



ביעף

תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- מסוקי הדור הבא של סיקורסקי ובל לצבא ארה"ב
- דאסו סופר מיסטר / סער בחיל האוויר (עדכון)
- זכות ראשונים: אברהם ג'ק גרפמן
- המרכז למורשת התעופה בניוזילנד
- חדשות התעופה והחלל בישראל • ספרים ביעף

התוכן

חדשות ביעף

- 3 חיל האוויר – רכש KC-46A, מסוקי CH-53D מארה"ב
- 5 תעשיות ביטחוניות – כטב"מים
- 8 תעשיות ביטחוניות
- 10 ישראל בחלל – אלביט NANOVA, סטמראד
- 11 חברות תעופה ישראליות
- 12 חברות תעופה זרות – A330 של איתיחאד בנתב"ג

13 שבעים שנות הטסת מטענים באל-על: 1950-2020

מסוקי הדור הבא לתובלת סער וסיור חמוש:

17 סיקורסקי ובל הליקופטר מציעות פתרונות חדשניים

זכות ראשונים: חלוצי התיכון האווירונאוטי בישראל

21 אברהם ג'ק גרפמן

מוזיאונים לתעופה בעולם

26 המרכז למורשת התעופה באומאקה, ניו-זילנד

31 ספרים ביעף

מטוסי לחימה של חיל האוויר:

36 דאסו סופר מיסטר (סמב"ד) / סער – עדכון

בשער: סיקורסקי-בואינג SB-1 דיפאינט – מסוק הדור הבא לתובלת סער,
המוצע לצבא ארה"ב בתוכנית FLRAA.

דבר העורך



מגפת הקורונה (COVID-19) טלטלה את כל העולם. התפשטות המחלה המדבקת מאוד מתחילת השנה אילצה את רוב מדינות העולם להטיל הסגרים במשך שבועות ארוכים, והתוצאה הבלתי נמנעת היא משבר כלכלי חמור וכניסה למיתון. אחד הענפים שנפגע באופן הקשה ביותר מבחינה כלכלית הוא תחום התעופה המסחרית. מרבית חברות התעופה נאלצו להשבית את טיסותיהן, לאחר שרוב המדינות אסרו על כניסת זרים ואפשרו רק לאזרחיהן לחזור.

בישראל החלו לבטל טיסות בפברואר, תחילה מהמזרח הרחוק ובהדרגה גם משאר העולם. אל-על הפסיקה כמעט כליל ב-27 במאסר את טיסות הנוסעים שלה, ופרט לחילוף ישראלים ממדינות שונות מבצעת רק טיסות מטען במטוסי ה-787 דרימליינר ובחלק ממטוסי ה-777. בסוף מארס ובתחילת אפריל ביצעה החברה טיסות חילוץ מיעדים רחוקים אליהם לא טסה קודם לכן (אוסטרליה, דרום אמריקה ומרכז אמריקה), כפי שאנו מפרטים בעמוד 11. עצירת הטיסות וקרקוע המטוסים החמירו מאוד את מצבה הכלכלי של אל-על, שנאלצת לנקוט בצעדים דרסטיים כדי לשרוד. במועד פרסום גיליון זה (סוף מאי) לא ידוע כיצד תצא אל-על מהמשבר החמור ומה יהיו פניה של אל-על המשוקמת. קרוב לוודאי שהחברה תשרוד, אך יהיה עליה לפטר מאות רבות של עובדים, לוותר על חלק ממטוסיה ולצמצם את מספר היעדים אליהם היא טסה.

גם שתי חברות התעופה הישראליות האחרות נקלעו למשבר עמוק. ארקיע הפסיקה לחלוטין את פעילותה, ועתידה כחברה עצמאית נתון בספק. ישראייר המשיכה בטיסות חילוץ ונכנסה לתחום הטסת המטענים במטוסי הנוסעים. הנהלתה מקווה כי תצליח לשרוד בסיוע הלוואות מהבנקים. הקיטון הדרמטי במספר הנוסעים בתעופה המסחרית, שלבטח יימשך גם בשנת 2021 ואולי גם מעבר לה, יביא בהכרח למיתון הצורך במטוסי נוסעים חדשים. בואינג ואיירבאס נערכות כבר לצמצם את קצב הייצור ומתכננות לפטר אלפי עובדים. עולם התעופה לא יחזור בשנים הקרובות למה שהיה.

יהודה בורוביק

ביעף
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e151
סיוון תש"ף – מאי 2020

בחסות
האגודה למדעי התעופה
והחלל בישראל

www.aerospace.org.il

ביעף נוסד בשנת 1972.

מו"ל ועורך אחראי: יהודה בורוביק

עורכי משנה: מאיר פדר

ד"ר נעם הרטוך

דוא"ל: biaf@aerospace.org.il

מחיר המינורי: 117 ש"ח לשנה.

© כל הזכויות שמורות ל"ביעף".

מהדורה אלקטרונית זו מיועדת לשימוש
הבלעדי של המנוי אליו נשלח העיתון.
העברה, הפצה או העתקה של הקובץ
ותוכנו אסורים בהחלט.

BIAF – Israel Aerospace e-Magazine

Publisher & Editor: Yehuda Borovik

E-mail: biaf@aerospace.org.il

Copyright © 2020 BIAF.

All rights reserved.

This electronic version is
intended for the sole use of the
intended subscriber. Any pass-along
distribution, repurposing, or
duplication of this file is forbidden.



חיל האוויר יצטייד בשמונה מטוסי תדלוק מדגם בואינג KC-46A

כמות כוללת של דלק במשקל של 96.3 טון. בנוסף למשימתו העיקרית כמתדלק אווירי, הפגסוס יכול לשמש גם לתובלת נוסעים ומטענים. המטוס מורשה להטיס 58 נוסעים בתנאים רגילים (או עד 114 נוסעים במצב חירום), או 54 חולים ופצועים (כולל 24 על אלונקות). ביכולתו לשאת עד 18 משטחי מטען סטנדרטיים מסוג 463L במשקל כולל של עד 29.5 טון.

חיל האוויר האמריקני החל לקלוט מטוסי פגסוס סדרתיים בינואר 2019, אך המטוסים אינם מוגדרים עדיין כבעלי כושר מבצעי מלא בגלל מספר בעיות טכניות שטרם נפתרו. הבעיה העיקרית היא עם מערכת הראייה המרוחקת, כאשר המצלמות מסתנוורות בתנאי שמש מסוימים. **בואינג** וחיל האוויר מפתחים כיום מערכת ראייה משופרת, שצפויה להיכנס לשירות בשנת 2023.

ראה פרטים נוספים על ה-KC-46A ב"ביעף" e148 עמ' 17.

ה-KC-46A פגסוס מבוסס על ה**בואינג 767-2C**, המהווה שילוב של חלקים מתת-דגמים שונים של ה-767 – אל הגוף של ה-767-200ER הוצמדו הכנפיים המחוזקות של ה-767-300ER ומייצבי הגובה (זנב אופקי) של ה-767-400ER. בצד הגוף הותקנה דלת הטענה רחבה, רצפת תא הנוסעים חוזקה והותקנו אמצעים לעיגון המטענים. המכשור והתצוגות בתא הטייסים מתבססים על ה-787 **דרימליינר**.

מתחת לחלקו האחורי של המטוס הותקן מנור מעופף מתקדם לתדלוק מטוסי קרב ותובלה בעלי פתח נקבי. המנור הנהוג חשמלית (טוס-על-חוט) מופעל מעמדה הנמצאת מאחורי תא הטייסים בסיוע מערכת ראייה מרוחקת עם מצלמות ברזולוציה גבוהה. מנור זה מאפשר העברת דלק בקצב של 4,540 ליטר בדקה. מתחת לכנפיים ניתן להתקיין שני מארזי תדלוק בשיטת החדק והסל, עם קצב העברה של 1,510 ליטר בדקה. ה-KC-46A יכול לשאת

הסוכנות לשיתופי פעולה ביטחוניים במשרד ההגנה האמריקני הודיעה ב-3 במארס כי מחלקת המדינה בממשל ארה"ב החליטה לאשר את בקשת ישראל לרכוש שמונה מטוסי תדלוק אווירי מדגם KC-46A, בעסקה שעשויה להסתכם בכ-2.4 מיליארד דולר. לפי ההודעה, העסקה צפויה לכלול 17 מנועי טורבו-מניפה מדגם PW4062 (כולל מנוע אחד רזרבי), מערכות GPS, קשר וזע"ט, חלקי חילוף למטוסים, ציוד תמיכה, נתונים טכניים, הצעות לשינויים הנדסיים, ספרות טכנית, עלות העסקת נציגי שירות, סיוע בתחזוקה, אימון צוותים וציוד לאימון, ועוד.

מטוסי ה**בואינג KC-46A** החדשים מיועדים לשדרג את יכולות חיל האוויר לתדלק באוויר מטוסי קרב מדגמי F-15A/B/C/D/I **בז** ורעם, F-16C/D/I **ברק** ו**סופה**, F-35 **אדיר**, ומטוסי תובלה מדגמי C-130H/J **קרנף** ו**שמשון**. הם מיועדים להחליף את שמונת מטוסי הרעם מדגם **בואינג 707-320B/C**, שהוסבו בתע"א מאז ראשית שנות ה-80 על-ידי התקנת מנור מעופף לתדלוק באוויר, תחת הכינוי **סלט ירוק**. מטוס **סלט ירוק** החדש ביותר יוצר לפני 41 שנים, וגילם של האחרים מגיע עד 50 שנים. הצורך ברכישת מטוסי תדלוק חדישים הוא לפיכך דחוף ביותר.

משמאל: רעם מספר 140 מדגם תדלוק באוויר של F-15B במפגן חיל האוויר בחצרים ב-27 ביוני 2017 (צילום: מור צידון, חיל האוויר). **בואינג 707-329** זה, שיוצר בשנת 1960 ונכנס לשירות חיל האוויר ב-1978, הוא הראשון שהוסב בתע"א למטוס תדלוק בראשית שנות ה-80 (**סלט ירוק** 1). רעם 140 ביצע את טיסתו האחרונה ב-22 במארס 2019 וקורקע, אחרי שצבר כ-62,000 שעות טיסה, כ-20,000 גיחות לאוויר וכ-15,000 חיבורי תדלוק למטוסי קרב.



חמישה מסוקי CH-53D הובאו לישראל כמקור לחלקי חילוף ליסעורים



למעלה: חמשת מסוקי ה-CH-53D בבטן האונייה. למטה: מסוק מספר 157128 נפרק בנמל אשדוד.



חמישה מסוקי סיקורסקי CH-53D שהודממו אחרי שירות ארוך בחיל הנחתים של ארה"ב הובאו לישראל בדרך היס ונפרקו בנמל אשדוד ב-23 בדצמבר 2019.

המסוקים המתאימים, מסדרת ייצור דומה למסוקי ה-S-65C-3 יסעור שנרכשו על-ידי ישראל ב-1969, אותרו על-ידי משלחת הרכש של משרד הביטחון בארה"ב באתרי אחסון של כלי-טיס שהוצאו משירות חיל היס האמריקני. הם הובאו לארץ במבצע לוגיסטי שאורגן על-ידי יחידת הממונה על השינוע במינהל ההרכבה והייצור (מנה"ר), לאחר שהוטענו על אוניית משא בנמל יוסטון בטקסס.

