי של החופה, עד כדי אובדן הכרה רגעי, כמו גם עקב החשש של פגיעה במייצב הכיוון
ו/או מייצב הגובה, בנטישה של המטוס.
ה. **שיטת ההיחגרות:** * כפי שניתן להבין משרטוט בספר המטוס, שיטת ההיחגרות הנה כדלקמן:
(ראה תמונות בעמוד הבא)

- (1) השחלת אבזם רצועת המפשעה על אבזם רצועת מותנים תחתונה ומתיחתה.
- (2) השחלת שני אבזמי כתפיים על אבזם רצועת מותניים עליונה ומתיחתן.
- (3) מתיחה והידוק של רצועת המותניים העליונה ע"י אביזר המתיחה - ראציט.
- (4) מתיחה והידוק של רצועת מותניים תחתונה.

הערה 1: מתוך עדותו של בעל המטוס עולה, שאכן זו הייתה שיטת ההיחגרות בטיסות שבוצעו
בארץ, היינו, רצועת המפשעה הודקה אל רצועת המותניים התחתונה. מתוך ניסיון מדריכי הטיסה
במועדון שהוזכר לעיל עולה, ששיטת היחגרות זו, חרף היותה הגיונית, היא מהווה מפגע בטיחותי,
בכך שההידוק אינו יעיל ביותר, וקיימת אפשרות ל"בריחת" כרית המושב, בעיקר במושב הקדמי.
הערה 2: באתר התאונה נמצאה כרית מושב. מתוך עדותו של בעל המטוס עולה שהכרית הונחה
תמיד במושב הקדמי (על-מנת להטיב את ההתבוננות קדימה).

- מתוך האמור לעיל ולאור ניסיון אחרים, שיטת ההיחגרות המוצעת הנה כדלקמן:
- (1) השחלת אבזם רצועת המפשעה ואבזמי רצועות כתפיים, באבזם רצועות מותניים עליונה, ומתיחתן ההדדית.
 - (2) מתיחה והידוק של רצועת המותניים העליונה ע"י אביזר המתיחה – ראצ'ט.
 - (3) הידוק והצמדה של כל האבזמים לגוף, ע"י רצועת המותניים התחתונה.

ו. תדריך ותרגיל מקדים

לפני כל טיסה במועדון מתקיים תדריך מפורט, בחדר תדריכים, מלווה בסרט וידאו דיגיטלי, הממחיש את התרגילים, תוך שימת דגש לנקודות הבטיחות. ליד המטוס, מסייע הטייס לחניך לחגור את המצנח האישי, מעביר תדריך נטישה מפורט ומסייע לו להיכנס לתא ולהיחגר באופן הראוי. המדריך חוזר ומשנן לחניך את מכשירי הטיסה וההטסה העיקריים ונותן הסבר על הידיות והמפסקים שבתא הטייס. באוויר, לפני התרגילים, מקפידים הטייסים על בדיקת איכות היחגרות באמצעות ביצוע תרגיל אופקי ב-G שלילי, כגון גלגול.

הערה: מתוך עדותו של בעל המטוס עולה, שבכל הטיסות שבהן נטל חלק, בוצע התמרון הנ"ל, במגמה לבחון את איכות ההיחגרות, בטרם ביצוע התרגילים האווירובטיים.

ז. חשיבות החגירה הטובה

מאחר שהמטוס מסוגל לבצע תמרונים חריפים, בעומסי G גבוהים יחסית, הרי שהחשש העיקרי הוא מפני אובדני הכרה ו/או החלקה של הנוסע הקדמי, על המושב, כתוצאה מחגירה לקויה, או בשל החלקתה של כרית המושב לאחר. עפ"י ניסיון טייסי המועדון, קורה מפעם לפעם, שנוסע מחליק מעט ומפעיל לחץ על מוט ההיגוי. על בסיס ניסיונם, הם שינו את שיטת החגירה, כפי שצוינה לעיל. יודגש כי במספר אירועי בטיחות ותאונות אצל אחרים, יוחס הלחץ על מוט ההיגוי לחוסר התפקוד של הטייס, הן כתוצאה מאובדן הכרה בעומסי G גבוהים והן כתוצאה מחבטה בפנים החופה ואובדן הכרה רגעי. בשתי האפשרויות התוצאה זהה, קרי: החלקת הגוף קדימה, והפעלת לחץ על מוט ההיגוי, בכיוון דחיפה.

הערה: אם קרה שנפל טייס קדימה, הרי ששחרור הלחץ על מוט ההיגוי אינו נעשה באמצעות משיכת מוט ההיגוי, אלא בהדיפת הגוף אחורה, ע"י לחיצה על הדוושות והעזרות בידיות שליד פנל המכשירים.

