

תאונת מסוק בל-206, באזור הארבל.

**אורי דיין, חוקר תאונות כלי טיס במינהל, לימודי חקר תאונות-אוניברסיטת דרום קליפורניה, סא"ל מיל. ח"א-
חקירת תאונות, עורך ב"לקט"**

תקציר האירוע

במהלך טיסה, פגע המסוק בקו מתח החוצה את ואדי חמאם מצפון לדרום, והתפרק באוויר מערבית לקו המתח. הטייס והנוסע שהיה עמו ניספו בתאונה.

מהלך האירועים ביום התאונה

- * הטייס המריא משדה התעופה הרצליה בשעה 06:30 לערך ונחת במנחת מגידו, שם פגש את פקח רשות הטבע והגנים שטס עמו.
- * הטייס תדלק את המסוק לכמות מרבית (כ-3 שעות טיסה) וביצע תדרוך ותכנון המשימה עם הפקח, בהתבסס על השטחים המסומנים במפה שעמדה לרשותם.
- * בשעה 7:42 המריא ממגידו, ביצע קטע נרחב שטח מסוים וחלק משטח אחר עד שנגמרו הפיתיונות (כ-3,000).
- * בשעה 11:05 המריא ממגידו מתוך כוונה לבצע את שטח נוסף ולסיים את השטחים אשר הוטלו בהם פיתיונות ע"י מטוס פיפר שעבד לפניו.
- * עפ"י ההערכה, סיים הטייס את העבודה בשטח אחד, ובזמן הטיסה אל עבר שטח אחר, אירעה התאונה.
- * הטייס פגע בקו המתח בשעה 12:37 (מידע מחברת החשמל על נפילת המתח).
- * בתאונה נספו שני שוכני המטוס וכלי הטיס נהרס כליל.

מידע על הטייס

- * הטייס הוסמך בח"א בשנת 1967 ושימש כקברניט על מסוקי בל 205 ו-בל 212, בשרות קבע ובמילואים.
- * משנת 1971 עסק בטיס חקלאי במסוקי בל 206 ובל 47, וכן במטוס כנף קבועה טורבו טראש.
- * עפ"י הערכה זהירה, צבר הטייס ניסיון של 20,000 שעות טיסה לערך, רובן בטיסות חקלאיות. על המסוק נשוא התאונה, בל 206 – צבר הטייס ניסיון של 4000 שעות טיסה לערך (הוסמך ב-1975).

הטיסות שביצע ביום התאונה

| | |
|------------------------|------------|
| העברה מהרצליה למגידו | 0:20 שעות. |
| גיחה ראשונה | 2:25 שעות. |
| גיחה שנייה (שנקטעה) | 1:30 שעות. |
| | 4:15 שעות. |
| בשנה האחרונה טס: | 385 שעות. |
| ב-90 הימים האחרונים טס | 71 שעות. |
| ב-30 הימים האחרונים טס | 34 שעות. |

- * את הבדיקה הרפואית האחרונה ביצע ב-19.12.00 ואת רענון המסוק – בל 206 ביצע ב-29.8.00. בבדיקת תיקו הרפואי ומתוצאות הנתיחה שלאחר המוות, לא נמצא שסיבת המוות קשורה בעברו הרפואי של הטייס המנוח.

מטאורולוגיה

מזג האוויר היה בהיר ונאה. הטמפרטורה 30 מעלות צלסיוס. הרוח הייתה מערבית בעוצמה של עשרה קשרים לערך.

אתר התאונה ומצב שרידי המסוק

- * אתר התאונה נמצא בקרבת הישוב ואדי חמאם, השוכן מערבית לכנרת ודרומית מערבית למושבה מגדל.
- * בקרבת הישוב עובר ואדי, שלרוחבו חוצה קו מתח גבוה. בקו זה פגע המסוק.
- * מניתוח השברים נראה, כי הפגיעה הראשונה ארעה בצדו הימני קדמי של המסוק. עקב ההיעצרות, נפנפו הלהבים הראשיים וחדרו אל חלקו האחורי של הזנב. הזנב התלוש עף קדימה כ-150 מ' מנקודת הפגיעה.
- * חדירת הלהבים לזנב יצרה "עצירת פתע" של המערכת הדינמית וכתוצאה מכך נתלש ראש הרוטור הראשי ואחריו כל מכלולי המערכת הסובבים.
- * עקב תלישת המכלולים, נקרעו חלקי הגוף העוטפים את מכלי הדלק, ודלק ניתז והצית את חלקו המרכזי של המסוק.
- * להלן תרשים פיזור החלקים העיקריים של המסוק באתר התאונה.