בשירות חיל האוויר נותרו פחות מ-24 מסוקי יסעור 2025, שעברו תהליכי השבחה שמאפיינים את המשך הפעלתם עד לשנת 2025. מכיוון שאלו מסוקים ישנים מאוד שיוצרו לפני 50 שנים ויותר, קשה מאוד להשיג עבורם חלקי חילוף חיוניים. חמשת מסוקי ה-CH-53D שהובאו לאחרונה מארה"ב ישמשו כמקור לחלקי חילוף.

בחיל האוויר טרם החליטו אם לבחור בסיקורסקי CH-53K קינג סטאליון או בבואינג CH-47F שינוק כמחליף עתידי ליסעור (ראה תיאור המסוקים ב"ביעף" e143 עמ' 18-20). ההחלטה צפויה להתקבל בעתיד הקרוב, לאחר הקמתה של ממשלה חדשה בישראל ומינויו של בני גנץ לשר ביטחון קבוע.

חיל האוויר איבד מסוק תובלה נוסף ב-26 בנובמבר 2019, כאשר יסעור 2025 מספר 042 נשרף כליל. התאונה נגרמה בעקבות כשל טכני שגרם להתפרקות ממסר המנוע השמאלי, שהובילה להתלקחות המסוק. מייד כשנתגלתה התקלה בטיסה, הטייסים הספיקו לבצע נחיתת חירום סמוך לקיבוץ בית קמה בצפון הנגב, ובכך הצילו את 11 לוחמי שלדג ושלושת אנשי הצוות שהיו במסוק.



יסעור 2025 מספר 042 ביוני 2015. (צילום: הגר עמיבר, חיל האוויר)

התע"א הציגה דגם משופר של הכטב"ם הרון



הרון 1 בתצורת סיור ימי, עם מכ"ם חיפוש גדול בגחונו ומגוון מתע"דים לאיסוף מודיעין.

להחכרת מערכת הרון למשך שלוש שנים, עם אופציה לרכש המערכת בתום התקופה. מדובר בהרון 1 לסיור ימי, המצויד במטע"דים לפעילות ביום ובלילה, מכ"ם ימי ותקשורת לוויינית. הכטב"ם ישמש ביוון להגנת גבולות ימיים ויבשתיים, ניטר מעבר לא חוקי של סחר-

המערכת משדרת לאחור בתקשורת בקו ראייה ובתקשורת לוויינית, ומספקת תמונה מודיעינית מדויקת בזמן אמת.

בתחילת מאי השנה חתמו מנכ"ל משרד הביטחון היוצא, אלוף (מיל') אודי אדם, וראש מנהל הרכש במשרד ההגנה היווני על הסכם

התעשייה האווירית לישראל חשפה בפברואר בתערוכת התעופה הבינלאומית בסינגפור דגם משופר של הכטב"ם הרון לטווח ארוך ולשהייה ממושכת, המשלב את הטכנולוגיות המתקדמות ביותר.

ההרון 2 מציע ביצועים עדיפים לעומת ההרון 1 בזכות מנוע חדש ושיפורי מבנה. תודות לטכנולוגיות ייצור משופרות, להרון 2 גוף רחב וחזק יותר, ללא שינוי במשקלו העצמי של הכטב"ם. כלי-הטיס מצויד במנוע רוטקס 915iS בעל הספק של 135 כ"ס, שהותאם לפעולה ברום של עד 35,000 רגל (10.7 ק"מ) – לעומת מנוע רוטקס 914 בן 115 כ"ס בהרון 1. הכטב"ם המשופר יכול להגיע למהירות מרבית של 260 ק"מ/ש' ויכול לשהות באוויר עד 45 שעות ברציפות.

משקל ההמראה המרבי הוגדל ל-1,350 ק"ג, ב-100 ק"ג יותר מאשר בהרון 1. הכטב"ם יכול לשאת מטען תכליתי במשקל 470 ק"ג, שכולל מגוון מטע"דים דוגמת מערכת תצפית ארוכת-טווח, מכ"ם, חיישני מודיעין אלקטרוני ומודיעין תקשורת, ועוד. בכלי שולבה אוויוניקה משופרת ומותקנת מערכת תקשורת לוויינית אינטגרלית. מנהל חטיבת כלי-טיס צבאיים בתע"א, הסמנכ"ל משה לוי, ציין כי ההרון 2 מאפשר הרחבה משמעותית של המעטפת המבצעית בדגש על יכולת הביצוע של משימות מנגד – כלומר איסוף מודיעין ממרחק רב (עשרות קילומטרים) ללא צורך לחצות קו גבול.

התע"א החלה בפיתוח ההרון במחצית השנייה של שנות ה-90, והצליחה לשווק אותו ליותר מ-20 משתמשים מבצעיים ברחבי העולם. חיל האוויר הצרפתי הפעיל כטב"מים כאלה שכינו Harfang (אוח השלג) מ-2007 עד ראשית 2018, והשתמש בהם מבצעית באפגניסטן ובאפריקה. חיל האוויר הגרמני מפעיל כטב"מים מסוג הרון 1 בחכירה מהתע"א מאז 2010, ומשתמש בהם מבצעית באפגניסטן; לאחרונה הוארכה חכירת הכטב"מים האלה בגרמניה עד מאי 2021. גם חיל האוויר המלכותי האוסטרלי הפעיל את ההרון 1 באפגניסטן. לקוחות אחרים כללו את אזרבייג'ן, ברזיל, הודו, טורקיה, סינגפור ועוד. ב-2018 נבחר ההרון 1 על-ידי הסוכנות האירופית למשמר גבולות וחופים Frontex. ההרון 1 בתצורה ימית ביצע משימות פטרול ימי והגנת חופים באי כרתים, כשהוא טס במרחב האווירי האזרחי האירופאי, תחת אות קריאה אזרחי, ללא כל מעורבות ובקרה צבאית.



אב-טיפוס של ההרון 2 במפעל מלט בתע"א. למעלה: ההרון 2 שהוצג בתערוכת התעופה הבינלאומית בסינגפור בפברואר 2020 עם מגוון מטע"דים.



רות ואנשים, חיפוש והצלה וניהול אסונות טבע. ההרון 1 נמצא בשירות חיל האוויר הישראלי מאז 2007 כשהוא מכונה **שובל** (ראה "ביעף" e101 עמ' 3-4). **השובל** משמש גם לסיוורים

ימים, כתחליף מודרני למטוסי **השחף**, שיצאו משירות בסוף 2016. בנוסף להרון 1 הרגיל בתצורות שונות מציעה התע"א גם את **הסופר הרון** (e127 עמ' 3) ואת

הדגם הטקטי המוקטן הרון-T (e148 עמ' 4). הפיתוח הגדול ביותר במשפחת הכטב"מים של התע"א הוא ה**הרון TP** עם מנוע טורבו-מדחף (e112 עמ' 3-4 ו-e139 עמ' 7).

ההרמס 900 יטיל רפסודות מתנפחות לחילוץ ניצולים בים



הרמס 900 לסיור ימי, עם מכ"ם בגחוני, שהוחקר לסוכנות האירופית לבטיחות ימית EMSA.

אלביט מערכות מרחיבה את מגוון המשימות שיכול למלא הכטב"ם הגדול ביותר שלה הרמס 900, על-ידי הוספת יכולת לשאת ולהטיל רפסודות מתנפחות להצלת אנשים הזקוקים לעזרה בלב ים. **ההרמס 900** המותאם לסיור ימי הוכשר לנשיאת ארבע רפסודות מתנפחות מתחת לכנפיו. במשימות חיפוש והצלה יכול הכטב"ם לגלות ניצולים בים באמצעות המכ"ם הימי שהוא נושא בגחוני, ולהותיר אותם באמצעות מטע"ד התצפית האלקטרו-אופטי/תת-אדום. מערכות הכטב"ם מחשבות במהירות את נקודת ההטלה הדרושה, והרפסודה מוטלת מגובה של כ-180 מטרים. היא מתנפחת תוך כדי הנפילה, ובהגיעה למים יכולה להכיל שישה אנשים. **הרמס 900** בתצורה זו לסיור ימי עם יכולת חיפוש והצלה סופק לאחרונה למדינה בדרום-מזרח אסיה.

ההרמס 900 לסיור ימי יכול לפעול בתנאי מזג אוויר קשים ביום ובלילה, ולשהות באוויר ברציפות במשך יותר מ-24 שעות.

כטב"מים מסוג הרמס 900 מופעלים בחיל האוויר הישראלי מאז 2015 תחת הכינוי **כוכב** (e134 עמ' 8), ונמכרו גם לאזרביג'ן, ברזיל, בריטניה, מקסיקו, צ'ילה, שוויצריה ועוד.

ב-14 בדצמבר 2018 נחנך בהידראבאד בהודו מפעל לייצור כטב"מים מדגמי הרמס 900 והרמס 450, בשיתוף פעולה בין **אלביט מערכות** לחברה ההודית **אדאני הגנה ותעופה**. המפעל יספק את הכטב"מים המתקדמים של **אלביט מערכות** במסגרת התוכנית האסטרטגית של ממשלת הודו, כדי לענות על דרישה של שלוש הזרועות הצבאיות בהודו.

האיחוד האירופי מפעיל בחכירה הרמס 900 לסיור ימי, במסגרת חוזה שנחתם בנובמבר 2018 עם הסוכנות האירופית לבטיחות ימית (EMSA) ובשיתוף עם החברה הפורטוגזית CEiiA – זאת לאחר שהכטב"ם אושר לטיסה בטוחה במרחב אווירי אזרחי מבוקר לצד

להדגים בבריטניה את הרמס 900 לסיור ימי ולהציג את יתרונותיו במשימות חיפוש והצלה רצופות בקרבת החופים.

מטוסים מאוישים. פעילות זו החלה ביוני 2019 באיסלנד. בפברואר השנה נבחרה **אלביט מערכות**



הרמס 900 נושא ארבע רפסודות מתנפחות במתלים מתחת לכנפיו. למעלה: ניסוי שחרור של רפסודה מתחת לכנפי הכטב"ם.



אלביט מערכות תספק אלף רחפני תור לצבא זר

אנכית עם ארבעה רוטורים המונעים חשמלית. הוא נושא מטע"ד תצפית אלקטרו-אופטי ותת-אדום במשקל של עד 3 ק"ג, עם ערוץ העברת נתונים בזמן אמת. ביכולתו לפעול ברדיוס של 10 ק"מ, ברום תפעולי שבין 3 מטרים ל-600 מטרים, ולשהות באוויר עד 75 דקות. התור המפורק ארוז בתוך תיק גב, וניתן להרכיבו בקלות ולהכינו לפעולה תוך זמן קצר. גם את עמדת הבקרה הקרקעית ניתן לשאת בתיק גב.



