



משרד התחבורה
והבטיחות בדרכים

מדינת ישראל
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים
חקירת תאונות ותקריות אוויר

דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה מס' 07-08

16.3.08	תאריך
מסוק רובינסון	סוג כלי הטיס
4X-BBW	סימן רישום
סמוך למנחת הדריס	מקום האירוע

לצורכי בטיחות בלבד

דוח חקירה בטיחותית תיק תאונה מס' 07-08

ארעה בתאריך 16.3.08, למסוק רובינסון, רישום 4X-BBW,
סמוך למנחת הדריס

1. תקציר האירוע

הטיסה יועדה להדרכה, להסבת טייס מסוקים בעל רישיון פרטי לקבלת רישיון מסחרי. במהלך הטיסה שנמשכה כ- 40 דקות, תורגלו נחיתות אונס מגבהים שונים ובכיווני טיסה שונים, מול הרוח. בקטע האחרון, תורגלה נחיתת אונס מייד לאחר המראה, מגובה של כ- 200 רגל QNH, (כ- 150 רגל מעל פני השטח), ברוח חזקה יחסית. בגובה של כ- 40 רגל מעפ"ש החל החניך לבצע את שיכוך המהירות האופקית ("פלייר") - המסוק המשיך להנמיך בקצב שקיעה נמוך ביותר ועם מהירות אופקית לא גבוהה, עד שפגע בקרקע והחליק על מגלשיו. לקראת העצירה סבסב המסוק מעט ימינה והתהפך לצד שמאל. המדריך והחניך נחלצו בכוחות עצמם (לא היו דלתות במסוק) - המדריך נפגע בפרק ידו השמאלית. למסוק נגרם נזק כבד.



המסוק לאחר חילוץ מהשטח



המסוק באתר התאונה

2. מידע עובדתי

א. השתלשלות האירוע

- 1) לקראת הטיסה נערך תדריך בו נקבע כי בטיסה יתורגלו נחיתות אונס מגבהים שונים וברוחות צד, תרגולים אותם בצעו כבר בטיסות קודמות.
- 2) בבדיקות לפני המראה, החניך הפנה את תשומת לב המדריך לבעיה לכאורה בבסיס הרוטור הראשי. המדריך חזר ובדק את הרוטור ולא מצא דבר. המסוק יצא לטיסה כשמכל הדלק מלא כדי 3/4.
- 3) הטמפרטורה החיצונית הייתה כ - 25 מעלות צלסיוס. בתחילת הטיסה נשבה רוח כמעט צפונית, ובמהלך הטיסה השתנתה לצפון מערבית. הרוח על הקרקע הייתה כ - 25 קשר, עם משבים של כ - 20 קשר.
- 4) במהלך הטיסה, עד לתאונה, במשך כ - 40 דקות, בוצעו תרגולי נחיתות אונס מגובה 800 רגל ומגובה 500 רגל, ברוחות צד, ללא אירועים מיוחדים.
- 5) ביעף הטיסה האחרון תוכנן לתרגל נחיתת אונס מייד לאחר ההמראה. **היה זה התרגול הראשון של נחיתת אונס לאחר המראה.**
- 6) לאחר ההמראה, המסוק הגיע לגובה של כ - 200 – 250 רגל QNH, (כ-150 רגל מעל פני השטח) ולמהירות של כ - 60 קשר. בשלב זה הודיע המדריך לחניך כי התרגול מתחיל והפחית את סל"ד המצערת ל - 65 עד 70 אחוז. החניך הוריד מייד את הקולקטיב והתחיל בביצוע אוטוורוטציה, תוך שמירת מהירות בסביבות 60 קשר. תוך כדי גלישת האוטוורוטציה המהירות וכוון אף המטוס נשמרו. מהירות הרוטור נשמרה בתחום 104 אחוז.
- 7) התרגול נעשה ברוח צד בעוצמה של 25 קשר, כ - 20 עד 30 מעלות מצד ימין של המסוק.
- 8) בגובה של כ - 40 רגל מעפ"ש החל החניך בביצוע ה - Flare, לבלימת המהירות האופקית. בשלב זה המדריך הרגיש שהמסוק שוקע, והתערב בהגאים. המדריך המשיך ב - Flare, פתח מצערת, כאשר ה - Governor מופעל, והרים קולקטיב למכסימום. המשך ההצפה היה חריג והוא התבטא ברעידות חזקות של הרוטור הראשי, תוך המשך השקיעה של המסוק. המסוק פגע בקרקע עם החלק האחורי של המגלשים, החליק כ - 20 מטר, סבסב מעט ימינה והתהפך שמאלה.
- 9) מיד לאחר ההתהפכות המדריך סגר את ברז הדלק וכיבה את מתג ההנעה, בעוד החניך סוגר את מתג החשמל הראשי.