פיזור פיתיונות מהאוויר – שיטת העבודה

- * המשימה מוזמנת ע"י משרד החקלאות ומתופעלת ע"י רשות הטבע והגנים, במטרה לחסן נגד כולבת את כלל בעלי החיים המשוטטים במדינת ישראל, לפיכך היא מבוצעת בשטחים נרחבים ביותר ובכללם, כל רמת הגולן, כל הגליל וחלק נרחב מהנגב.
- * פיזור פיתיונות בחיסון מבוצע ע"י מטוסים ומסוקים, כאשר הנחיית הבטיחות היא: לטפל באזורים

שטוחים/נמוכים באמצעות מטוס פייפר ובשטחים גבוהים ובעלי תבליט באמצעות מסוק.
במשך הטיסה יושב המפזר חגור מאחורי הטייס כשלידו קופסת פיתיונות, והוא נמצא בקשר פנים עם הטייס.
עם הזמן פותחה שיטת ההטלה המתבססת על מהירות המסוק, כך שממוצע הזמן בין הטלה אחת לשניה הנו כ- 4 שניות.
על מנת להגיע לצפיפות הרצויה של 18 פיתיונות לקמ"ר, מבוצעת ההטלה לאורך פסים מקבילים המרוחקים זה מזה כ-330 מטר. בביצוע המשימה ע"י מסוק מוטלים הפיתיונות מגובה 500 רגל מעפ"ש.

נתונים ביחס לקו החשמל שנפגע ע"י המסוק

קו המתח בו פגע המסוק הנו קו מתח עליון (161 ק"ו), אשר הוקם בשנת 58. עמודי הקו הנם חלק מתוואי קו נצרת-כינורות והם הוקמו בהתאם לתוכניות המסומנות ת.צ. 4936.
המסוק פגע בכבל המתוח בין עמוד 817 (עמוד מתיחה) ועמוד 816 (עמוד משא). גובהם של שני העמודים מעל פני הקרקע: 21.70 מטר ו-22.70 מטר בהתאמה.
המרחק בין שני העמודים הינו **765** מטר והם ממוקמים על גבעות משני צדיו של ואדי חמאם.
בטיסת שחזור שבוצעה לאחר התאונה נמצא, שגובה קווי המתח מעל לתחתית הוואדי הנו כ-480 רגל.

התקנת כדורי אזהרה על כבלי החשמל

המקור החוקי להתערבות הרשויות בכל הקשור למניעת מכשולי טיסה מוצג בחוק התכנון והבניה, שם מפורט: "מי שהוסמך ע"י שר הביטחון או שר התחבורה, הכל לפי הענין, רשאי להכנס בכל עת סבירה לכל מקרקעין ולבצע בה פעולה או לעשות בהם או מעליהם סידורים, לרבות תאורה, צביעה, או סימון, הכל לשם מניעת מכשולי טיסה".

מי שהוסמך ע"י שר התחבורה והביטחון לעניין התעופה האזרחית: הינה אדריכלית רות שפריר ממינהל התעופה האזרחית.

באותה תקנה מצוין, שמי שניתנה לו הוראה לבצע דבר כל שהוא מפי האדם המוסמך (קרי: מינהל התעופה האזרחית) חייב בקיומה, ואם קיים אותה, **זכאי הוא לתשלום הוצאותיו מאוצר המדינה**.
בתקנות התכנון והבניה מופיעה תקנה נוספת הדנה בהסדרת ההולכה, חלוקה והספקה של חשמל. על פי התקנה הנ"ל, **"העתק של תוכנית עבודה לרשת חשמלת עילית ולעניין קווי מתח עליון ועל עליון, יועבר למינהל התעופה האזרחית במשרד התחבורה, ככל שהיא חלה בתחום הגבלות בניה לבטיחות טיסה, הנובעות מקיומם של מסלולי טיסה ומתקני עזר לנווט בהתאם למפות שיועברו ממינהל התעופה האזרחית למנהל משק החשמל"**.