אלביט מערכות זכתה באוקטובר 2019 בחוזה בסך 153 מיליון דולר לאספקת מערך מקיף של כטב"מים לצבא בדרום-מזרח אסיה (המדינה שבה מדובר לא נחשפה). ההזמנה כוללת מגוון כטב"מים בגדלים שונים, מהדגמים **תור**, **סקיילארק 1 LEX**, **סקיילארק 3 והרמס 450**. **אלביט** תספק לאותה מדינה יותר מאלף רחפני **תור**. זהו כטב"ם זעיר הממריא ונוחת

רפאל הציגה את מטע"ד התצפית הקל MicroLite



רפאל מערכות לחימה מתקדמות חשפה בפברואר בתערוכת התעופה הבינלאומית בסינגפור מטע"ד תצפית חדש המיועד לכטב"מים קטנים. ה-**MicroLite** הוא מטע"ד קומפקטי וקל המאפשר לבצע משימות תצפית מתמידות ביום ובלילה על שטח נרחב באמצעות מצלמה אלקטרו-אופטית ברזולוציה גבוהה וחיישן תת-אדום. המטע"ד בעל יכולת תצפית מאופק לאופק מאפשר עקיבה אחרי מטרות רבות, כולל מטרות קטנות. המערכת כוללת מעבד תמונות ויחידת אחסון, ומשדרת את תוצריה בזמן אמת ליחידות בקרה קרקעיות. ה-**MicroLite** שולב בכטב"ם **אורביטר 4** של החברה-הבת **איירונאוטיקס** והשלים סדרת ניסויי טיסה מוצלחת. בעקבות רכישת **איירונאוטיקס** על-ידי **רפאל** (ראה "ביעף" e149 עמ' 6), התפטר עמוס מתן מתפקידו כמנכ"ל **איירונאוטיקס**, לאחר כהונה של כשבע שנים. במקומו מונה בינואר השנה אל"ם (מיל') משה אלעזר, שכיהן כסמנכ"ל בכיר ב**רפאל** וראש חטיבת יבשה וים.

צה"ל יצטייד בחימושים המשוטטים מעוז מתוצרת רפאל

יבשה וים ב**רפאל** במקומו של משה אלעזר, הביע את אמונו שרכש **המעוז** על-ידי צה"ל ישנה באופן דרמטי את דוקטרינות הלחימה מקרוב של חיילי הרגלים באזורים בנויים, בכך שהדרג הטקטי הנמוך יוכל להשיג פגיעה מדויקת במטרות מעבר לקו הראייה. "זה ייתן לחיילי צה"ל יתרון טקטי בלחימה קרובה", אמר גוזלי.

הטאבלט שמפעיל חייל להנחיית **המעוז** למטרה.



משרד הביטחון הזמין מ**רפאל מערכות לחימה מתקדמות** בתחילת חודש מאי כמות ראשונית של חימושים משוטטים זעירים, מדגם שהיצרן קורא לו **SPIKE FireFly** וצבה"ל מכונה **מעוז**.

המעוז, ששוקל 3 ק"ג, פותח על-ידי **רפאל** לפי דרישה של משרד הביטחון, ומיועד להעניק לחייל רגלי יכולת לבצע תקיפה מדויקת של מטרות נייחות וניידות בסביבה עירונית, כשהוא מוגן מאחורי מחסה. הפעלתו של **המעוז** אינטואיטיבית באמצעות יחידת בקרה דמוית מחשב לוח (טאבלט) המוחזקת ביד, ללא צורך בכישורים מיוחדים של המפעיל. ניתן להשתמש ב**מעוז** ביום ובלילה, עם חתימה חזותית ואקוסטית נמוכה, ולהחזירו למפעיל במקרה שדרוש לבטל את התקיפה.

למעוז יש חיישן חיפוש כפול, עוקב מטרה, אלגוריתמים להתבניות על המטרה, ראייה ממוחשבת, ומנגנונים להטסה בטוחה ולהפעלת המרעום לפני התקיפה.

ד"ר רן גוזלי, שמונה בינואר לראש חטיבת

התע"א מסבה מטוסי בואינג 737-800 מנוסעים למטען



חטיבת תעופה של התע"א קיבלה ב-2 באפריל רישוי מטעם רשות התעופה הפדרלית בארה"ב (FAA) ורשות התעופה האזרחית הישראלית (רת"א) להסבת מטוסי נוסעים מדגם 737-800 למטוסי מטען. שני המטוסים הראשונים שהוסבו נמסרו לאחרונה לחברת התעופה האמריקנית iAero Airways, שמפ-עילה אותם להטסת מטענים עבור DHL. המטוס המוסב, שסומן 737-800BDSF, מאפשר הטסת מטענים במשקל של עד 24 טון, בנפח של 141 מ"ק בסיפון הראשי ו-44 מ"ק בתאים התחתונים. ההסבה כוללת התקנת דלת הטענה רחבה בצד הקדמי של הגוף, הנפתחת הידראולית; חיזוק רצפת התא והמבנה התומך; התקנת מערכת להטענת מטענים, התקנת מחסום קשיח שעומד בעומסים של 9g; שינויים במערכות האוויוניקה והחשמל; התקנת מערכת לגילוי עשן וכיבוי אש; שינויים במערכת מיזוג האוויר ועוד.

בעולם שמתייחסת למטוסי 737-800. חברת בואינג מציעה מטוסי 737-800BCF חדשים, וזכתה עד כה ב-130 הזמנות והתחייבויות, כאשר המטוס הראשון סופק באפריל 2018. חברת Aeronautical Engineers ממיאמי בארה"ב קיבלה בתחילת 2019 רישוי להסבת מטוסים כאלה תחת הסימון 737-800SF.

ובהן אמזון ו-DHL. "לאור הביקוש ההולך וגובר בשנים האחרונות למטוסי מטען, האפשרות להסב דגם נוסף של מטוסים תסייע לנו לענות על הביקוש בתחום", אמר יוסי מלמד, סמנכ"ל התע"א ומנהל חטיבת תעופה. תוכנית הסבות זו של התע"א היא השלישית

חטיבת התעופה (שכוללת את מפעל בדק מטוסים) מתמחה זה שנים רבות בהסבה של מטוסי נוסעים למטען, מסוגים שונים של רחבי-גוף וצרי-גוף, וסיפקה כבר יותר מ-250 מטוסים מוסבים. בין לקוחות הקצה של החטיבה נמנות חברות השילוח הגדולות בעולם,

בואינג 737-800 ראשון שהוסב בתע"א למטוס מטען המסומן 737-800BDSF. למעלה: המטוס בשלבי הסבה בתע"א להתקנת דלת מטען רחבה בצד הגוף.



737-800BCF חדש שהוסב למטוס מטען עבור חברת התעופה פריים אייר של אמזון הוצג על-ידי בואינג בסלון האווירי בפאריס ביוני 2019.



התעשיות הביטחוניות הגדולות דיווחו על תוצאות טובות לשנת 2019

לצבא ארה"ב; אספקה במועד של מערכות מעיל רוח ראשונות לצבא ארה"ב, להגנה אקטיבית של טנקי אברמס; קבלת הזמנה דחופה מהודו לטילי ספייק והזמנה נוספת מגרמניה, תוך הרחבת בסיס המשתמשים ל-34 מדינות.

רפאל ממשיכה להגדיל את מספר המשתמשים בעולם בפרד Litening לרכישת מטורות ולהנחיית חימוש אוויר-רקרקע, ולאחרונה קיבלה הזמנה לשילוב הפוד מהדור החמישי במטוס התקיפה הקל M-346FA מתוצרת לאונארדו. הלייטינג 5 נמצא בשימוש 27 חילות אוויר ומשולב ביותר מ-25 סוגי מטוסים ברחבי העולם.

אלביט מערכות

אלביט מערכות דיווחה ב-25 במארס על גידול ניכר בהיקף מכירותיה בשנת 2019 – 4,508 מיליון דולר, ב-22% יותר מאשר בשנת 2018. הרווח הנקי הסתכם ב-228 מיליון דולר (כ-5% ממחזור המכירות), גידול של כ-10% לעומת השנה הקודמת.

צבר ההזמנות בסוף 2019 הגיע ל-10.03 מיליארד דולר, לעומת 9.4 מיליארד דולר בסוף 2018. כ-61% מצבר ההזמנות מיועד לייצוא. כ-65% מצבר ההזמנות מתוכנן לביצוע בשנים 2020 ו-2021.

נשיא ומנכ"ל **אלביט מערכות**, בצלאל (בוצי) מכליס, ציין כי החברה לא נפגעה מהותית ממשבר הקורונה.

בספטמבר 2019 השלימה **אלביט מערכות** את רכישת עסקי ראיית הלילה של חברת L3Harris Technologies במחיר של 350 מיליון דולר. המפעל האמריקני, שממוקם ברואנוק במדינת וירג'יניה, נקרא מעתה **אלביט ראיית לילה**.

הגידול הניכר במכירות בשנה החולפת הושג בעיקרו בתחומי המערכות המוטסות ומערכות היבשה. הגדלת המכירות בתחום האווירי נזקפת לזכות החברה-הבת האמריקנית Universal Avionics, שנרכשה באפריל 2018. בתחום היבשתי, גדלו המכירות של מערכות לוחמה אלקטרונית ומערכות לרכב משוריין באירופה. גם הפעילות בתעש **מערכות תרמה** להגדלת המכירות בארץ ובחו"ל.

מטוס F-16 עם טילי אוויר-אוויר וחימושי אוויר-רקרקע מונחים מתוצרת **רפאל**.



החברה פועלת אל מול כלל לקוחותיה בארץ ובעולם על מנת להמשיך לתת מענה מיטבי לכלל הפרויקטים, תערכת לתרחישים השונים ובמקביל פועלת על מנת להיות ערוכה לחזרה לשגרה בהקדם האפשרי.

בהתאם להנחיות משרדי הממשלה לציבור בהתמודדות עם מגפת הקורונה, נאלצה התע"א לצמצם את פעילותה החל מה-18 במארס השנה. החברה התאימה את היקף ההעסקה להנחיות הממשלה, תוך התמקדות בפרויקטים בעלי חשיבות גבוהה ומאפיינים של דחיפות. במקביל פעלה החברה לצמצום הוצאותיה, במטרה להתאים את היקף השינויים שעלולים להיות בהיקפי פעילותה. הנהלת החברה התריעה, כי המשך קיומן של המגבלות בארץ ובחו"ל עלול להביא לפגיעה בביצוע התקשרויות ובעמידתה ביעדי ההתקשרויות לשנה הקרובה. לאור אי-הוודאות השוררת ביחס להתמשכות והתפשטות המגיפה וההשלכות הנובעות מכך, אין החברה יכולה להעריך באופן ודאי את ההשפעה שלה על עסקיה, תזרימי המזומנים שלה ותוצאותיה הכספיות, בטווח הבינוני והארוך.

רפאל מערכות לחימה מתקדמות

חברת **רפאל** דיווחה ב-26 במארס על מכירות בהיקף של 9,707 מיליון ש"ח (2,723 מיליון דולר) בשנת 2019, כ-4% יותר מאשר בשנה הקודמת. הרווח הנקי הסתכם ב-397 מיליון ש"ח (כ-4% ממחזור המכירות), ב-82 מיליון ש"ח פחות מאשר ב-2018.

החברה העבירה לממשלה דיבידנד של 500 מיליון ש"ח מתוך רווחיה בשנים האחרונות. **רפאל** השיגה בשנה החולפת הזמנות חדשות בהיקף של 10,064 מיליון ש"ח (2,823 מיליון דולר), ב-6% יותר מאשר ב-2018. צבר ההזמנות בסוף 2019 עומד על כ-24.8 מיליארד ש"ח (7,173 מיליון דולר), שווה ערך לפעילות במשך כשנתיים וחצי.

החברה המשיכה להשקיע במשאב האנושי שלה וגייסה ב-2019 יותר מ-800 עובדים חדשים, בעיקר בתחומי הטכנולוגיה. **רפאל** משקיעה 9% ממכירותיה במחקר ופיתוח, ומקיימת שיתופי פעולה נרחבים עם גופים אקדמיים.

