

מדינת ישראל  
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים  
חקירת תאונות ותקריות אוויר



## דוח חקירה בטיחותית

תיק תאונה מס' 49-07

24.8.07	תאריך
S2R - חקלאי	סוג כלי הטיס
4X-AQY	סימן רישום
בקרבת אלוני אבא	מקום האירוע

**לצורכי בטיחות בלבד**



משרד התחבורה  
והבטיחות בדרכים

מדינת ישראל  
משרד התחבורה והבטיחות בדרכים  
חקירת תאונות ותקריות אוויר

**דוח חקירה בטיחותית**  
**תיק תאונה מס' 49-07**

ארעה למטוס חקלאי מדגם S2R, רישומו 4X-AQY  
בתאריך 24.8.07, בקרבת אלוני אבא

**1. תקציר האירוע**

במהלך ביצוע ריסוס של חלקת כותנה, פגע המטוס בחלקו העליון של עמוד קו מתח חשמלי וכופף אותו. המטוס סבסב באופן חריף לימין, תוך הפלת החרטום, נחבט בעוצמה רבה בקרקע ונותר שהוא מונח על גלגליו הראשיים. הטייס נחלץ מהמטוס ללא פגע. המטוס נמחה.



## 2. מידע עובדתי

### א. השתלשלות האירועים

- 1) הטייס שמתגורר בקרבת מנחת מגידו, הגיע למנחת כמחצית השעה לפני ההמראה. במנחת חיכו לו אנשי צוות הקרקע, ומנהל ההזמנות וסידור העבודה.
- 2) הטייס השלים בדיקות חיצוניות, המריא לחלקה הראשונה שתוכננה - שדה כותנה בקיבוץ גניגר, ולאחר שריסס את תכולת החומר שנשא, שב למנחת.
- 3) לאחר שהועמס מחדש בחומר ריסוס, שב להשלים את החלקה בקיבוץ גניגר ולאחריה ניגש לבצע ריסוס בחלקת הכותנה, שבקרבתה ארעה התאונה.
- 4) הטייס ביצע סיור מעל החלקה, במגמה לאתר מכשולים, וכן לצורך קבלת החלטה על כיוון הריסוס הרצוי.
- הערה: את כיוון הרוח ששררה באזור, למד הטייס מתוך עשן שעלה משריפת עצים אקראית, שהייתה ליד נווה יער, כשני ק"מ מאתר הריסוס.
- 5) עפ"י תבנית פני השטח, החליט הטייס לבצע את הריסוס ב"ארגז" (פסי ריסוס אורכיים וסגירות רוחביות), כאשר פס ראשון לכיוון מזרח (ראה שרטוט בהמשך).
- 6) עם סיום פס הריסוס האחרון, בכיוון מערב, ביצע הטייס פניה שמאלית, חצה את חלקת הכותנה שרוססה לרוחבה, והמשיך לטוס צפונה, מתוך כוונה לבצע פס ריסוס ל"סגירת" הקצה המזרחי של החלקה.
- 7) הטייס ביצע פנייה ימנית, שבסופה תכנן להתיישר מול קטע החלקה שנועד ל"סגירה". במהלך הפנייה, בעוד עיני הטייס נתונות לחלקה שעמד לרסס, פגע המטוס בחלקו העליון של עמוד חשמל שממנו מסתעפים חוטי חשמל לשני הכיוונים (ראה בשרטוט). מעוצמת הפגיעה, כופף חלקו העליון של העמוד.
- 8) לטייס היה נדמה "שמישהו מחזיק לו את כנף ימין באוויר", ומיד חש בתחילה של צלילה ספיראלית לימין, כשחרטום המטוס כמעט אנכי לאדמה. להערכת הטייס, מעת הפגיעה ועד לעצירה הסופית, חלפו כ- 2-3 שניות.
- 9) לאחר שפגע בקרקע, מצא עצמו הטייס ישוב בתא הטייס במצב רגיל לחלוטין. הטייס חילץ עצמו מהמטוס ללא פגע.
- 10) שני אמבולנסים הגיעו לשטח (אחד לטיפול נמרץ). הטייס פונה לבית החולים "העמק" בעפולה, שם נבדק ושוחרר, ללא ממצאים רפואיים.