מפרט מס' 449 של מכון התקנים, מפרט את ההנחיות לסימון יום ולסימון לילה הנדרשים לבטיחות הטיסה, שניתנו ע"י מי שהוסמך לכך ע"י שר הביטחון והתחבורה. הבסיס למתן ההנחיות לסימון מופיע במסמך 7460-1K של ה-FAA שבו מצוינים בין השאר הגדלים הפיזיים של כדורי האזהרה בהתייחס ל"מיקום" הקו. כך למשל, מצוין, שקווים החוצים קניונים, אגמים, נהרות וכיוצ"ב, צריכים להיות עם כדורי אזהרה בקוטר 36 אינטש לפחות (91 ס"מ) וקווים אחרים, עם כדורים בקוטר של 20 אינטש (51 ס"מ). בנוסף, ישנה התייחסות באשר לאמצעים הנדרשים לסימון בקרבת שדה תעופה, או נתיב טיסה וכן את המרחק הנדרש לזיהוי הסימון ביום בהיר.

הנחיות ונהלים לסימון קווי מתח

קווי מתח חדשים

חברת החשמל מעבירה למינהל התעופה האזרחית (וכן לאג"ת בצה"ל) את כל התוכניות לקווי מתח 400 ק"ו, קווי 161 ק"ו וכן תוכניות לקווי מתח גבוה הקרובים לשדות תעופה.
כל תוכנית נבדקת לגבי מידת התאמתה להגבלות הבניה הנובעות מקרבתה לשדות תעופה קיימים או עתידיים, או באשר לקרבתה לנתיבי אויר מפורסמים. לאחר הבדיקה נשלחת התוכנית לתיקונים והשלמות, או שהקו מאושר תוך ציון הצורך בסימונו בכדורים, או שלא נקבעות לגביו הגבלות כל שהן. הוראות הסימון ניתנות כפי שצוין קודם לכן ע"י מי שהוסמך ע"י השר לפי חוק התכנון והבניה, קרי, ראש תחום הגבלות בניה ואיכות הסביבה במינהל התעופה.
העיקרון המנחה הנוכחי הנו זה: בקווי מתח 400 ק"ו – מתבצע הסימון בכל מקרה לאורכו של כל הקו. על תילי הארקה. בקווי מתח 161 ק"ו – מתבצע סימון, כאשר הקו עובר בקרבת שדה תעופה, או חוצה נתיב גישה/המראה. כמו-כן מסומנים גם קווי מתח המנותבים בין עמודי חשמל גבוהים במיוחד.
בנוסף לכך, רשאי הגורם המוסמך לכך, להפעיל שיקול דעת ולחייב סימונם של קווי מתח אחרים מאלה שצוינו לעיל.

קווי מתח קיימים

לפי בקשת גורמי תעופה מתאימים, מורה מינהל התעופה על סימונם.

ניתוח

מאז תחילת ימי התעופה היוו קווי החשמל מכשול טיסה. עם השנים הועלו רעיונות שונים כיצד להתמודד עם ה"מפגע" ובסופו של דבר נמצא, שהדרך הטובה ביותר הנה, לסמנם באמצעות כדורים הבולטים למרחוק.
מאחר שקווי החשמל עוברים לאורכן של מדינות, בתוך ערים, גאיות והרים ובכל התוואים הטופוגרפיים האפשריים, הרי שסימון כל הקווים הנה משימה אדירת תקציב.
ארגון התעופה הבין לאומי ICAO נתן על כך דעת והוא הציב תנאים מחייבים לסימון הקווים הנמצאים ברדיוס מוגדר משדה תעופה/מנחת, או לאלה העוברים בקרבת נתיב תעופה מוגדר ומאושר.

הפתרון הנ"ל ישים לכל התעופה המסחרית והכללית, ברם הוא אינו נותן מענה לטיסות מסוקים שמבוצעות מחוץ לנתיבי הטיסה (כולל מסוקי המשטרה) וכן לטיסות חקלאיות.