ב. פגיעות

פגיעות גוף - המדריך קיבל מכה בשורש כף ידו השמאלית, ולאחר מכן אותר שבר בשורף כף היד. החניך לא נפגע.
פגיעות המסוק - המסוק נפגע באופן חמור.

ג. מידע על המסוק

- 1) המסוק מסוג רונינסון R-22 מספר סידורי 2026, שנת יצור-1991.
- 2) רשום בתעודה מס' 783, על שם אילן ארד תעופה בע"מ.
- 3) המטוס תוחזק במכון בדיק מאושר.
- 4) תעודת כושר טיסה אחרונה, בתוקף עד 2.2.09.

ד. מידע על צוות המסוק

המדריך - טייס יוצא חיל האוויר, השתלם בארה"ב ומשמש כמדריך טיסה פעיל במסוקי R-22 ב- 3.5 השנים האחרונות. בעל ניסיון כולל של 6,500 שעות טיסה, מהן כ- 1,000 שעות על דגם המסוק נשוא החקירה - R-22.
החניך - נושא רישיון טייס פרטי שהוצא בארה"ב. ניסיון טיסה של כ- 130 שעות טיסה. נמצא בקורס הסבה לקבלת רישיון טייס מסחרי.

ה. מזג אוויר

טמפרטורה חיזונית של כ- 25 מעלות צלסיוס, יום בהיר ללא עננים, רוח צפון מערבית חזקה של כ- 25 קשר, עם משבים של כ- 20 קשר.

ו. ממצאים באתר התאונה

- 1) המסוק פגע בשדה חיטה שגובהה של כ- 80 ס"מ והחליק כ- 25 מטר, בכוון 280. בסוף סימני ההחלקה נראה סבסוב קטן ימינה.
- 2) המסוק נמצא הפוך על צידו השמאלי.
- 3) נזקים רבים במכלול הרוטור עקב הפגיעה בקרקע.
- 4) המסוק היה ללא דלתות.
- 5) מפתח ההצתה נמצא במצב פתוח (מופעל).
- 6) לא נמצאה כל פגיעה בזנב המסוק, לא מהקרקע ולא מהרוטור הראשי.

ז. תכונות התפעול העיקריות של מסוק R-22:

- (1) מסוק R-22 ידוע כבעל אינרציה נמוכה של הרוטור הראשי. המשמעות הנה, שיש לשמור בקפדנות את סיבובי הרוטור הראשי במגבלות הטיסה. בתנאים של טיסה רגילה פעולה זו נעשית אוטומטית ע"י ה-Governor ששומר על סיבובי רוטור בתחום הירוק, כ-104 אחוז, ע"י הוספה או הפחתה של סל"ד המנוע, בהתאם לעומס המשתנה על הרוטור, בתנאי הטיסה המשתנים.
- (2) כאשר קיימים שינויי טיסה קיצוניים, המשפיעים על עומס הלהבים, פעולתו של ה-Governor מתבצעת באיחור קל, ולכן במצבים אלה הטייס אינו יכול לסמוך על פעולתו האוטומטית של ה-Governor.
- (3) ככלל, תגובות מסוק לפעולות ההגאים ע"י הטייס, באות בפיגור קל. דבר זה נובע מעצם התכונות של כנף סובבת, לעומת כנף קבועה במטוסים.
- (4) טווח פעולתו של ה-Governor הינו מ-80% סל"ד ומעלה. מאחר שבתרגול אוטורוציה, סל"ד המנוע מופחת אל מתחת ל-80 אחוז, יוצא איפה שה-Governor איננו מופעל, ובמצב שכזה, על הטייס לשמור את סיבובי הרוטור בטווח המותר, באופן ידני.