## ב. מידע על הטייס

הטייס משמש כמנכ"ל החברה שביצעה את עבודת הריסוס, ניסיונו הכולל בטיסה כ – 9,500 שעות מהן כ – 6,500 שעות טיסה חקלאית.  
לטייס ניסיון טיסה על כל סוגי מטוסי הריסוס שהיו בארץ. על דגם מטוס נשוא התאונה, צבר הטייס כ – 1,800 שעות טיסה.

## ג. מידע על המטוס

- (1) המטוס תוצר ROCKWELL INTERNATIONAL, מדגם S2R, יוצר בשנת 1976.
- (2) המטוס רשום ברשות התעופה, בתעודה מס' 1280, על שם: "תלם תעופה בע"מ".
- (3) המטוס תוחזק במכון בדיק מאושר. עד למועד התאונה צבר המטוס כ – 8,693 שעות טיסה.
- (4) למטוס הוצאה תעודת כושר מיוחדת אחרונה, בתוקף עד 1.8.08.

## ד. מידע מאתר התאונה

- (1) אתר התאונה נמצא דרומית למושב אלוני אבא. מדרום לאתר התאונה, במרחק כ – 500 מטר עובר הכביש המחבר בין צומת ישי לצומת המוביל.
- (2) חלקת הכותנה שרוססה, גודלה 120 דונם, תבנית החלקה מלבני, כאשר הצלע הארוכה שלה פונה בכיוונים מזרח-מערב.
- (3) מצפון לחלקה, בכיוון המושב אלוני אבא, נמצא כרם ענבים. בחלקת הכרם נפל המטוס.
- (4) את חלקת הכרם חוצה קו חשמל ראשי בכיוון 08-26 (לערך) שממנו יוצאת הסתעפות של קו נוסף בכיוון דרום, הנושק לקצה המזרחי של חלקת הכותנה. בנקודת ההסתעפות הנ"ל נמצא קו מתח בו פגע המטוס. שני הקווים הנ"ל אינם מסומנים בכדורי אזהרה.
- (5) באתר התאונה נמצא המטוס מונח על גלגליו כשחרטומו פונה למזרח. במרחק כ – 5 מטר מנקודת עצירת המטוס נמצא בור ובקרבתו מדחף המטוס. סימני העיוות על גבי המדחף מלמדים על עצירת פתע שארעה עקב היתקעות הלהבים בקרקע בעודם סובבים בעוצמה רבה, ושתוצאה ממנה נתלש המדחף מתושבתו.
- (6) עצירת הפתע שארעה למדחף, בעוד שנותרה תנועה בגוף המטוס גרמה לתלישת המנוע מתושבתו.
- (7) בכנפי המטוס ניכרים סימני פגיעה רבים, בפרט בקצות שפות ההתקפה.
- (8) כל מכלול הזנב נראה שלם וכמוהו גם מרכב תא הטייס.

9) מתוך לימוד שבירי המטוס וסימני הקרקע שהותיר, מצטיירת תמונת ההתרסקות הבאה:

- א) המטוס פגע עם קצה כנף ימין בעמוד החשמל וכתוצאה מכך סבסב ימינה.
- ב) כתוצאה מהאטת התנועה, נזרק חרטום המטוס מטה, ובמצב זה החלה מעין צלילה ספיראלית, שבסופה נתקע חרטום המטוס באדמה.
- ג) תקיעת החרטום גרמה לניתוק המנוע מהמטוס, תוך המשך סבסוב המטוס לימין, **שבדרך נס שב לעמוד על גלגליו**.
- ד) בשל וקטור המהירות שפעל על המטוס לכיוון ימין, **החליק המטוס לאחור** לאחר שהתייצב על גלגליו.
- ה) במהלך ההחלקה לאחור, חדרו אל שפות **הזרימה** של הכנפיים, סמוכות מתכת שאחזו בגפנים, והם אלו שהביאו לבסוף לעצירה הסופית.
- ו) מתוך התיאור הנ"ל ועל בסיס תבנית פני השטח, ומכשוליה, לא ניתן לתאר את עובדת המצאות המטוס על גלגליו בתנוחה הסופית, אלא בדרך נס!

#### ה. מידע על החברה

תלם תעופה בע"מ, הנה חברת תעופה, שבין מטרותיה העיקריות, הפעלה ופיתוח שירותי תעופה למטרות חקלאיות. החברה פועלת לפי הפרק ה-11 של תקנות הטיס – הפעלת כלי-טיס בחקלאות.