בין הישגי השיווק של **רפאל** בשנה החולפת ניתן לציין: מכירת שתי סוללות **כיפת ברזל**

שלוש התעשיות הביטחוניות הגדולות בארץ – **התעשייה האווירית לישראל (תע"א)**, **רפאל מערכות לחימה מתקדמות (רפאל)** ו**אלביט מערכות** הצליחו להגדיל את היקף מכירותיהן בשנת 2019 והציגו רווחים נאים. להלן הנתונים של כל אחת מהן.

התעשייה האווירית לישראל

התע"א דיווחה ב-26 במארס כי בשנת 2019 גדלו הכנסותיה ב-426 מיליון דולר לעומת השנה הקודמת והסתכמו ב-4,108 מיליון דולר, כאשר הצמיחה התבטאה לרוב כל חטיבות החברה. הרווח הנקי הסתכם בכ-90 מיליון דולר (2.2% מהמכירות), לעומת הפסד של 44 מיליון דולר בשנת 2018.

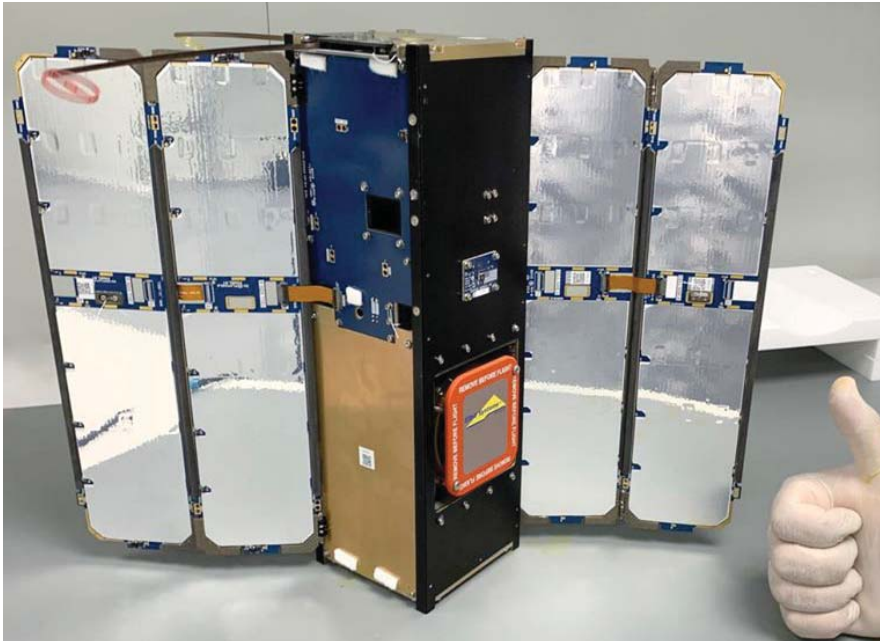
צבר ההזמנות של החברה עומד על כ-13.4 מיליארד דולר, בהשוואה לכ-13.5 מיליארד דולר בסוף 2018. 79% מהצבר מיועד למכירה ללקוחות בחו"ל בפיזור גיאוגרפי רחב. הצבר מורכב ממגוון רחב של פרויקטים ומבטיח 3.35 שנות פעילות בהיקף המכירות הנוכחי. נתח המכירות לייצוא עמד על 74%, בדומה לשנה הקודמת. נתח המכירות לשוק הצבאי היה כ-73%, ומבטא גידול של 359 מיליון דולר. פעילות המחקר והפיתוח (עצמי ומוזמן) בשנת 2019 הסתכמה בכ-909 מיליון דולר, לעומת כ-813 מיליון דולר בשנה הקודמת.

"המהפך העסקי שעוברת החברה בשנים האחרונות נותן את פירותיו בתוך תקופה קצרה, כפי שניכר בתוצאות הכספיות של שנת 2019", אמר יו"ר הדירקטוריון, הראל לוקר. "היכולות הטכנולוגיות פורצות הדרך והייחודיות של **התעשייה האווירית**, המימוש הקפדני והמדויק של האסטרטגיה החדשה בידי הנהלה, השינויים הארגוניים הנרחבים שבוצעו בחברה, ההתייעלות והמיקוד העסקי, ומעל לכל התייחסות ההון האנושי האיכותי והמסור של החברה לטובת השינוי, הובילו להישגים של שנת 2019 ולממנה העסקי של החברה. מצבה הפיננסי האיתן, צבר ההזמנות הגבוה במיוחד, והגיוון הטכנולוגי והעסקי הרחב של החברה, מצביעים אותנו בעמדת התמודדות מצוינת עם האתגרים והשינויים המצפים לנו בתקופה הקרובה. האירועים בעולם אף מצביעים בפנינו הזדמנויות עסקיות לצמיחה במגזר הביטחוני-טכנולוגי."

המנכ"ל נמרוד שפר הדגיש כי "2019 הייתה שנת מבחן ראשונה למימוש האסטרטגיה העסקית החדשה של החברה, והתוצאות הטובות משקפות עבודה מאומצת של כלל עובדי **התעשייה האווירית** ומנהליה. השיא בהכנסות אליו הגיעה החברה, הרווח הנקי הגדול מאז שנת 2010, יחד עם הגידול ביתר הפרמטרים, משקפים מיקוד עסקי והתייעלות תפעולית רחבת."

בהתייחסו למשבר הקורונה, אמר שפר: "האתגרים העומדים בפני המשק הישראלי והעולמי בתקופה זו הינם מורכבים, ולא ניתן עדיין להעריך את היקפם באופן ודאי. **התעשייה האווירית** נערכת ופועלת בנחישות, בראש ובראשונה לשמור על בריאות עובדיה לצד שמירת החוסן וההמשכיות העסקית.

אלביט מערכות שיגרה לראשונה ננולוויין לחלל



הננו-לוויין NANOVA מתוצרת אלביט מערכות שוגר לחלל ב-11 בדצמבר 2019 מאמצעות משגר הודי.

תקשורת כאלה נדרשים כיום עבור שורה של יישומים מסחריים, בהם חיפוש והצלה, תקשורת חירום באזורים נידחים, ניהול ומעקב לוגיסטי של ציים, וכן יכולות מכונה-למכונה לניטור וחישה לצרכים שונים.

לצד ממשק משתמש מתקדם וכלי ניתוח מתוחכמים, מאפשרים לננו-לוויין NANOVA לספק פתרון אמין ואטרקטיבי מבחינה כלכלית של שירותי תקשורת באזורים בעלי כיסוי לווייני מוגבל או ללא כיסוי לווייני. שירותי

הננו-לוויין NANOVA מתוצרת אלביט מערכות שוגר בהצלחה לחלל ב-11 בדצמבר 2019 באמצעות משגר PSLV-C48 ממרכז החלל Satish Dhawan בדרום הודו, ונכנס למסלול בגובה 580 ק"מ מעל פני כדור-הארץ. NANOVA פותח בשותפות עם חברה אמריקנית כחלק מיוזמה של קרן בירד. זהו לוויין זעיר בגודל שלוש קוביות סטנדרטיות של 10x10 ס"מ, השוקל 5 ק"ג, שנושא מטע"ד תקשורת בתדרים אולטרה-גבוהים (UHF) לצורכי ממסר תקשורת נתונים, קול והודעות טקסט. הוא מתוכנן להיות חלק מקונסטלציה של ננו-לוויינים למטרות מסחריות. בהודעת החברה נאמר: "ניסיונה רב השנים של אלביט מערכות בתיכון, ייצור ופריסה של מצלמות חלל, חלקי מבנה לחלל ומערכות תקשורת לוויינית, לצד המובילות העולמית שלה בתחומי האוויוניקה, המערכות האוטו-נומיות והבינה המלאכותית, מהווים תשתית טכנולוגית ייחודית המאפשרת לחברה לספק פתרונות קונסטלציית ננו-לוויינים מקצה לקצה".

יורם שמואלי, מנכ"ל חטיבת כלי-טיס באלביט מערכות, אמר: "אנו גאים להתחיל פעילות בתחום של קונסטלציות ננו-לוויינים. בכונתנו להמשיך ולהשקיע בתחום המתפתח הזה, ולהרחיב את יכולות החישה ואת היישומים הפוטנציאליים".

עוד נאמר בהודעה: "שילוב של טכנולוגיות ויכולות בשלות מבית אלביט מערכות, ביחד עם רכיבי מדף שהוקשחו לצורך פעילות בחלל,

דגל ישראל בתחנת החלל הבינלאומית על אפוד של סטמראד

על ידי האסטרונאוטיות הנמצאות שם. שלב זה מהווה עוד צעד במסע להפיכתה למוצר חיוני במסעות המאוישים לחלל. אין סמלי מכך שהאירוע התרחש בשבוע החלל הישראלי, אשר נערך לזכרו של אילן רמון, האסטרונאוט הישראלי הראשון.

הישראלית במשרד המדע והטכנולוגיה, אמר: "היום הוצאה חליפת החלל הישראלית מארזתה על-ידי האסטרונאוטית ג'סיקה מאייר. החליפה, אשר פותחה בעזרת סוכנות החלל הישראלית במשרד המדע, נשלחה לתחנת החלל לצורך ביצוע ניסויים ארגונומיים

האסטרונאוטית ממוצא יהודי, ג'סיקה מאייר, חשפה ב-30 בינואר בתחנת החלל הבינלאומית את אפוד המגן מקרינה קוסמית שפיתחה החברה הישראלית StemRad, ובפעם הראשונה דגל ישראל התנוסס על חליפה בתחנה. בהמשך ייערכו סדרות ניסויים בחלל עם האפוד המיוחד, והוא יהווה תרומה ייחודית של ישראל להגנה על אסטרונאוטים בחלל.

האפוד, שפותח על-ידי סטמראד במימון סוכנות החלל הישראלית במשרד המדע והטכנולוגיה, שוגר בנובמבר 2019 לתחנת החלל הבינלאומית. החברה פיתחה אפוד מגן שמתאים לאסטרונאוטיות, וזאת כי נשים פגיעות יותר לקרינה מסכנת חיים בחלל. במסגרת הניסויים בתחנת החלל הבינלאומית, שלוש אסטרונאוטיות אמריקניות ילבשו את האפוד בתנאי הכבידה של תחנת החלל למשך פרקי זמן משתנים ובמהלך פעילויות שגרתיות, ויבדקו את יעילותו. בהמשך, ישוגר האפוד בחללית אוריון של נאס"א, שם יתקבלו נתוני אמת על יכולתו להגן מקרינה. (ראה "ביעף" e139 עמ' 11).

"אנחנו כל כך גאים להציג בפני העולם תרומה ייחודית של מדינת ישראל להגנה על בריאותם של אסטרונאוטים", אמר ד"ר אורן מילשטיין, מנכ"ל ומייסד סטמראד.

אבי בלסברגר, מנהל סוכנות החלל



חברות התעופה הישראליות הפסיקו את טיסות הנוסעים הסדירות והתרכזו בהטסת מטענים

ספרות מגואה ובנגקוק, ובסוף אותו חודש השביתה כליל את טיסותיה. החברה ניסתה להשתמש באחד ממטוסי האייירבאס A321neo שלה (4X-AGN) להטסת מטענים, אך נסוגה מכוונתה זו אחרי טיסה בודדת לסיציליה ב-18 באפריל.