ח. סקירת תאונות רלוונטיות של מסוקי רובינסון R-22

- (1) מרבית התאונות המדווחות במסוקי R-22 הינן כתוצאה של אי שמירת סיבובי הרוטור בתחום המותר. רוב רובן של התאונות אירעו במסגרת הדרכת טיס. דבר זה איננו מפתיע, מכיוון שמסוק זה משמש בעיקר להדרכות טיס. אם מהירות סיבובי הרוטור יורדת מתחת לתחום התחתון המותר, קיימת סכנה של הזדקרות הרוטור, דבר שעלול לגרום לנפנוף להבי הרוטור ולפגיעתם בזנב המסוק. בהתרחש מצב שכזה, התאונות בדרך כלל הינן קטלניות.
- (2) תאונות רבות אחרות אירעו בזמן תרגול נחיתות אונס, כאשר צוות המסוק לא סיים את התרגול בתנאי טיסה בטוחים. דהיינו, לא הקפיד על נתוני טיסה נכונים בכל שלבי תרגול נחיתת האונס, במהלך האוטורוציה וביציאה ממנה.
- (3) דוגמה טובה לכך מתוארת בהרחבה בדו"ח חקירה 3/95, לתאונה שארעה למסוק R-22 4X-BBT, בתאריך 22.10.1994, המתוארת להלן:
"בתרגול נחיתת האונס האחרונה מגובה 400 רגל, זיהה המדריך סל"ד רוטור נמוך. בהיותם בגובה כ-200 רגל מעפ"ש, הוא הורה לחניך "ללכת סביב". בהצצה החוצה זיהה המדריך שקיעה של המסוק במצב של קולקטיב מעלה, הוא החליט להתערב בהגאים, אולם ללא הצלחה. המסוק פגע בקרקע במצב של אף גבוה ובמהירות של 20 קשר לערך, והתהפך".

ט. מגבלות מזג אוויר להטסה

השליטה בהגאי המסוק גוברת ככל שהטייס צובר ניסיון. תפעול המסוק במזג אוויר נגיף וברוחות בעלות עוצמה רבה, יכול לגרום להזדקרות להבי הרוטור הראשי או לפגיעות טבור הרוטור בתורן (MAST BUMPING) שתוצאתם האפשרית, מגע להבי הרוטור במרכב קונוס זנב המסוק, דבר הגורם אובדן שליטה על המסוק.

על מנת למנוע תפעול המסוק במזג אוויר נגיף, הוצא על ידי ה- FAA AIRWORTHINES – DIRECTIVE (AD), שמספרו 95-26-04.

ה- AD הנ"ל הציב שלוש מגבלות אותן יש להכיל על טייסים שצברו פחות מ- 200 שעות טיסה במסוקים ושמהן, לפחות 50 שעות טיסה במסוק רובינסון R-22, ואשר השלימו הדרכה ספציפית (מספרה 73), כפי שהומלצה על ידי ה- FAA, בתאריך 27.2.95.

להלן המגבלות:

- 1) איסור טיסה כאשר הרוח הקרקעית עולה על 25 קשרים, כולל משבים.
 - 2) איסור טיסה כאשר עוצמת המשבים עולה על 15 קשרים.
 - 3) איסור המשך טיסה במזג אוויר נגיף הכולל מערבולות בעוצמה בינונית ומעלה.
- ה- AD הנ"ל התקבל במנהל התעופה (רשות התעופה כיום) בתאריך 16.1.96 והוסב ל- AD ישראלי שמספרו 96/12, בינואר 96.
- המגבלות שצוינו לעיל נמצאו בספר הטייס של המסוק המעורב בתאונה.
- הערה: כפי שצוין קודם לכן, המסוק תופעל בנתוני מזג אוויר החורגים מהמגבלות הנ"ל. אין ספק בכך שהמגבלות אינן חלות על המדריך, בהיותו עתיר ניסיון, אך יש לזכור שלחניך המעורב ניסיון מצטבר של 130 שעות בלבד, ועם סיום ההכשרה היה צובר כ- 150 שעות שהינן מכסת השעות הנדרשת לקבלת רישיון מסחרי במסוק (תקנה 109 לתקנות הרישיונות). מתוך כך עולה, שהחניך הנ"ל לא יהיה רשאי להטיס את המסוק, במגבלות שהוצבו ב- AD עד שיצבור 200 שעות טיסה, למרות שהוא מחזיק (יחזיק) ברישיון מסחרי.