לרשות החברה חמישה מטוסי ריסוס מדגם טורבו טראש, והיא פועלת משני מנחתים: שדה תימן ומגידו. בכל מנחת ישנו מנהל, המקבל את ההזמנות, מחלק את העבודה היומית ומחלק את מפות העבודה בהתאם. המפות שניתנות הן מנוילנות והסימונים הרלוונטיים מודגשים על גבי ניילון העטיפה של המפה. המפות מעודכנות בכל שנה.

### 3. ניתוח

#### א. כללי

לאור לקחי תאונות עבר, הקשורות בפגיעת מטוסי ריסוס בקווי מתח חשמליים, גובשו עם השנים נהלים ושיטות עבודה, שמגמתם להפחית עד למינימום האפשרי את הפגיעה בחוטמים. כך למשל, ציוות הטייסים נעשה עפ"י מורכבות המשימה, ניסיונם של הטייסים והיכרותם עם השטח המרוסס. זאת ועוד, למרות התדריכים המוקדמים וסימוני המכשולים על גבי המפות, מחויבים הטייסים לבצע טיסת בדיקה בכל חלקה המיועדת לריסוס, לפני ביצוע פס הריסוס הראשון, אפילו אם הם ריססו את החלקה בעבר.

כאשר בודקים את תרומתו של כל גורם לגבי יעילות עבודה בקרבת חוטי מתח, מקובל לחשוב, שאם הטייס תודרך כהלכה ושעומדת מפת מכשולים מעודכנת לרשותו, הרי שבכך נפתרות הבעיות, אולם אין כך הדבר. התדריך והמפה משמשים לטייס כלי עזר לפני תחילת העבודה: באמצעותם ובאמצעות הבדיקה שהוא עורך לפני תחילת הריסוס, מגבש הטייס לעצמו מעין "תמונה מוחית" לגבי מיקום המכשולים, ביחס לחלקה המיועדת לריסוס, ומאחר שענייני הטייס נתונות כל העת החוצה, במהלך הריסוס, צריך הטייס בכל עת הריסוס לראות את החוטמים, או לזכור את ניתובם, ביחס לחלקה ואת זווית התכנסותם.

ניסיון העבר מלמד, שקווי מתח שאינם מסומנים - קשים מאוד לאבחנה בעין, וזאת בשל משתנים רבים ובכללם: זווית השמש, רקע השטח וכיו"ב. הטייסים מודעים למגבלה הנ"ל ולכן, במרבית המקרים, בשל העדר אפשרות לראות את הקו מהאוויר, נעזרים הטייסים בעמודי החשמל שמשני צידי הקו, ובכך הם יוצרים לעצמם את הנתוב הדמיוני שבו עובר הקו. גם לשיטה זו חסרונות רבים כפי שהוכח בכמה חקירות בעבר. ראשית, קשה מאוד לשרטט בדמיון את נתוב הקו אם העמודים שמצידי אינם עומדים על אותו מישור, או שהמרחק שבניהם גדול מידי (ראה ואדי חמאם). שנית, הוכח כבר בעבר, כי עמודי חשמל שנמצאים בסביבת עצים, מוסתרים עם הזמן בשל גדילת העצים, או בשל הסתרה אחרת הנובעת מתכסית פני השטח (שיפועי קרקע ורקע).

בשל המגבלות שתוארו לעיל, בהעדר סימון על גבי החוטמים, נשענת התייחסות הטייס למכשול החוטמים בעיקרה על זיכרון. אם כך הדבר, הרי שהוא יכול לבגוד, לא רק בשל שכחה, או חוסר דיוק, אלא בשל רצף אירועים בטיסה עצמה שיכול להסיט את הטייס, ולו לשנייה אחת, מהמכשול שניצב לפניו.