מנכ"ל ארקיע ניר דגן עזב את תפקידו בסוף מאי, וכניסתו של המנכ"ל המיועד אמיר ארז בוטלה. את החברה ינהל בינתיים יו"ר הדירקטוריון אבי חורמרו, שמנהל את העסקים של האחים נקש בישראל. חורמרו הביע ספקות לגבי סיכויי הישרדותה של ארקיע בפעילות עצמאית, ודגל במיזוג בין שלוש חברות התעופה הישראליות, או לפחות מיזוג עם ישראיר.

ישראיר מטיסה מטענים

מצבה של ישראיר טוב יותר מזה של ארקיע, לאחר שהשיגה רווח של כ-4 מיליון דולר בשנת 2019.

מתחילת התפרצות מגפת הקורונה ביצעה ישראיר עשרות טיסות חילוץ, במסגרתן החזירה קרוב ל-7,000 ישראלים ממדינות שונות באירופה. לאורך כל התקופה החברה שימרה את הנתבי האווירי לאילת (הן מנתב"ג והן מחיפה) במטוסי ATR-72, ואף הקימה מיום משותף לחיטוי מטוסים יחד עם חברת אלקטרה.

ב-9 באפריל החלה ישראיר לבצע טיסות מטען משנאי ושנן בסין באמצעות מטוסי האייירבאס A320 שלה, עם עצירת ביניים באלמטי שבקזחסטן. בהמשך בוצעו טיסות מטען גם מצ'נגזו ובייג'ין בסין. ישראיר ביצעה גם טיסות מטען מאירופה במטוסי ה-A320, ואף הסבה את אחד ממטוסי ה-ATR-72 להטסת מטענים מיעדים קרובים באירופה.

באמצע מאי קיבלה ישראיר אישורים משני בנקים לקבלת הלוואה בסכום של כ-100 מיליון ש"ח, עם ערבות מדינה בגובה 75% מסכום הלוואה, ובנוסף הגדלת מסגרת האשראי לסך של 25 מיליון ש"ח.

צוות ממוגן של ישראיר בטיסת חילוץ לאיטליה.



במארס את הטיסה לסן חוזה דרך יוסטון בארה"ב, וטיסה חזרה ישירה לנתב"ג, למרחק של 12,058 ק"מ, בזמן של 13 שעות ו-24 דקות. מתחילת אפריל מפעילה אל-על את מטוסי ה-787 דרימליינר וחלק ממטוסי ה-777 להטסת מטענים, כפי שאנו מתארים בכתבה "שבעים שנות הטסת מטענים באל-על" בגיליון זה (עמ' 16). ב-25 במאי החלה אל-על להטיס מטענים גם מאיסטנבול בטורקיה.

הפסקת טיסות הנוסעים במשך חודשים ארוכים הכניסה את אל-על למצב כלכלי קשה ביותר, ורוב עובדי החברה הוצאו לחופשה ללא תשלום (חל"ת). באגרת לעובדים שהפיץ מנכ"ל אל-על, גונן אוסישקין, ב-7 במאי הוא הדגיש כי החזרה מחל"ת תהיה מדורגת ובהתאם לקצב הגידול בפעילות המסחרית של החברה – אך זה יקרה רק בתנאי שהחברה תצליח לקבל הלוואה גדולה מהבנקים בערבות המדינה. התנאי הראשון שהציבו המדינה והבנקים לקבלת הלוואה הוא חתימה על הסכם עבודה שעיקרו יישום מלא של תוכנית ההתייעלות שגובשה, אשר דורשת פיטורי עובדים רבים וצמצום צי המטוסים. עד פרסום גיליון זה של "ביעף" בסוף מאי, לא בשלו התנאים למתן הלוואה.

מצבה של אל-על היה גרוע עוד לפני משבר הקורונה. לפי הדו"ח השנתי לשנת 2019 (שפורסם רק ב-14 במאי השנה), החברה הפסידה כ-60 מיליון דולר בשנה החולפת, אחרי הפסד של 52 מיליון דולר בשנת 2018. לחברה חוב של כ-1.3 מיליארד דולר בגין ההצטיידות במטוסי הדרימליינר ושדרוג פנים המטוסים, שהיא לא תוכל להחזיר לפי לוח הזמנים שנקבע אם לא תקבל את הלוואה בערבות המדינה.

ארקיע הפסיקה לחלוטין לטוס

חברת התעופה ארקיע נמצאה אף היא במצב קשה עוד לפני משבר הקורונה, והחלה כבר בסוף 2019 בתהליך התייעלות שכלל פיטורי עובדים וסגירת קווים שגרמו להפסדים. ארקיע ביצעה בחודש מארס טיסות חילוץ

התפשטות מגפת הקורונה בעולם ובישראל החל מחודש פברואר הביאה לצמצום הדרגתי של טיסות הנוסעים, עד לעצירתן הכמעט מוחלטת.

טיסות חילוץ מיעדים רחוקים

אל-על החלה בהשהיית הטיסות לבייג'ין, הונג קונג ובנגקוק במזרח הרחוק ב-11 בפברואר, ומתחילת מארס צמצמה גם את הטיסות לאירופה. מה-15 במארס השהתה החברה את הטיסות למרבית היעדים, אם כי המשיכה זמנית לשמר קשר אווירי לארה"ב, קנדה, בריטניה, צרפת ודרום-אפריקה. טיסות הנוסעים נפסקו כמעט כליל ב-27 במארס, ובינתיים נמשכת ההקפאה עד ל-20 ביוני.

יחד עם זאת, אל-על המשיכה להפעיל טיסות חילוץ של ישראלים מיעדים שונים ברחבי העולם, על פי דרישת הממשלה – ביניהם יעדים מרוחקים מאוד שהחברה לא טסה אליהם קודם לכן.

ארבעה מטוסי דרימליינר (4X-EDI/J/K/L) יצאו ב-19 במארס לחילוץ מטיילים ישראלים מלימה בפרו, שבדרום אמריקה. הטיסה הישירה למרחק של 12,782 ק"מ נמשכה כ-15 שעות ו-40 דקות אל לימה וכ-14 שעות ורבע בדרך חזרה לנתב"ג.

ב-23 במארס ביצע מטוס הדרימליינר 4X-EDI טיסה ישירה מנתב"ג לפרת' באוסטרליה, כשהוא עובר את המרחק של 11,077 ק"מ ב-13 שעות ו-43 דקות. הטיסה חזרה נמשכה 14 שעות ו-12 דקות. נתיב הטיסה עבר מעל ים סוף לעבר האוקיינוס ההודי.

טיסה למבורן באוסטרליה וחזרה בוצעה ב-2 באפריל בדרימליינר 4X-EDK. זו הייתה הטיסה הארוכה ביותר בתולדות אל-על, למרחק של 13,736 ק"מ, שנמשכה 16 שעות ו-6 דקות אל אוסטרליה ו-17 שעות ו-20 דקות בדרך חזרה.

אל-על ביצעה בסוף מארס טיסות חילוץ נוספות לסן חוזה בקוסטה ריקה ולמומביי ודלהי בהודו. דרימליינר 4X-EDM ביצעה ב-26

דרימליינר 4X-EDK של אל-על בנמל התעופה של מלבורן באוסטרליה ב-2 באפריל.





הטענת ציוד הומניטארי על דרימליינר של אל-על באיסטנבול ב-24 במאי.

מטוס של איתחאד איירווייז מאבו דאבי נחת לראשונה בישראל



למעלה: ה-A330 של איתחאד בנתב"ג (צילום: TLV Spotters). למטה: פריקת המטען המיועד לפלסטינים.



מטוס איירבאס A330-243 של חברת התעופה איתחאד איירווייז מהאמירויות הערביות המאוחדות (UAE) נחת לראשונה בנתב"ג ב-19 במאי בערב. המטוס הצבוע כולו בלבן, ללא סמלים וסימני זיהוי כלשהם פרט לרישום A6-EYP, הגיע בטיסה ישירה מאבו דאבי (EY9607), בנתיב שעבר מעל עיראק וסוריה עד לקפריסין ומשם פנה לעבר נתב"ג. המטוס הביא מטען סיוע הומניטארי להתמודדות עם מגפת הקורונה עבור הפלסטינים ביהודה ושומרון וברצועת עזה, שנתרם על-ידי ממשלת האמירויות באמצעות ארגון תוכנית המזון העולמית של האו"ם (WFP), ובתיאום עם משרד החוץ בישראל. הרשות הפלסטינית סירבה לקבל את המשלוח, בתירוץ כי "באיחוד האמירויות לא תיאמו את הגעת המשלוח עם הפלסטינים, ושהמשלה הפלסטינית לא רוצה שהסיוע יהיה גשר לנורמליזציה בין ישראל והאמירויות. כל סיוע שניתן בשם העם הפלסטיני חייב להיות בתיאום עם הרשות ולא עם ישראל". לישראל אין יחסים דיפלומטיים רשמיים עם האמירויות הערביות המאוחדות, אבל ישנם קשרים חשאיים ובלתי רשמיים. במשרד החוץ כתבו בטוויטר בשפה הערבית: "אנחנו מקווים שהטיסה הזו תהיה הטיסה הראשונה, שאחריה יגיעו מטוסים נוספים שיביאו עמם תיירים לישראל".

מטוס הנוסעים A6-EYP שהגיע לישראל אינו מופעל כיום באופן סדיר בחברת איתחאד. המטוס הוחזר לחברת תעופה סעודית מאוגוסט עד דצמבר 2019, ולאחר שהוחזר נותר מקורקע עד סוף אפריל השנה. החזרתו לפעילות עכשיו נעשית לטיסות מטען בלבד, כשהוא אינו נושא את סמלי חברת התעופה.

שבעים שנות הטסת מטענים באל-על: 1950-2020

עם טייסייהם הזרים (חכירה רטובה), בנוסף להטסת מטענים סדירה בסיפון התחתון של מטוסי הנוסעים. **ד"ר נעם הרטוך** סוקר את ההיסטוריה של מטוסי המטען באל-על, מאז פתיחתה של מחלקת המטענים בחברה בשנת 1950. לסיום אנו מתארים את מציאות החירום של הטסת המטענים הנוכחית בתקופת מגפת הקורונה, כאשר מטוסי נוסעים הוסבו לשמש כמטוסי מטען.

חברת התעופה הלאומית אל-על עסקה בהטסת מטענים מאז ראשית ימיה – הן במטוסי הנוסעים והן במטוסי מטען ייעודיים. התובלה העצמית של החברה במטוסי כלל-מטען החלה בשנת 1951 באמצעות מטוסי C-46 קומנדו, ונסתיימה ביוני 2019 עם הוצאתו משירות של ה-747-400 האחרון. אל-על החליטה בשנה שעברה, כי כדאי לה יותר להטיס מטענים במטוסים הנחכרים בהתאם לצורך

שביצע טיסה שבועית ללונדון דרך דיסלדורף. המטוס, בעל דלת מטען צידית, יכול היה לשאת 3.5 טון מטען. ב-3 בספטמבר 1958, בעת שהיה בטיסה מלונדון ללוד דרך ניצה בשירות אל-על, התרסק המטוס לתוך שכונת מגורים בסאותהיל כתוצאה מתקלה במנועיו. שלושת אנשי הצוות ולפחות ארבעה דיירים נספו. באותה שנה נחכר גם מטוס בריסטול 170 פרייטר מחברת דאן-אייר הבריטית. ב-17 באוגוסט 1957 הוא הביא בבטנו מנוע חלופי לבריסטול בריטניה, ומספר שנים לאחר מכן את המחשב האלקטרוני הראשון של אל-על בשלמותו, ללא צורך לפרקו. המטוס היה בעל דלתות נפתחות בחרטום ושימש במקור להטסת כלי-רכב בין בריטניה לצרפת. הכנסתם לשירות של מטוסי הבריסטול

יותר מזו שהקומנדו יכול היה לשאת, השתמשה אל-על גם בסקיימאסטר להטסת מטענים, על-ידי הסרת המושבים – דבר שאפשר הטסה של כ-14.5 טון מטען, קצת יותר מפי שתיים מהקומנדו. באחת הטיסות האלה התרסק סקיימאסטר 4X-ADB בגישה לנחיתה בציריך, בדרכו מלוד לאמסטרדם ופאריס בנובמבר 1951 – פחות מחצי שנה לפני הוצאת המטוסים האלה משירות באל-על (על התאונה ראה "ביעף" e142 עמ' 23-24).