3. ניתוח

א. ניתוח חומר החקירה התבסס על העובדות הבאות:

- 1) מדריך טיס מנוסה יחסית, שהדריך חניך, בעל רישיון טיס, לצורך הכשרתו כטייס מסחרי.
- 2) ביצוע תרגול נחיתת חירום, בתנאים גבוליים, של כיבוי מנוע מייד לאחר המראה.
- 3) מזג אויר גבולי לטיסה של חניך עם פחות מ- 130 שעות טיסה.

ב. הכשרת החניך לטיסה

- 1) החניך הינו בעל רישיון פרטי למסוק מהסוג בו טס R-22 והודרך לצורך קבלת רישיון מסחרי.
- 2) לא נמצאה דרישה חוקית, לצורך קבלת רישיון מסחרי, לבצע תרגול נחיתות אונס בתנאים של כיבוי מנוע, מייד לאחר ההמראה.
- 3) התדרוך לקראת הטיסה היה כמקובל.

ג. עבודת צוות

- 1) מתוך הממצאים והעובדות שנאספו, כלל לא ברור היה שהמדריך תדרך את החניך במדויק את שלבי התרגול של נחיתת האונס, במיוחד מגובה נמוך, לאחר ההמראה. מן הטעם הזה, לא הייתה הגדרה חד משמעית ביניהם מי סוגר את המצערות, ובאיזו התראה. בפני צוות החקירה עמדו שתי גרסאות, שקשה לפסוק איזו מהן הנכונה. על-פי גרסת המדריך, הוא הודיע לחניך על כניסה לתרגול, והפחית את סל"ד המנוע. לעומת זאת, על פי גרסת החניך, הוא זה שהפחית את הסל"ד ולאחר מכן הוריד את הקולקטיב ונכנס לאוטורוטציה.
- 2) אי התאום בין המדריך לחניך, אפילו אם גרר אחריו איחור בתגובת החניך של שנייה אחת, יכול להוות בעיה, כפי שתידון בהמשך.

ד. תרגול נחיתות אונס במסוק רובינסון R-22

ספר המסוק בפרק Emergency Procedures מגדיר שלושה מצבי חירום מעל היבשה:

- 1) נחיתות אונס בגובה שמעל 500 רגל מעפ"ש.
- 2) נחיתות אונס בגבהים שבין 8 ל- 500 רגל מעפ"ש.
- 3) ונחיתות אונס מגובה של פחות מ- 8 רגל מעפ"ש.

4) השלבים המוגדרים בספר המטוס בנחיתת אונס, המדמה תקלת מנוע, בגבהים שבין 8 ל- 500 רגל, הינם כדלקמן:

- א) המראה על פי הקבוע בגרף "גובה – מהירות" המכונה "גרף המוות".
- ב) הורדה מיידית של הקולקטיב כדי לשמור מהירות רוטור בתחום המותר.
- ג) שינויי קולקטיב במטרה לשמור על מהירות רוטור בתחום הירוק, או הורדה מכסימלית של הקולקטיב, אם המסוק קל, באופן כזה שלא ניתן להגיע לסל"ד רוטור של 97%.
- ד) שמירה על מהירות טיסה עד הקרבה לקרקע, כשאז יש להתחיל ב- Flare, במטרה להקטין את המהירות האופקית.
- ה) בגובה של כ- 8 רגל, יש ליישר את המסוק ולהתחיל להרים קולקטיב כדי לשכך את השקיעה עד לנגיעה בקרקע, כשהמגלשים מאוזנים ואף המסוק קדימה.
- 5) יש להדגיש, שהשלבים המתוארים לעיל, הינם במקרה של נחיתת אונס אמיתית ולא בתרגול!
- 6) לא נמצאה תוכנית תרגול, שמאושרת ומומלצת ע"י היצרן, או ע"י רשויות התעופה. **לעומת זאת, בדו"ח תאונה 3/95**, בפרק שדן בתרגול נחיתות אונס, נקבע במפורש, שאם עקב נסיבות שונות, נוצרת שקיעה בלתי נשלטת בשלב האחרון של האוטורוטציה – **יש להשאיר מרחב להיחלצות ממצב זה**. לפיכך, נקבע בדו"ח 3/95 במפורש: "מכאן, שיש לתכנן את סיום התהליך בגובה כזה, שיספיק להיחלצות עוד בטרם פוגע המסוק בקרקע".
- 7) תהליך ההיחלצות המועדף, במקרה של שקיעה בלתי נשלטת, הינו הורדת אף, פתיחת המצערת ידנית, גם מעבר להתחברות ה- Governor והרמת קולקטיב. בתהליך זה, על אף איבוד גובה נוסף, מוגברת מהירות המסוק, העילוי מוגבר, והמסוק עובר לטיסה רגילה.