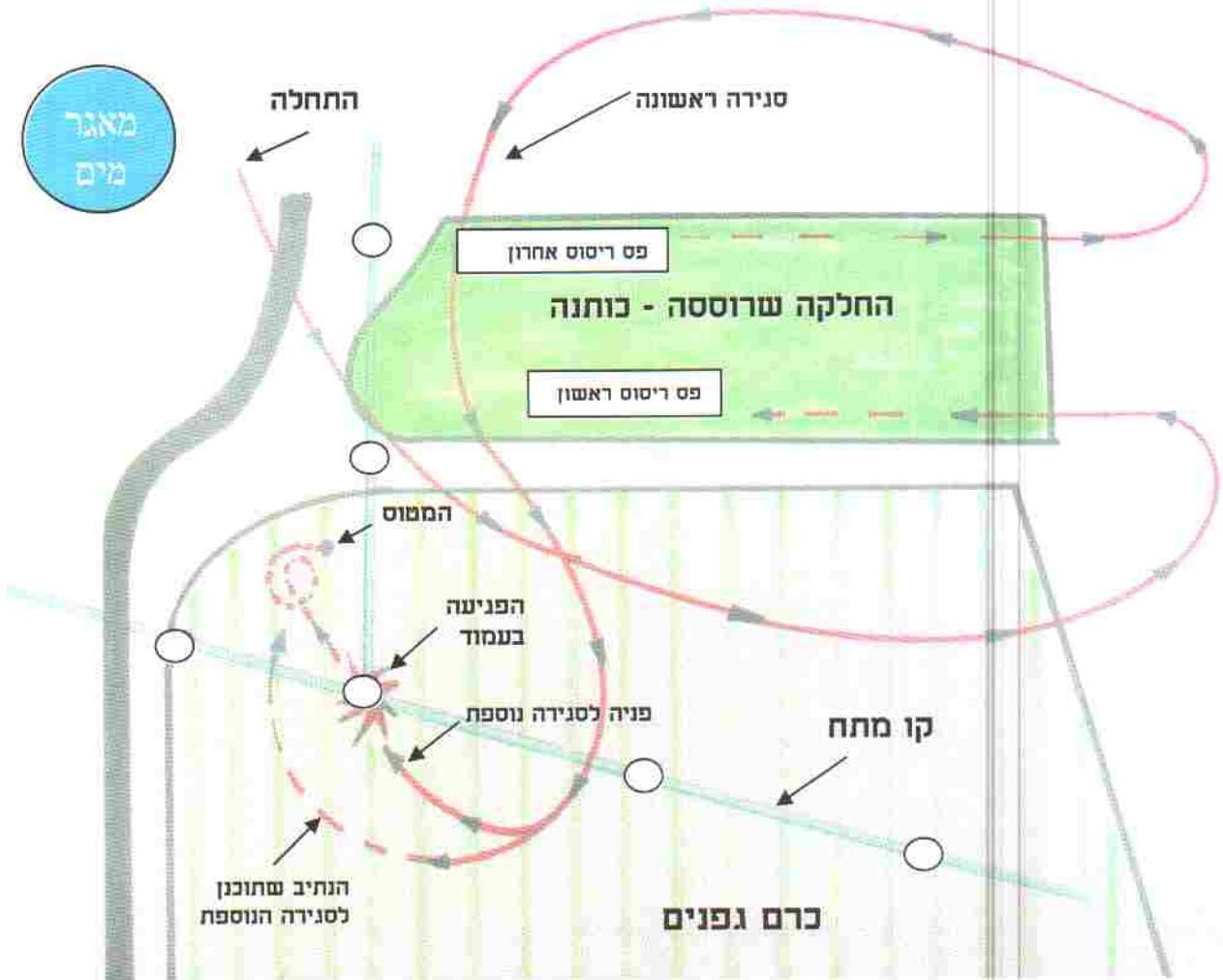
מסקירת תאונות עבר, הקשורות לפגיעת מטוס בקו מתח הובר, שפגיעת המטוס בקו ארעה, חרף העובדה שהטייס ידע שעובר בקרבת אזור העבודה קו מתח, בעיקר מהסיבות שלהלן:

- ✓ שכחה רגעית, שלא היה לטייס הסבר לגביה.
  - ✓ הערכה מוטעית של ניתוב הקו, למשל, כאשר הוא מוסתר בשל קרינת השמש.
  - ✓ הסטת תשומת הלב של הטייס ממכשול קו המתח בשל הקלעות למצב הדורש תמרון להיחלצות.
  - ✓ הערכה מוטעית של הטייס בדבר יכולתו לטוס מתחת לקו המתח.
  - ✓ הערכה מוטעית של הטייס בדבר היכרותו את השטח שרוסס על ידו כמה פעמים בעבר - ללא אירועים מיוחדים.
- סיכום: הסתמכות על ראייה, כאשר הקו אינו מסומן, או על זיכרון, טומנים בחובם סיכונים מיותרים. כפי שהוברר פעמים רבות, טיסה בטוחה יחסית, בקרבת חוטים, יכולה להתקיים רק כאשר החוטים מסומנים בכדורי אזהרה.