בשנת 1955 החל תהליך הוצאת מטוסי הקומנדו משירות, שהסתיים עד קיץ 1956. אל-על נאלצה לחזור להטסת מטענים בבטן מטוסי הקונסטליישן, ולחכור מטוסי מטען ייעודיים בעת הצורך. כך נחכר מטוס ויקרס וייקינג מחברת אינדפנדנט אייר טראוול מיולי 1957,

מחלקת המטענים הוקמה באל-על בקיץ 1950 ובראשה הועמד מרדכי בן-ארי, לימים המנהל הכללי של החברה. בהמשך שולבה המחלקה בתוך אגף המסחר. בתחילת הדרך הוטס המטען בבטן מטוסי הסקיימאסטר והקונסטליישן, אך נפח המטענים שניתן היה להעמיס עליהם היה מצומצם ביותר.

כמענה לצורך בקיבולת מטענים עצמאית, הוסבו מספר מטוסי קרטיס C-46 קומנדו לתצורת כלל-מטען על-ידי הסרת המושבים ושימוש בדלת הטעינה האחורית הגדולה. בחורף 1951 הוחל בטיסה שבועית ללונדון ואמסטרדם דרך רומא, ציריך ובאזל, וחזרה ללוד מפאריס. המטען היוצא כלל בעיקר מוצרי טקסטיל, גרבי ניילון, עיתונים וכתבי-עת, שוקולד ודברי מתיקה, פירות וירקות ומטען כללי. מטען הייבוא העיקרי כלל תבילות מזון, חלקי חילוף, עיתונים וכתבי-עת ומטען כללי.

מלבד הטיסה השבועית הקבועה, הפעילה אל-על אחת לחודש טיסה מיוחדת לבומבי בהודו דרך עדן וטהרן. בלוח טיסות הקיץ של 1954, שנכנס לתוקף ביוני, הופיעו שתי טיסות מטען שבועיות קבועות – טיסה 511 לפאריס דרך אתונה ורומא, וטיסה 513 ללונדון דרך אתונה, רומא, ציריך, דיסלדורף ואמסטרדם. כל טיסה כזו הוציאה את המטוס מנמל הבית למשך שבוע שלם, ולכן הופעלו לרוב שני מטוסי מטען לפחות.

באחת הטיסות, ב-21 במאוס 1954, בעת הנמכה לנחיתה באתונה, כשהקומנדו מוטס בידי הקברניט הבריטי ריצ'ארד הנריק, הוא סייע למטוס דקוטה של חיל האוויר האמריקני שמכשירי הניווט שלו פסקו מלפעול לנחות בשלום בשדה, תוך שהוא משמש כמימסר קשר בין המטוס למגדל הפיקוח.

בינואר 1955 הביא מטוס קומנדו בטיסה מיוחדת מדיסלדורף שלושה טון סחורות שילומים, שמומנו בידי ממשלת מערב גרמניה, בהם תרופות, ציוד תעשייתי וחומרי גלם לבניין. רעיון שהגה יואל פלגי, סמנכ"ל אל-על למבצעים, בקיץ 1953 להתקנת מנועי סילון קטנים בגחון הקומנדו לא יצא לפועל. פלגי טען שהתקנת מנועי הסילון תאפשר להגדיל את משקל ההמראה המרבי בכ-4,500 ק"ג (ראה בכתבה על ד"ר אריך שצקי ב"ביעף" e140 עמ' 27). ייתכן כי מבחינת ביצועי הטיסה אכן היה מושג שיפור, אך בספק אם הקיבולת המוגבלת של הקומנדו הייתה אכן מוגדלת בצורה כה דרמטית.

על מנת לענות על הביקוש לקיבולת גבוהה



למעלה: אחד ממטוסי הקומנדו של אל-על; 4X-ALC הופעל להטסת נוסעים בלבד ולא הוסב למטען. למטה: מטוס התובלה בריסטול 170 פרייטר עם חרטום פתוח, שנחכר מבריטניה.





מטוס המטען היסיב 4X-AXD אפשר הטענת מטענים ופריקתם בצורה נוחה דרך החרטום הנפתח.

בלוח טיסות הקיץ של 1979 הפעילה אל-על שני מטוסי 747 למטענים, ובחורף 80-1979 ארבעה מטוסים.

באפריל 1983 רשם מטוס 747 שיא עולמי בהטסת מטען מעל לאוקיינוס האטלנטי, כאשר הטיס 120 טון מניו-יורק לאמסטרדם (השיא הקודם היה 117 טון במטוס של סיבורד וורלד). שיא נוסף הושג באותו חודש כשאותו מטוס הטיס כמעט 130 טון מנתב"ג לאמסטרדם.

ב-4 באוקטובר 1992 התרסק 4X-AXG לתוך שכונת מגורים באמסטרדם לאחר ההמראה. התאונה נגרמה כתוצאה מהתנתקות מנוע מספר שלוש (הפנימי בכנף ימין), ופגיעתו במנוע מספר ארבע (קיצוני בכנף ימין), עקב התעייפות חומר, שגרמה לנזקים במשטחי ההיגוי בכנף ימין. בתאונה נספו שלושה אנשי צוות ואשתו של עובד ביטחון באמסטרדם שהצטרפה כנוסעת, בנוסף לעשרות אנשים על הקרקע. לאחר שוועדת החקירה קבעה שהאסון נגרם עקב תיכון לקוי של מתלה המנוע, פוצתה אל-על על-ידי בואינג ורכשה שני מטוסים חלופיים – 4X-AXK שהגיע בינואר 1995, ו-4X-AXL שהגיע במארכס אותה שנה.

בשנת 2004 נרכש מטוס 747 כלל-מטען שלישי (4X-AXM), שהופעל קודם לכן בידי קא"ל. עם ההיחלשות העולמית בשוק המטענים

בשנת 1976 לוותה בצלילים צורמים מול אל-על, שכמובן לא הפצה בתחרות. אחת ההתנגויות שאל-על הצליחה להשיג הייתה, שעל קא"ל להעדיף חכירת ציוד טיסה ממנה על פני חברות אחרות. תנאי זה הכביד כלכלית על קא"ל, ובמקביל לחכירת מטוסי אל-על פנתה גם לחברות אחרות, בעיקר פליינג טייג'רס ו-וורלד איירווייז האמריקניות, וחכרה מהן מטוסי 747.

במקביל לתחילת הפעלת מטוסי ה-747, נפתח בנתב"ג מסוף המטענים הכללי ממ"ץ (מסופי מטען וניטול), ובהמשך מסוף ייעודי לסחורות ייצוא חקלאיות (אגרקסקו). בשיא פעילותו של המסוף, הוכשרו מולו ארבע עמדות חנייה למטוסי 747.

פריצת תחום נוספת נרשמה ביוני 1977, עם רכישתו של מטוס 747-124F (4X-AXZ), ששירת קודם לכן כמטוס תובלה בחיל האוויר האירני. היה זה מטוס ה-747 הראשון של אל-על שיוחד כל כולו להובלת מטענים, למרות שנבנה במקורו כמטוס נוסעים ללא דלת מטען בחרטום.

בחורף 79-1978 הפעילה אל-על לראשונה שלושה מטוסי מטען מדגם 747, כשהשימוש ב-707 היסיב הצטמצם מאוד. במארכס 1979 נקלט באל-על מטוס 747 ראשון שיוצר מלכתחילה כמטוס כלל-מטען (4X-AXG).

בריטניה משנת 1958 לא הביאה לשינוי משמעותי בנפח הובלת המטענים. אם במטוסי הבוכנה ניתן היה להטיס כ-1,500 ק"ג בנוסף לנוסעים, הרי שבבריטניה אפשר היה להטיס עד 2,500 ק"ג, הפרש לא משמעותי. הפחתת השימוש בבריטניה כמטוס נוסעים אפשרה את ניצול הצי להובלת מטענים בשיטות מאולתרות. כך לדוגמה, הובילה אל-על בפברואר 1963 שבעה טון וחצי קופסאות קפה נמש לסין דרך ציריך, כאשר המטען נקשר ונעטף חלקו בבטן המטוס וחלקו על מושבי הנוסעים.

באותה תקופה ניהל את מחלקת המטענים מרכזי טוראל, שחיפש דרכים יצירתיות להטיס מטענים בתקופה שבצי החברה לא היו מטוסים ייעודיים לכך. פריצת הדרך הייתה עם הגעת מטוסי הסילון הראשונים, ובמיוחד הבואינג 707, שקיבולת המטען שלו הגיעה עד 4,500 ק"ג.

הגעתו של המטוס היסיב הראשון מדגם 707-358C במאי 1969 (4X-ATX) חנכה שוב את עידן מטוסי הכלל-מטען בחברה, עם תחילת הטיסות בקו תל-אביב-פאריס-ניו-יורק ב-28 בספטמבר אותה שנה.

במחצית הראשונה של שנות ה-70 גובשה התוכנית האסטרטגית להובלת ושינוע מטענים, כולל הקמת מרכז הפצה – בתחילה בקלן בגרמניה, ולאחר מכן באמסטרדם ובליאז' (בלגיה). בתקופות מסוימות הייתה אל-על חברת התעופה השנייה מבחינת היקף הטסת המטענים באמסטרדם, אחרי המוביל הלאומי KLM.

בשנת 1967 חנכה אל-על בשיתוף חברת התעופה האירית אייר לינגוס מסוף מטענים ייעודי בנמל התעופה לונדון-הית'רו בגודל 8,000 מ"ר. על אף זאת, לא הגיע היקף טיסות הכלל-מטען בלונדון לממדים שיצדיקו את המשך הפעלתו, והמסוף נמכר ברבות השנים.

מטוסי 747 למטען

בינואר 1976 נרשמה פריצת דרך משמעותית בתחום הטסת המטענים באל-על עם קליטתו של הבואינג 747 היסיב הראשון בעל חרטום נפתח (4X-AXD). בתחילה הפעילה החברה את המטוס הזה ואת השני מאותו דגם (4X-AXF) בטיסות "קומבי" משולבות (324 נוסעים בחלק האחורי ומטען של 25 טון בחלק הקדמי) בקו תל-אביב-אמסטרדם-ניו-יורק. לאחר מכן, בעונות החורף החלשות מבחינת הטסת נוסעים, החכירה אותם לחברת קא"ל. הופעתה של קא"ל (קווי אוויר למטען)

מטוס הכלל-מטען 4X-AXZ, שהופעל מ-1977 עד 1998, אפשר נשיאת 95 טון מטענים שהועמסו דרך דלת צידית לסיפון העליון ודרך שתי דלתות לסיפון התחתון.