קביעת תרחיש התאונה

א. אופן פגיעת המטוס בקרקע, זווית הפגיעה ומהירותו של המטוס, יחד עם העובדה כי הוכח שהטייס תיפקד בתא עד לפגיעה עצמה, כל אלה מלמדים, כי "תקלה" כלשהי מנעה מהטייס להיחלץ מהמצב שאליו הוא נקלע.

ב. העובדה כי לא נמצאה כל ראיה לכשל טכני, העובדה שהטייס לא שידר החוצה ולא דיווח על תקלה כלשהי, יחד עם העובדה שלא נעשה ניסיון לנטישת המטוס, כל אלה מלמדות בסבירות גבוהה, כי ה"תקלה" הייתה בתוך תא הטייסים.

ג. מיקומן ואופיין של ההטבעות על מוט ההיגוי הקדמי, מלמדים, כי מסיבה כלשהי החליק הנוסע קדימה, עם או בלי כרית המושב, ודחף את מוט ההיגוי קדימה, באמצעות אבזמי רצועות המותניים ו/או הרצועה התחתונה. ההטבעות נוצרו כתוצאה מניסיונות המשיכה התכופים של הטייס, אשר ניסה למשוך במוט ההיגוי ולהיחלץ מהצלילה האנכית.

ד. העובדה כי גם מוט ההיגוי הקדמי חסר את תושבת הפלסטיק שבחלקו העליון,

העובדה כי בחלק הפנימי של אצבעות כף היד הימנית של הנוסע הוטבע צבע שחור (צבע מוט ההיגוי), העובדה כי סביר שהברות המילים ששודרו בשידורי התאונה נאמרו לנוסע מקדימה, יחד עם העובדה כי הטייס לא יזם נטישה, לפחות שלו, מלמדות כי בסבירות גבוהה, לא איבד הנוסע את הכרתו וככל הנראה גם תיקשר, בקשר פנים, עם הטייס ואולי ניסה, בטעות, למשוך במוט ההיגוי על מנת לסייע ולהיחלץ.

ה. מספר עובדות מחזקות את התרחיש שנקבע, והן:

- (1) טיסה ראשונה של הנוסע במטוס נשוא התאונה.
 - (2) היחגרות בצורה שאינה יעילה דייה (שהייתה כנראה כפי שהובן מספר המטוס).
 - (3) העדר שימוש בקסדות טיסה.
 - (4) התרחשות התאונה בתמרון אנכי ראשון.
 - (5) נטיית אביזר ההידוק - ראצ'ט, להשתחרר, אם לא הודק כראוי.
- הערה: אין בידי צוות החקירה מידע, אם בוצע תמרון מקדים כל שהוא לבדיקת איכות ההיחגרות, בטרם בוצע התמרון האנכי, שהסתיים בתאונה.
- ו. בהעדר עדי ראיה קרובים, בעת יציאת הטייסים לטיסה, ובהעדר ראיות שנקברו עם הטייסים, לא נוכל לדעת:
- (1) מה ואיך תודרך לפני הטיסה.
 - (2) מצב פיזיולוגי של הטייסים ובעיקר של הנוסע.
 - (3) כיצד נקשר הנוסע, ומידת מעורבותו של המדריך בבדיקת הידוק החגורות.

ז. מהירות המטוס וגובהו בעת גילוי התקלה

(1) מאחר שהתאונה התרחשה בהמשכה של צלילה, בה בוצעו 3 – 4 פניות 90° ועצירה, יש להניח שהמהירות ההתחלתית להיחלצות נעה בין 150 ל- 200 קשר.

הערה: מתוך עדותו של בעל המטוס עולה, שתרגיל הפניות שלהלן (כונה על ידו –"רבעים"), בוצע כמעט בכל הטיסות שנטל שבהן חלק, ומהירות הטיסה בעת ההיחלצות הייתה כ-160 קשר.

(2) מאחר שהמטוס המשיך לצבור מהירות, עד לפגיעה בקרקע, ניתן להעריך כי המהירות הממוצעת, משלב ניסיון ההיחלצות ועד להתרסקות הייתה קרובה ל- 200 קשר (337 רגל לשניה).

(3) משימוש בנתונים שהתקבלו מבדיקת סרט ההקלטה, ומניתוחם, אפשר לחשב את אובדן הגובה מרגע תחילת המצוקה ועד הפגיעה בקרקע, כדלהלן:

4.5 שניות (מתחילת "שידור התאונה" השני ועד קטיעת השידורים) – 1,500'.

9.6 שניות (מתחילת "שידור התאונה" הראשון ועד הפגיעה) – 3,200'.

(4) מרווח הגובה הראשון (1,500 רגל) הוא מינימלי ומלמד, שבגובה זה **לפחות** כבר מצוי היה הטייס, בניסיונות ההיחלצות.