### ב. הפגיעה בעמוד החשמל

- (1) כפי שנראה בשרטוט, כל חלקת הריסוס נקייה ממכשולים למעט הקטע הקיצוני מזרחי זה עובר קו מתח מצפון לדרום. בקטע זה תכנן הטייס לבצע "סגירה", מצפון לדרום.
- (2) הטייס היה מודע לשני קווי המתח העוברים בקרבת חלקת הריסוס, למרות שהם לא היו מסומנים בכדורי אזהרה.
- (3) עם סיום פס הריסוס האחרון (לפני "הסגירות"), חלף הטייס מעל החלקה והתרחק ממנה על מנת לבצע כניסה מסודרת לביצוע ה"סגירה" של הקצה המזרחי שלה. הטייס תכנן שהפנייה תהיה רחבה מספיק על מנת לחלוף את מכשול קו המתח.
- (4) בשל העובדה שבמהלך הפנייה עיני הטייס היו נתונות לקטע החלקה, אותה עמד "לסגור", בוצעה על ידו, מבלי משים, פנייה הדוקה מידי שבמהלכה פגע בעמוד חשמל שממנו יוצאת הסתעפות אל עבר החלקה אותה עמד לסגור.

מאגר מים



עמוד החשמל שכופף עקב פגיעת המטוס



### ג. התקנת כדורי אזהרה על כבלי החשמל

- (1) המקור החוקי להתערבות הרשויות בכל הקשור למניעת מכשולי טיסה מוצג בחוק התכנון והבניה, בתקנה 174. סעיף א' בתקנה האמורה מפרט: "מי שהוסמך ע"י שר הביטחון או שר התחבורה, הכול לפי העניין, רשאי להיכנס בכל עת סבירה לכל מקרקעין ולבצע בה פעולה או לעשות בהם או מעליהם סידורים, לרבות תאורה, צביעה, או סימון, הכול לשם מניעת מכשולי טיסה".
- (2) מי שהוסמך ע"י שר התחבורה והביטחון לעניין התעופה האזרחית: הינו ראש תחום הגבלות בנייה ואיכות סביבה במינהל התעופה האזרחית (היום - רשות התעופה האזרחית).
- (3) סעיף קטן ד' באותה תקנה מציין, שמי שניתנה לו הוראה לבצע דבר כל שהוא מפי האדם המוסמך (קרי: רשות התעופה האזרחית) חייב בקיומה, ואם קיים אותה, זכאי הוא לתשלום הוצאותיו מאוצר המדינה.

### ד. אחריות סימון החוטים

- (1) כפי שצוין לעיל, רשאי מי שהוסמך לכך, להיכנס בכל עת לכל מקרקעין ולבצע מעליהם כל מה שנדרש לשם מניעת מכשולי טיסה. הסימון הנדרש יתבצע על ידי **בעל הקרקע** עפ"י דרישת ממונה הגבלות הבניה ברשות התעופה האזרחית, **והמבצע זכאי לתשלום הוצאותיו מאוצר המדינה**.
- (2) בתקנות הולכת החשמל, חלוקתו ואספקתו מצוין, שהעתק מתוכניות העבודה של רשת חשמלית עלית (קווי מתח עליון ועל עליון) יועברו לרשות התעופה האזרחית (במקור צוין מינהל התעופה האזרחית) בהתאם למפות שיועברו ממינהל התעופה, הנובעות מהגבלות בניה בשל קיומם של מסלולי טיסה ומתקני עזר לניווט. מתוך האמור לעיל, נראה שניתנת דעת של הרשויות לגבי מכשולי קווי מתח, **רק באזורים מובהקים הנמצאים פיזית בקרבת תשתיות תעופה**, ואילו לגבי שאר האזורים **אין כלל התייחסות בתקנות**.
- (3) מובן מאליו שאין צורך ואין יכולת תקציבית לסמן בכדורי אזהרה את כל קווי המתח במדינת ישראל, וכאן עולה השאלה, **היכן חלקו של המשתמש**, המרסס את השטח ושמודע היטב למכשולים ומיקומם בשטח? מדוע לא עולה/עלתה דרישה עקבית מצדו לסמן את הקווים שמהווים מכשול טיסה בשטח, לפחות לגבי אלו המרוססים על ידו כמה וכמה פעמים, תוך ידיעה ברורה שאורבים לטייס מכשולי טיסה מובהקים שאינם מסומנים. בהעדר מידע מובהק ומדויק אצל הרשויות, באשר לקווי מתח המהווים מכשול טיסה מובהק, אך טבעי שהיזום לסימון קווים שכאלה **צריך להיות של המתפעל עצמו, באמצעות רשות התעופה האזרחית**.