למעלה: 4X-AXM ממריא מנתב"ג באוקטובר 2007. מטוס מטען זה הופעל באל-על ללא סימונים כלשהם. למטה: 4X-AXH ליד מסוף אגרסקו בנתב"ג באפריל 1999.



מטוסי מטען בשירות אל-על

4X-	דלת מטען	טון מטען	תקופה	כמות	דגם
,ALB ,ALA ,ACE ALF ,ALE ATY ,ATX	SCD	4	1955-1950	5-2	C-46 קומנדו (מוסב)
AXZ	SCD	35	1988-1969	2	707-358C (יסיב)
AXF ,AXD	FCD/SCD	95	1998-1977	1	747-124F (מוסב)
AXL ,AXK ,AXG	FCD/SCD	113	2008-1976	2	747-258C (יסיב)
AXM ,AXH	FCD/SCD	113	2011-1979	3	747-258/245F (כלל-מטען)
ELF	SCD	113	2008-1993	2	747-2B5B/258B (מוסב)
	FCD/SCD	120	2019-2010	1	747-412F (כלל-מטען)

SCD: דלת מטען צידית; FCD: חרטום נפתח; מוסב: ממטוס נוסעים למטען; יסיב: משולב לנוסעים ומטען.

אחרי המשבר הכלכלי של 2008, נותרה אל-על עם מטוס מטען אחד בלבד (4X-ELF). מטוס חכור זה מדגם 747-400F החל לפעול ב-25 באפריל 2010, ונשא מאז ועד הוצאתו משירות בסוף יוני בשנה שעברה 275 אלף טון.

הסתמכות על מטוסים חכורים

לקראת הוצאתו משירות של מטוס המטען האחרון, עמדו בפני אל-על מספר אפשרויות:
 1. לרכוש מטוסי 777-200F, או להמתין לזמינות ה-777X עם קיבולת גבוהה יותר;
 2. להטיס מטענים בבטן צי המטוסים הקיים בלבד, ולחכור מטוסי כלל-מטען לפי הצורך;

4X-AXX בנתב"ג בינואר 2009. מטוס כלל-מטען זה מדגם 747-245F הופעל באל-על מינואר 1995 עד ינואר 2010.



4X-ECC ו-4X-ECD. "פרויקט זה מאפשר לאל-על לפתוח טיסות קו סדירות למטען ביבוא מאירופה על בסיס יומי", אמר רוני שפירא, מנהל חטיבת המטענים. "זוהי תוספת קיבולת משמעותית למטען ביבוא מאירופה, דבר שיאפשר לתעשיות הישראליות וליבואנים להחזיר את העסקים למסלולם בהקשר של החזרה לעבודה של המשק הישראלי".

ציוד למלחמה בקורונה. טיסות המטען בחזרו ממילאנו יעברו דרך לונדון, פאריס, פרנקפורט, אמסטרדם וציריך. לביצוע טיסות אלה הסבה החברה שלושה מטוסי בואינג 777, בהם הוצאו רוב המושבים ממחלקת התיירים. ה-200-777 מסוגל להטיס כ-50 טון מטען בנפח כולל של 200 מ"ק. טיסת המטען הראשונה של ה-777 לשנתי בוצעה ב-17-18 באפריל באמצעות 4X-ECA. בהמשך הצטרפו למבצע גם

3. הצטרף למיזם משותף עם חברת קא"ל, שיניב בסופו של דבר רכש מטוסי 747-8F. ההחלטה שקיבלה אל-על הייתה לחזור מטוסי כלל-מטען בהתאם לצורך בכל עת, ולצורך כך היא חתמה על הסכם שיתוף פעולה עם חברת אייר ברידג' קארגו הרוסית ועם חברת ASL הבלגית. אלא ששיתוף הפעולה עם החברה הרוסית לא האריך ימים, ואל-על עברה להשתמש בשירותיה של חברת התעופה האמריקנית אטלס אייר. בחודשים האחרונים מבצע מטוס כלל-מטען מדגם 747-400F של אטלס טיסה יומית עבור אל-על בין נתב"ג לליאז' בבולגיה, ונערכות גם טיסות מטען בין ליאז' לניו-יורק.

הטות מטען בעידן הקורונה

ההפסקה המוחלטת של טיסות הנוסעים לקראת סוף מארס 2020 בגלל התפשטות מגפת הקורונה בעולם ובישראל, מנעה מאל-על אפשרות להמשיך בנוהג הרגיל של הטות מטענים סדירה בסיפון התחתון של מטוסי הנוסעים. כדי לענות על צרכים חיוניים, החלה החברה באפריל להפעיל 11 ממטוסי ה-787-9 דרימליינר בטיסות מטען ייעודיות, כאשר המטענים מאוחסנים הן בסיפון התחתון והן על מושבי הנוסעים בסיפון העליון.

ב-5 באפריל החלה אל-על ברכבת אווירית לסיף, להבאת מיליוני פריטים של ציוד רפואי חיוני – מסכות, חליפות מיגון, מכונות הנשמה ועוד. המבצע התנהל בהובלת מנהל הרכש (מנה"ר) ויחידת השינוע הבינלאומי במשרד הביטחון, בסיוע משרד החוץ ושגרירות ישראל בבייג'ינג, חברת כימיקלים לישראל (כיל) ונציגיה בסיף, חברת השילוח הבינלאומי מנטפילד וגורמים נוספים.

בנוסף, הביאו מטוסי הדרימליינר מיליוני ביצים מליסבון שבפורטוגל, כדי לענות על המחסור שנוצר לקראת חג הפסח. טיסת מטען מיוחדת בוצעה ב-8 באפריל לקוריאה, שהביאה חומרים כימיים (ריאגנטים) לעשרות אלפי בדיקות קורונה וכ-30 אלף חליפות מיגון לצוותים רפואיים. מטוסי הדרימליינר מסוגלים להטיס כ-50 טון מטען בנפח של 150 מ"ק.

אל-על חתמה באפריל על עסקה עם ענקית הלוגיסטיקה הגלובאלית Kuehne+Nagel, במסגרתה יופעלו מאפריל עד אוקטובר כ-150 טיסות מטען מסין לאיטליה דרך ישראל, עם



חבילות שאוחסנו בבואינג 777 4X-ECA לאחר שהוצאו ממנו רוב המושבים במחלקת תיירים.



דרימליינר 4X-EDM פורק בנתב"ג מטענים חיוניים שהביא מסין ב-6 באפריל 2020. למעלה: חבילות רבות נקשרו על מושבי הנוסעים בבואינג 787-9 זה.



צבא ארה"ב מקדם את פיתוח מסוקי הדור הבא לתובלת סער ולסיור חמוש

סיקורסקי ובל הליקופטר מציעות פתרונות חדשניים

שתי החברות האמריקניות שנבחרו על-ידי הצבא להתחרות על הזכייה בשתי התוכניות האלה הן **סיקורסקי**, חברה של **לוקהיד מרטין**, ו**בל הליקופטר** מתאגיד **טקסטרון**. **סיקורסקי** מציעה דגמים חדשים המותאמים לדרישות, שמיישמים את הטכנולוגיה שפותחה במסגרת תוכנית **X2**, המבוססת על שילוב רוטורים קואקסיאליים קשיחים ומדחף אחורי. **בל הליקופטר** מציעה שני פתרונות שונים לחלוטין: מטוס עם הטיית רוטורים לתוכנית **FLRAA**, ומסוק בתצורה קונבנציונלית בתוספת כנפיים קצרות ומנוע עזר לתוכנית **FARA**.

צבא היבשה של ארה"ב מקדם שתי תוכניות פיתוח גדולות של מסוקים חדשים, המיועדים להחליף בעשור הבא מסוקים מתיישנים. הראשונה היא תוכנית **FLRAA** (ראשי תיבות של: מטוס סער ארוך-טווח עתידי) להחלפת מסוקי ה-**UH-60 בלק הוק**. השנייה היא תוכנית **FARA** (ראשי תיבות של: מטוס תקיפה וסיור עתידי), לפיתוח כלי-טיס שימלא את מקומו של מסוק הסיור החמוש **OH-58 קיואה ווריור**, שהוצא משירות בשנת 2017 ושמשמיותיו ממולאות כיום על-ידי מסוקי הקרב **AH-64 אפאצ'י**.



מסוק **UH-60 בלק הוק** של צבא ארה"ב ומעליו **HH-60M** לפינוי פצועים.

מסוקי **בלק הוק** החלו להיכנס לשירות צבא ארה"ב בשנת 1979. מאז פותחו דגמים רבים של מסוק מוצלח זה, הממלאים משימות תובלה שונות ובמיוחד תובלת סער, פינוי פצועים, חיפוש והצלה וסיוע הומניטרי.

צבא ארה"ב מפעיל כיום יותר מ-2,200 מסוקי **בלק הוק**, רובם מהדגמים **UH-60A/L/M**. כוונת הצבא להשביח 760 מסוקים מדגם **L** לדגם המשופר **V**, כך שיוכלו לפעול ביעילות לפחות עד שנת 2054. מסוקי ה-**UH-60A** יוחלפו ראשונים בדגם העתידי שייבחר.

היוזמה לפיתוח מחליף ל**בלק הוק** החלה להתקדם בשנת 2013 במסגרת תוכנית "מדגים טכנולוגי רב-משימתי משותף" (**JMR-TD**). באוגוסט 2014 החליט הצבא לתמוך בשתי תוכניות פיתוח מתחרות, ועודד את החברות **בל הליקופטר** ו**סיקורסקי-בואינג** לבנות אבות-טיפוס ולהתחיל בניסויי טיסה להוכחת יכולת ולצמצום הסיכון הטכנולוגי.

הדרישות המינימליות של צבא ארה"ב היו למהירות שיוט של 250 קשרים (460 ק"מ/ש') במשקל מלא, רדיוס פעולה של 370 ק"מ עם 30 דקות שהייה מעל אזור היעד, כושר נשיאה של 12 לוחמים בנוסף לארבעה אנשי צוות, כושר נשיאה חיצוני של בין 3,630 ל-4,540 ק"ג, ויכולת להתקין מערכת לתדלוק באוויר. מבחינה תחזוקתית, נדרשה יכולת לבצע 100 שעות טיסה לאורך תקופה של 45 ימים ללא צורך בתחזוקה. הצבא ביקש פלטפורמה עם תכן מודולרי בארכיטקטורה פתוחה, שתוכל לפעול במשך כ-50 שנים בתנאי לחימה מתפתחים, ושמחיר היחידה לא יעלה על 43 מיליון דולר.

הטיית רוטורים בתכן של בל

הראשונה שהעלתה כלי-טיס לאוויר בתחרות זו הייתה **בל הליקופטר**, שביצעה ב-18 בדצמבר 2017 את טיסת הבכורה של ה-**V-280** לור (גבורה, אומץ). זהו כלי-טיס להמראה

לארבעה אנשי הצוות, או לשאת חיצונית מטען תלוי במשקל של 4,760 ק"ג.