כאשר מבוצעות טיסות חקלאיות באזורים מוגדרים ומתוחמים, מבוצעת בתחילה טיסה מקדימה, שבה מאותרים ומסומנים כל מכשולי הטיסה האפשריים שבקרבת אזור העבודה, מכשולים אלה מועתקים למפת הריסוס שניתנת לטייס ובהתאם לצורך מצוינות הערות לצד כל מכשול (למשל: האם ניתן לעבור מתחת לקו מתח באזור מסוים). בטיסות מרחב, שאינן בנתיבי כטר"ם, עומדת לרשות הטייס מפה טופוגרפית, בקנה מידה של 1:50,000, בדרך כלל, שבה מסומנים נתיבי קווי החשמל (העיקריים) וכן מכשולים שאינם ניידים (אנטנות קבועות). לסימונים אלה כמה חסרונות ועיקרם מובא להלן:

- כבר הוכח כמה פעמים לאחר תאונה (גם במגזר הצבאי), שניתוב הקווים במפה **שונה מאשר מיקומו בשטח**.
- הסימון נכון ליום שבו הוצאה המפה, ואם לדייק יותר, ליום שבו הועברו נתונים לגבי מיקום הקווים אל הגורם שהפיק את המפה.
- קווי מתח שנמצאים בהקמה אינם מקבלים ביטוי במפה, אם כי לפעמים מצוין הדבר בסימון מיוחד (שאינו מדויק דיו).
- אנטנות, צבאיות ואזרחיות שמוקמות באופן שוטף, אינן מקבלות ביטוי או סימון מעודכן במפות. בשל המגבלות שצוינו לעיל, פותחו כמה שיטות שנועדו לעמוד מקרוב על קיום מכשול טיסה ובכללן:
בדיקה מקדימה של שטחים - הבדיקה רלבנטית לגבי נתיב טיסה מוגדר המבוצע באותו נתיב כמה פעמים. (למשל טיסת נווט מנקודה לנקודה) וכן לגבי אזור מתוחם המוגדר לריסוס.
- **מעבר כלי הטיס מעל עמוד קו המתח** - זאת כאשר תנאי ראייה מוגבלים הנובעים מאור השמש ו/או מסביבת הרקע של קו המתח במיקום הטופוגרפי שלו, מונעים לזהותו מבעוד מועד (זו השיטה המקובלת למעבר חוטים בחיל האוויר הישראלי).
- **העזרות במד גובה אלקטרוני הנמצא במסוק** - המכשיר ניתן לכיול לגובה התראה רצוי, כך שבהנמכת המסוק לגובה המכוייל, תישמע התרעה קולית באוזניות הטייס.