(5) העדר לחץ, צעקות או התנשמות חזקה, בשידור התאונה הראשון, ממקדים את תחילת ניסיון ההיחלצות לגובה כלשהו בין שני הגבהים שצוינו בסעיף קודם, כנראה קרוב יותר לגובה התחתון.

הערה: מאחר שלא אושר לטייס לטפס ל-5000 רגל, אזי סביר להניח, שתחילת הצלילה האנכית הייתה מגובה 3500 רגל – הגובה המכסימלי המותר באזור שבו בוצע התרגול. אם אכן

בוצעה הצלילה מהגובה המותר, אזי נראה, שנתון ה-4.5 שניות שלעיל, הוא הקרוב יותר למציאות.

ח. מכל האמור לעיל, מוערך, כי שלבי התאונה היו כדלהלן :

(1) הנוסע שישב במושב הקדמי נחגר בעצמו בתא, ו/או שנעזר בטייס, אולם לא נבדק כראוי אופן היחגרותו (אולי בשל העובדה שהתנסה כבר באווירובטיקה במטוס מסוג אחר). אף אפשרי שחגירתו הייתה כנדרש, ברם, לא בוצעה הנעילה של אביזר המתיחה – ראצ"ט.

(2) הטייס נכנס לאזור האימון וציפה לקבל אישור לתוספת גובה, מעל מגבלת הגובה באזור - אך לא אושר לו הדבר.

(3) הטייס ביצע תמרון אופקי ובהמשכו עבר לתמרון האנכי, מבלי שנעשתה **כנראה** בדיקה תכליתית של הדוק החגורות. על מנת לבצע את הפניות האנכיות, תוך הצבעה על נקודה קרקעית קבועה על הקרקע, אמור הטייס לדחוף את מוט ההיגוי קדימה עקב עליית המהירות, עד כדי ביצוע G שלילי.

(4) בהיות המטוס בגובה 1,500 – 2,000 רגל לערך, במהלך צלילה אנכית של המטוס, החליק הנוסע שישב לפניו על פני כרית המושב, ו/או מכל סיבה אחרת, הפעיל את מלוא משקלו על מוט ההיגוי, כנגד משיכת הטייס את מוט ההיגוי שלו - לאחור.

(5) הטייס ניסה **כנראה** לצעוק לנוסע למשוך במוט ההיגוי, אולי גם לא הבין שחגירתו של הנוסע השתחררה ושהוא מנסה למשוך במוט ההיגוי, (במקום להדוף עצמו אחורנית, באמצעות הרגלים על הדוושות והידיים על הידיות האלכסוניות).

(6) הטייס ניסה בכל כוחו למשוך בשתי ידיו את מוט ההיגוי לאחור. עובדה זו, יחד עם העובדה כי תיקשר עם חברו שבתא הקדמי, עליו חש אחריות, מנעה ממנו כנראה את היוזמה לנטישת המטוס והפקרת חברו לגורלו.

(7) המטוס המשיך בצלילה תוך איסוף מהירות, פגע בקרקע במהירות גבוהה - והתרסק.

ביצוע טיסות אווירובטיות בישראל – ניתוח מצב

א. מרחב טיסה אנכי

הגובה המרבי המיועד לטיסה באזורי האימונים של התעופה האזרחית, הנו כ-3,500 רגל מעל פני הקרקע. היות שהגובה המזערי לטיסה בעת ביצוע אווירובטיקה הוא-1,500 רגל (עפ"י תקנה 71), אזי מרחב התמרון הצר שנוצר, מהווה לחץ על הטייס ואינו מותיר לו מרווח בטחון.

ב. השפעת ה-G על טייסים

כל המטוסים האווירובטיים, מאושרים לטיסה (עפ"י הגדרות היצרן) בערכי תאוצה הגבוהים מהערכים שבהם עלולים יושבי מטוס לאבד הכרה. מאחר שטייסים אזרחיים, אינם משתמשים במכנסי תאוצה עפ"י רב, אזי הם חשופים לאובדן הכרה בעת ביצוע אווירובטיקה, עם כל המשתמע מכך.

ג. השפעת ה-G על נוסעים

בעוד שהטייס מודע להשפעת התאוצות על אופן תפקודו, כפי שלמד אותן לאור ניסיונו, הרי על נוסע יכול ליפול הדבר בהפתעה גמורה. נוסע עלול לאבד הכרתו בחטף, ללא שום סימנים מקדימים. אובדן ההכרה של נוסע יכול לפגום בביטחונות הטיסה עד כדי חוסר אפשרות של הטייס לייצב את המטוס לטיסה בטוחה.