4. מסקנות

- א. התאונה מאופיינת כאישית צוות אוויר של המדריך, נבעה עקב תרגול נחיתת אונס בתנאי טיסה גבוליים, כשהמסוק עדיין בשלב נסיקה לאחר ההמראה, בלא השארת מרווח בטחון להיחלצות מהתרגיל באופן בטוח, כפי שהומלץ בחקירת אירוע דומה (דו"ח חקירה 3/95). מהירות המסוק בשלב הכניסה לאוטרוטציה הייתה כ- 60 קשר, מהירות זו הינה בתחום הנמוך של המהירות המומלצת.
- ב. העדר תאום מקדים, בין המדריך לחניך, לגבי מי מהם סוגר את המצערת, כדי לדמות את כשל המנוע, לפני הורדת הקולקטיב על ידי החניך, מייד לאחר מכן. איחור של אפילו חלקיק שנייה בתפקוד החניך, יכול לגרום לירידת סל"ד של הרוטור. מאחר שלא היה דיווח מהטייסים על חיווי מהירות רוטור נמוכה, נראה שהרוטור תופעל בתחום הגבולי התחתון.
- ג. התרגול היה בתנאי רוח מגבלתיים. מאחר שהרוח הייתה מלווה במשבים, אפשר שבשלב הסופי של התרגול היה משב רוח שהחמיר את תנאי התרגול. בשל ניסיונו הטיסתי המועט, החניך לא היה רשאי לטוס בתנאי מזג אוויר אלה בעצמו. זאת, על פי הוראת ה- FAA שניתנה כ- Airworthiness Directive בתאריך 26.4.1995 ושאומצה ע"י מנהל התעופה האזרחית, אגף כושר אווירי ביום 13.1.1996.
- ד. שקול דעת מוטעה מצד המדריך להתאמן כפי שבוצע בתנאי מז"א ששררו. גם אם אין איסור על המדריך לטוס עם החניך בתנאי מזג אוויר אלה, יש לזכור שהחניך הטיס את המסוק לאורך כל התרגול, והתערבותו של המדריך בהגאים הייתה מאוחרת מדי, כשלא היו שולי בטחון להיחלצות מהתרגול.
- ה. הרעידות שהורגשו בשלב ה- Flare וכשהקולקטיב הורם, נובעות ככל הנראה, ממהירות רוטור נמוכה יחסית, ממהירות טיסה נמוכה ומשינוי גדול ומידי של הקולקטיב ופתיחת המצערת. הרעידה המוגברת שהורגשה, מוסברת בשינויים הקיצוניים של הרמת הקולקטיב למכסימום ופתיחת המצערת למכסימום באופן מידי ע"י המדריך.

5. המלצות

המלצה 1

לקבוע נהלים לתרגול מצבי חירום, תוך שמירה על תנאים שיאפשרו היחלצות בטוחה מהתרגול בכל שלב, הן באופן כללי והן באופן מיוחד בסעי"מ למסוק זה.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית מועד ביצוע: 31.12.08

המלצה 2

לתחקר את האירוע עם בוחני התעופה הכללית למסוקים.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית מועד ביצוע: 1.10.08

6. התאונה נחקרה על ידי מר **מוטי ברקן** (בוגר קורס חקירות), בהנחיית חוקרי משרד החוקר

הראשי. סייע באתר התאונה מר **זאב טמיר** (בוגר קורס חקירות). דוח החקירה עובד על ידי החוקר **אורי דיין**.

הדו"ח נבדק ואושר לפרסום על-ידי החוקר הראשי.

ב ב ר כ ה,

עו"ד רוז יצחק (רוזצ'יק)
החוקר הראשי

סימוכין: 04863908

תאריך: 25.5.08