פגיעת המסוק בקו המתח

- * כפי שצוין קודם לכן, קו המתח שבו פגע המסוק הוקם בשנת 1958 כחלק מתוואי נצרת כינרות. לקראת הקמתו של הקו האמור, נערכה בשנת 1957 ישיבה בחברת החשמל, אשר במסגרתה הוצגו בפני נציגי מינהל התעופה האזרחית וחיל האוויר, נתונים ביחס לקו הנדון. הערותיהם היחידות ביחס לתוואי הקו התייחסו לנתונים הקשורים לתוואי, באזור הסמוך **לשדה התעופה מחניים**.
- * משימת פיזור הפיתיונות שבה נטל חלק המסוק נשוא התאונה מבוצעות בשטחים נרחבים ביותר (אלפי דונמים). המשימה אינה מדויקת כלל והיא מבוצעת בעזרת מפת 1:50,000 שבה מצוינים גבולות השטחים המטופלים. המפה מכילה אינפורמציה מודפסת לגבי קווי מתח עליון.
- * הגובה הממוצע של קו מתח עליון מוערך ב-100 רגל מעפ"ש, כך שטיסה בגבהים שבין 300-500 רגל, אינה אמורה לסכן את כלי הטיס. ברם, תנאי השטח מתייחסים לפעמים מתיחת קווי מתח בגבהים (מעפ"ש) החורגים בהרבה מגובהו של קו הממוקם על פני שטח מישורי, הדבר מקבל ביטוי חריף בעת מעבר הקו לרוחבו של ואדי, כאשר העמודים התומכים את הקו, ניצבים על כתפי הגבעות שבשני עבריו.
- * קו המתח שבו פגע המסוק, חולף לרוחבו של ואדי, כאשר המרחק שבין העמודים הנו **765 מטר** (נראה שאין שני לו במדינת ישראל). גם גובה הקו מעל תחתית הוואדי – 480 רגל, גבוה לאין שיעור מהגובה הממוצע של קווי מתח עליון.
- * גובה הקו חופף למעשה את גובה העבודה של המסוק בעת ביצוע משימת הטלת פתיונות – 500 רגל מעפ"ש.
- * הטייס המעורב בתאונה נשא עמו מפה שבה צוין בבירור ניתובו של קו המתח, בנוסף לכך, בבדיקה עם החברה שהעסיקה אותו הוברר, שבתאריך 11.2.01 ביצע הטייס טיסה לאורך קו המתח מצלמון עד כינרות, במשימת איתור תקלות (עם מצלמה טרמית) עבור חברת החשמל, בטיסה הנ"ל "פגש" את הקו האמור במרחק של 1.5 ק"מ צפונה למקום התאונה והמשיך לכוון צפון. לאור ניסיונו הרב, לא מן הנמנע כי בעברו הרחוק, סייר גם לאורך קטע התאונה בטיסות דומות.
- * חרף היותו של קו המתח הנ"ל מכשול טיסה מובהק (לטיסות שמחוץ לנתיבים), מעולם לא הוגשה דרישה לסימונו ע"י גורם כל שהוא - אזרחי או צבאי.

מדוע פגע המסוק בקו המתח?

- * בטיסה שנערכה לאחר התאונה נמצא, שקשה מאוד להבחין בקו המתח מהכוון שבו הגיע המסוק נשוא התאונה (במעלה הוואדי לכוון מערב), בהיותו נטול כל רקע להתייחסות מלבד פני הקרקע העולים שלפניו. בנוסף, נמצא, שעמוד התמיכה השמאלי של הקו מוסתר ואינו יכול לשמש כנקודת התייחסות לטייס באשר לניתוב האפשרי של הקו היוצא ממנו אל העמוד הימני.
- * התאונה אירעה בשעה 12:37, אפשר שהייתה לכך השפעה על יכולת הטייס לראות את קו המתח מבעוד מועד, בשל מיקום השמש.
- * בטיסה בשטח הררי חל איסור להנמיך מתחת לגובה הכתפיים וחל איסור להנמיך לוואדיות ללא סיבה המחייבת זאת וללא בדיקת הוואדי לפני ההנמכה. האיסורים הנ"ל מקורם בתעופה הצבאית והם שרירים וקיימים גם בתעופה האזרחית, כפי שנמסר לנו ע"י הטייס הראשי של החברה לה שייך המסוק.
- * כפי שצוין קודם, הטייס שנספה בתאונה היה עתיר ניסיון בהטסת מסוקים ונראה שהאסורים הנ"ל היו נהירים לו, אם כך, כיצד מצא עצמו טס בין כתפי הוואדי?

- * צוות החקירה שיער שהסיבה לכך נעוצה בתבנית פני השטח כפי שנראתה לטייס: קו המתח שבו פגע המסוק עובר בין שתי גבעות, השמאלית גבוהה בהרבה בהשוואה לימנית. וכפי שנצפה ע"י עדי ראיה, נמצא המסוק בטיפוס מהכירת כשפניו לכוון הגבעה הנמוכה (על מנת להגיע לגובה העבודה – 500 רגל). מכאן ניתן לשער, שהטייס, בידעו על קיום קו המתח, סבר, שבדרך זו הוא יגיע אל אזור העבודה לאחר מעבר קו המתח. מכל מקום, אופי המשימה ותבנית פני השטח, חייבו את הטייס לטוס בין כתפי הוואדי.
- * מניתוח הפגיעות במסוק עולה, שהפגיעה הראשונה בקו המתח הייתה בצדו הימני קדמי של המסוק. הדבר מתיישב גם עם עדותו של עד ראיה שהיה על הכתף הצפונית מזרחית של הארבל. על פי עדותו, טס הטייס ימינה אל ההר שממול לארבל ואז פנה שמאלה והתרסק.
- * לאור שתי העובדות הנ"ל עולה אפשרות, שהטייס הבחין בקו המתח זמן קצר מאוד לפני שפגע בו ופנייתו שמאלה הייתה לשם ניסיון התחמקות מקו המתח.
- מכל מקום, הניתוח שהובא לעיל נבנה על בסיס הממצאים בשטח. יתכן, שאי זיהוי קו המתח, נבע מהשמת תשומת לבו של הטייס מחיפוש הקו – לעיסוק בעניין אחר, שלא היה נהיר לצוות החקירה.