מסקנות

- א. לא נמצאה ברישומי המטוס ובהצהרות העדים, עדות לתקלת מטוס שיכולה לגרום ו/או לתרום להתרחשות התאונה.
- ב. לא נמצאה בשברי המטוס כל עדות לכשל טכני שקדם לתאונה.
- ג. עפ"י הספרות הטכנית תוחזק המטוס כיאות והיה כשיר רשמית לטיסה.
- ד. התאונה ארעה באזור טיסה 12, ביום, בשעת צהריים, עם תנאי ראות טובים. אין עדות להפרת כללי טיסה ו/או הטסה מסוכנת שיכלו לגרום לתאונה.
- ה. הטייס המפקד היה כשיר ומיומן ומוסמך להטסת המטוס.
- ו. המטוס היה בקשר ישיר ותקין עם בקר התעבורה הצבאית – לא דווח על בעיה או תקלה במטוס.
- ז. בבדיקת מערכת מוטות ההיגוי (מערכת כפולה), לא נמצאו עדויות ו/או סימנים כלשהם למעצורים, חיכוכים או כל גורם אחר שיכול היה להגביל את תנועת מוטות ההיגוי (במישורי העילרוד והגלגול).
- ח. לא נמצאה עדות ו/או ראיה, לניסיון הפלטה של החופה, בידי הטייס או הנוסע.
- ט. תקנות הטיס הישראליות, כמו התקנות המקבילות במדינות אחרות וכמו תקני ICAO, אינן קובעות כשירויות נדרשות לטייס, לשם ביצוע אווירובטיקה.
- י. תקנות הטיס הישראליות, כמו התקנות המקבילות במדינות אחרות וכמו תקני ICAO, אינן קובעות כללים ומגבלות להטסת נוסעים בעת ביצוע אווירובטיקה, למעט החובה לחגור מצנח.
- יא. בעת ביצוע תמרוני אווירובטיקה חריפים, עלולים הטייס או הנוסע לפגוע בראשם בחופת תא הטייס, ומכך לאבד הכרה.
- יב. העלאת עומס כנף ל-G גבוה תוך כדי תרגול אווירובטי, עלולה לגרום לנוסע לאיבוד הכרה, ובמקרים קיצוניים – עלול גם טייס להגיע למצב של "BLACKOUT" – שלפני איבוד הכרה.
- יג. החגירה למושבים, אם אינה מספיק טובה, עלולה לגרום לתנועת הטייס או הנוסע אל כוון מוט ההיגוי בעת צלילת המטוס, ולמנוע בכך את האפשרות למשוך את המוט לאחור.

הגורם האפשרי לתאונה

סביר, שהתאונה ארעה כתוצאה מהפעלת לחץ גדול ושלא במתכוון, של הנוסע הקדמי, על מוט ההיגוי, בעת צלילה אנכית, מבלי שהטייס (האחורי) הצליח למשוך את המוט. משיכת המוט אמורה הייתה להוציא את המטוס מהצלילה כלפי הקרקע. "השענות" הנוסע הקדמי על מוט ההיגוי ארעה כנראה עקב רפיון רצועות המושב של היושב בכסא הקדמי.

המלצות

מתוך הנתונים שעלו בדוח זה מתברר, כי ביצוע אווירובטיקה טומן בחובו סיכונים, מעבר לסיכונים הקיימים בעת ביצוע שאר סוגי הטיסות, ואשר על כן, מחייב התייחסות וקביעת מגבלות, המתאימות לאופי הטיסה האווירובטית.

מכיוון שתקנות הטיס אינן קובעות מגבלות כשירות לביצוע אווירובטיקה, לא ניתן למנוע מטייסים שאינם כשירים לכך, מלבצע אווירובטיקה תוך סיכון עצמם, סיכון הנמצאים על הקרקע ולעיתים גם סיכון נוסע תמים (שאינו מניעה חוקית להטסתו).

מומלץ, על-כן, למסד את טיסות האווירובטיקה במדינת ישראל, ולקבוע:

- א. נושאים ונקודות חיוניות לבדיקת מטוס אווירובטי, בשונה ממטוס אחר.
- ב. ציוד בטיחות והתקני חובה, כמו : קסדות ואמצעי חגירה.
- ג. אופן הסמכת טייס לביצוע אווירובטיקה, ואופן הסמכתו במעבר למטוס מדגם שונה.
- ד. מגבלות להטסת נוסע בטיסת אווירובטיקה, והתדריך שעליו לקבל לפני טיסה.
- ה. אזור אימונים שיתאים לביצוע אווירובטיקה.

הערה:

ניתן ללמוד את המגבלות לביצוע אווירובטיקה, כפי שהן מיושמות הלכה למעשה בבתי-ספר העוסקים באווירובטיקה ברחבי העולם, ולהתאימן, במידת האפשר, לישראל.