4) בכל הקשור למכשולי טיסה הנמצאים באזור תשתית תעופתית, ישנו הליך מסודר בחוק כיצד מביאים לסימונו. לא כך הדבר בכל הקשור לקווי חשמל העוברים בקרבת אזורים המיועדים לריסוס מהאוויר.

5) מאחר שהמחוקק לא התייחס לסימון מכשולים שאינם בקרבת תשתית תעופתית, ומאחר שאנו עדים מעת לעת בפגיעת מטוס בקו מתח שאינו מסומן, הועלה במסגרת חקירת האירוע בוואדי חמאם (תיק תאונה 01-5) הצורך לגבש חשיבה מערכתית אודות סימון קווי מתח במדינת ישראל. למרות שחלפו מעל 5 שנים מאז האירוע, לא גובשה עמדה מוסכמת ומסודרת, כנדרש בהמלצות שניתנו.

#### 4. מסקנות

- א. התאונה מסווגת כאישית צוות אוויר של הטייס, נבעה עקב חוסר תשומת לב לקיומו של מכשול קו המתח בנתיב הטיסה, וטכניקה לקויה בכניסה לנתיב הסגירה.
- ב. הטייס היה מודע למכשול שהיה בדרכו ותכנן לעקפו בפנייה ימנית, ברם, במהלך הפנייה, לפני ההתיישרות לביצוע פס הריסוס, עיניו היו נתונות לחלקה שעמד לרסס וכתוצאה מכך בוצעה על ידו פנייה הדוקה יותר מזו שתכנן ובמהלכה פגע עם קצה כנף ימין בעמוד החשמל.
- ג. לא מן הנמנע שסימון קווי המתח בכדורי אזהרה היה מונע את התאונה, וזאת בשל העובדה, שהסתעפות קו המתח לכיוון דרום, הייתה בכיוון ההתיישרות הסופית לפני ביצוע ה"סגירה", ואף אם עיני הטייס היו נתונות לחלקה, אזי בכל התבוננות לפנים הוא היה רואה מולו כדורי אזהרה וקרוב לוודאי שהיה מבצע רדיוס פנייה רחב יותר על מנת להתרחק ממכשול קו המתח.
- ד. חלקות ריסוס רבות נמצאות בסמיכות לקווי מתח ונראה שההנהלות של חברות הריסוס עושות כל מאמץ לידע את הטייסים להתייחס לכל קו, ברם, חרף העובדה שחלקות רבות, מרוססות כמה וכמה פעמים (לפעמים עשרות), לא נעשה מאמץ על ידי החברות לגרום לסימון הקווים המסכנים את הטייסות.
- ה. סוגיית סימון קווי החשמל בקרבת חלקות ריסוס, עלתה כמה פעמים במסגרות חקירה שונות וטרם קיבלה מענה בטיחותי הולם.

## 5. המלצות

### המלצה 1

לקיים דיון מקיף עם חברות המבצעות ריסוס ובהשתתפות נציג החוקר הראשי, בכדי להעריך את המשמעויות הכרוכות בסימון קווי החשמל ולהגדיר קווים מנחים לטיפול בנושא.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית מועד ביצוע: 1.1.08

### המלצה 2

להגדיר בתקנות את הייזום ואופן הביצוע של בעלי שדות המיועדים לריסוס מהאוויר, המעוניינים לסמן את קווי המתח שבאזורים.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית מועד ביצוע: 1.2.08

### המלצה 3

להגדיר תכנית ארצית/מחוזית לסימון קווי מתח באמצעות כדורי סימון.

אחריות: מנהל רשות התעופה האזרחית מועד ביצוע: עד סוף שנת 2008

6. התאונה נחקרה וסוכמה ע"י החוקר אורי דין, בשיתוף עם מר שמואל שטיינר (בוגר קורס חקירות).

דוח התאונה נבדק ואושר לפרסום על-ידי החוקר הראשי.

בברכה,

עו"ד רוז יצחק (רוזצ'יק)  
החוקר הראשי



סימוכין: 09410107

תאריך: 6.11.07