גורמי התאונה המסתברים

- (1) חוסר תשומת לב הטייס להתקרבו לקו המתח, או זיהוי הקו מאוחר, מכדי להימנע מפגיעה בו.
- (2) גורמים מסייעים אפשריים:
 - המרחק הרב שבין שני העמודים.
 - הגובה הרב של קו המתח מעל פני הקרקע.
 - הסתרת העמוד הדרומי של קו המתח, מעיניו של הטייס הנוסע מכיוון מזרח.
 - השיפוע של הקו המתח, בשל מיקום העמוד השמאלי, גבוה ביחס לעמוד הימני.

המלצות שניתנו

כללי

קווי המתח הפרוסים, שאינם נכללים בתקנים המחייבים סימון, מסכנים בעיקר את המסוקים (הצבאיים, האזרחיים ומסוקי המשטרה) וכן את טייסי התעופה הזעירה, המונחים לטוס בגובה של 200 רגל מעל פני השטח (500 רגל בסופי שבוע).

מחד גיסא, כל קו מתח מהווה מכשול טיסה, ברם, מאידך גיסא, נהיר לכל, שלא יוצבו כדורי סימון בכל קווי החשמל שבמדינה.

מן הטעם הזה נכון יהיה לנקוט בגישה מערכתית על מנת להגדיר אחת ולתמיד את אלה מקווי המתח המהווים מכשול טיסה, ולהכלילם בתוך המסגרת המחייבת כיום בסימון.

מאחר שכל הוראות הסימון יוצאות ממינהל התעופה ומאג"ת, הרי שחובה להעמיד לרשות מת"א אמצעים שיקלו על ההחלטה בדבר הצורך בסימון. על בסיס האמור לעיל מובאות ההמלצות שלהלן:

המלצה 1

להקים צוות חשיבה מקרב גורמי התעופה האזרחיים, הצבאיים והמשטרתיים, במגמה לקבוע אמות מידה אחידות (אופי המכשול, מיקומו, נתוניו הפיזיים וכיוצ"ב) לסימון קווי מתח קיימים שלא סומנו עד כה, בשל אי הכללתם בקטגוריות המחייבות בתקני התעופה הבינלאומיים. כמו-כן לקבוע אמות מידה אלה עבור סימון קוים עתידיים.

המלצה 2

לסמן בכדורים את קטע קו המתח שבו פגע המסוק.

המלצה 3

חובה לרכוש עבור מינהל התעופה את בסיס הנתונים (אורתופוטו) של הממ"ג (מידע ממוחשב גיאוגרפי) הלאומי, לאיתור נקודות סיכון לתעופה בעת ביצוע בדיקות התאמה לדרישות הבטיחות.

הערה: איתור קוים קיימים, שאותם יהיה צורך לסמן בעקבות המלצת צוות החשיבה (המלצה 1) יוכל להיעשות, רק אם יעמוד בסיס הנתונים לרשות מבצע הבדיקה. קביעת הצורך בסימון קוים עתידיים, גם היא מותנית בהמצאות בסיס הנתונים הנ"ל ברשות מינהל התעופה.

המלצה 4

ביצוע מחשוב מערך נתיבי הטיסה, אזורי האימון ואזורים נוספים של פעילות תעופתית, לצורך בדיקת התאמת קווי החשמל באמצעות מערכת הממ"ג.

באדיבות "לקט"