ה-**V-280**, שבנוי ברובו מחומרים מרוכבים מתקדמים, מנצל את כל הטכנולוגיות החדשות דוגמת מערכת בקרת טיסה חשמלית דיגיטלית, מערכות היתוך מידע שיספקו מודעות מצבית מקיפה, וקישוריות לרשת הצבאית. בתא הטייסים מותקן צג מגע גדול לכל רוחב לוח המכשירים, שמופעל בדומה למחשב לוח (טאבלט) – תצוגה טבעית לדור הטייסים החדש שיפעיל את כלי-הטיס הזה בעשור הבא. **בל הליקופטר** צרפה חברות רבות כשותפות בפיתוח וייצור כלי-הטיס החדש, ביניהן **לוקהיד מרטין** כקבלנית-משנה ראשית לתחומי תא הטייסים, האוויוניקה, מערכת איסוף הנתונים היקפית להגברת המודעות המצבית, ומערכות משימה; **ג'נרל אלקטריק** כספקית המנועים מסוג **T64-GE-419**; **ספירט**

ונחיתה אנכית באמצעות הטיית הרוטורים. ה-**V-280** מייצג את הדור השלישי של פתרונות הטיית הרוטורים, עם שני הבדלים בולטים לעומת ה-**V-22 אוספרי**: רק הרוטור ותיבת התמסורת מוטים ממצב אופקי למצב אנכי וחזרה, בעוד שהמנוע נותר קבוע בקצה הכנף; הלוחמים נכנסים אל כלי-הטיס ויוצאים ממנו דרך דלתות ברוחב 1.8 מטר בצדי הגוף, ולא דרך רמפה אחורית נפתחת.

ניצול טכנולוגיית הטיית הרוטורים מאפשר טיסה במהירות כפולה מזו של מסוק רגיל והשגת טווחים הרבה יותר ארוכים. בינואר 2019 הפגין הוולור טיסה במהירות של 280 קשרים (520 ק"מ/ש') – לעומת מהירות שיוט מרבית של 151 קשרים (280 ק"מ/ש') ב-**UH-60M בלק הוק**. הוולור יוכל לפעול ברדיוס של עד 1,480 ק"מ – כפול מזה של ה**בלק הוק**. ביכולתו להטיס 12 לוחמים בנוסף



אב-הטיפוס של הבל V-280 ולור בטיסה אופקית (למעלה) ובריחוף (למטה). רק הרוטורים מסתובבים ממצב אנכי לאופקי וחזרה, בעוד המנועים נשארים קבועים.



וביצוע נחיתה אנכית. אב-הטיפוס של ה-V-280 צבר כבר יותר מ-170 שעות טיסה ועמד בציפיות מבחנית ביצועיו ויכולותיו, כולל השגת מהירות מרבית של 300 קשרים (555 ק"מ/ש'). **בל הליקופטר** תמשך את הפיתוח וניסויי הטיסה במסגרת חוזה המשך בסך 84 מיליון דולר, שהעניק לה הצבא ב-16 במרס 2020.

הטיסה האוטונומית של ה-V-280. המטוס ביצע במשך שעתיים שתי גיחות ללא מגע יד טייס (אם כי שני טייסים ישבו במטוס למקרה חירום), וטס במהירות של יותר מ-180 קשרים (330 ק"מ/ש'). הגיחות האוטונומיות כללו את כל שלבי הטיסה – מהמראה אנכית וריחוף, מעבר לטיסה אופקית, ניווט לנקודות יעד ושוטטות מעליהן, ועד חזרה לבסיס המוצא

איירוסיסטמס שתייצר את הגוף; GKN איירוספייס שתייצר את מבנה הזנב בתצורת V ואת משטחי הניהוג; התעשייה האווירית לישראל שתייצר את בתי המנועים והמושבים בתא הנוסעים; מוג שתספק את מחשב בקרת הטיסה ומפעילי משטחי הניהוג; ועוד. ב-18 בדצמבר 2019, שנתיים אחרי טיסת הבכורה, הדגימה **בל הליקופטר** את יכולת

תכן חדשני של סיקורסקי



המסוק הניסיוני X2 של סיקורסקי הוכיח את כישוריו בטיסות ניסוי מאוגוסט 2008 עד יולי 2011.



ה-S-97 ריידר, שהחל לטוס במאי 2015, משמש כאב-טיפוס למסוק טקטי קל, תוך ניצול טכנולוגיית X2.

סיקורסקי, כיום חברה של לוקהיד מרטין, עוסקת כבר 15 שנים בפיתוח טכנולוגיות להגברת מהירות טיסתם של מסוקים. הפתרון שאותו היא מקדמת מבוסס על שילוב של רוטור ראשי קואקסיאלי קשיח (שני רוטורים הסובבים בכיוונים מנוגדים על ציר משותף) עם מדחף אחורי. המדגים הטכנולוגי הראשון של תצורה זו, שסומן X2, טס לראשונה באוגוסט 2008. ב-15 בספטמבר 2010 השיג ה-X2 מהירות של 250 קשרים (ק"מ/ש'), ושבר בכך את שיא המהירות למסוקים.

טכנולוגיית X2 מבוססת על השילוב בין המדחף הגדול שמתקן בזנב, שמקנה למסוק את הדחף הדרוש לו לטיסה, לבין הרוטורים הקואקסיאליים המתקדמים – כפי שאנו מסבירים במסגרת בסוף הכתבה.

הצעד הבא של סיקורסקי ליישום טכנולוגיית X2 היה בניית המסוק S-97 ריידר (פושט, תוקף), שטס לראשונה במאי 2015. זהו אב-טיפוס של מסוק טקטי קל המסוגל לשאת שישה לוחמים וחימוש חיצוני, אשר פותח ונבנה במימון עצמי של לוקהיד מרטין וספקי המערכות. המסוק הניסיוני משלב טכנולוגיות מתקדמות בתחומי בקרת הטיסה, ניהוג חשמלי דיגיטלי, ניהול התפעול ושילוב מערכות. הריידר מסוגל לטוס במהירות של יותר מ-220 קשרים 410 ק"מ/ש') ולפעול באזורים גבוהים וחמים.

כדי לענות על הדרישות המפורשות של הצבא בתוכנית FLRAA, הקימה סיקורסקי צוות פיתוח משותף עם חברת **בואינג**, שצברה ניסיון רב במסוקים צבאיים בתוכנית **האפאצ'י**. הצוות המשותף תיכן ובנה אב-טיפוס של ה-SB-1 **דיפאיינט** (מתריס, מתנגד), שטס לראשונה ב-21 במארס 2019. תוכנית ניסויי הטיסה של הדיפאיינט מפגרת ביותר משנה אחרי זו של הוולור המתחרה, אך סיקורסקי ו**בואינג** משתדלות לזרז את הניסויים ולהספיק להציג את הנתונים הנדרשים עד למועד ההחלטה של הצבא בשנת 2022. במקביל למענק שקיבלה **בל הליקופטר** במארס השנה, העניק הצבא לסיקורסקי-**בואינג** חוזה בסך 97 מיליון דולר להמשך הפיתוח וניסויי הטיסה של הדיפאיינט.

ה-SB-1 מצויד בשלב זה בשני מנועי טורבינה מדגם **האניוול T55** (אותם המנועים המותקנים במסוקי ה-CH-47 **שינוק**), אך במסוק הסדרתי ישולבו מנועים מתקדמים וחדשים יותר. זהו מסוק הרבה יותר גדול מקודמיו, שמשקלו המרבי כ-14 טון, לעומת כ-2.7 טון ב-X2 הניסיוני וכ-5 טון ב-S-97.

מסוק סיוור חמוש

במסגרת תוכנית FARA, צבא ארה"ב מבקש להצטייד במסוק לסיוור ותקיפה במשקל מרבי של עד 6,350 ק"ג, שיוכל לשייט במהירות של לפחות 180 קשרים (330 ק"מ/ש'). קוטר הרוטור הראשי מוגבל ל-12.2 מטר, כדי שהמסוק יוכל לפעול בסביבה עירונית. המסוק נדרש להשתמש במנוע טורבינה מדגם **ג'נרל אלקטריק T901-GE-900**, שמפתח הספק צירי מרבי של כ-3,000 כ"ס צירי. המתחרים צריכים לצייד את המסוק בתותח בקוטר 20 מ"מ, במשגר חימושים משולב, ובמערכת מודולרית בארכיטקטורה פתוחה המסומנת

S-97 שהוזכר לעיל, שייקרא **ריידר X**. הוא יהיה גדול יותר מה-S-97, עם משקל המראה מרבי של 6,350 ק"ג (לעומת כ-5 טון) ועם רוטורים בקוטר 11.9 מטר (לעומת 10.4 מטר). **בל הליקופטר** מציעה תכן חדש לחלוטין מדגם **360**, הנקרא **Invictus** (מלאך בלתי מנוצח). זהו מסוק בתצורה קונבנציונלית, עם רוטור ראשי יחיד בעל ארבעה להבים ורוטור זנב לייצוב, בתוספת כנפיים קצרות בצדי הגוף. הכנפיים מייצרות עילוי נוסף המפחית מדרישות העילוי של הרוטור הראשי בטיסה אופקית, וכך מתאפשרת טיסה מהירה יותר. בנוסף למנוע הראשי יותקן במסוק מנוע עזר – **פראט אנד ויטני קנדה PW-207D1** בעל הספק של 586 כ"ס צירי. מנוע זה יגביר בעת הצורך את ההספק הכולל שזמין בטיסה, ויאפשר מהירות גבוהה יותר בשיוט ושיפור היכולות בריחוף.

MOSA. מערכת זו מהווה "חוט שדרה דיגיטלי" ותהווה ממשק בין המסוק לבין החימושים והכטב"מים הזעירים לתקיפה, אותם יישא המסוק על המשגר המשולב. MOSA ימנע את הצורך להכניס שינויים במסוק בכל פעם שיידרש לשלב חימוש חדש. חמישה יצרני מסוקים הגישו הצעות תיכון למסוק התקיפה והסיוור העתידי, ומתוכן בחר הצבא ב-25 במארס השנה בהצעות של סיקורסקי ו**בל הליקופטר** לשלב בניית אבות-טיפוס והוכחת יכולת בניסויי טיסה. לפי לוח הזמנים של התוכנית, אבות-הטיפוס צריכים להתחיל לטוס לקראת סוף 2022; בקיץ 2023 יועברו המסוקים לניסויים על-ידי הצבא, ובחירת הדגם המועדף תיקבע בשנת 2024. הייצור הסדרתי אמור להתחיל בשנת 2028.

סיקורסקי מציעה פיתוח המבוסס על ה-

ה-SB-1 דיפאיינט בטיסת הבכורה במארס 2019. המדחף הגדול בזנב תורם להגברת המהירות.





למעלה: איור של הבל 360 אינוויקטוס. למטה: איור של הריידר X בתצורה של מסוק תקיפה קל.



הרוטור הראשי מבוסס על הרוטור המתקדם שפיתחה החברה עבור הבל 525 רילנטס, אבל עם קוטר קטן יותר. המסוק יצויד במערכת בקרת טיסה חשמלית דיגיטלית.

לפי הנתונים שפרסמה בל הליקופטר, מהירות השיט של האינוויקטוס תעלה על 180 קשרים בתצורה קרבית. רדיוס הפעולה יגיע ל-250 ק"מ עם אפשרות לשהייה באוויר של יותר מתשעים דקות באזור היעד. המסוק יוכל לשאת מטען תכליתי במשקל 635 ק"ג.

כפי שניתן להיווכח, שתי ההצעות שונות לחלוטין במהותן. הבל 360 נראה פשוט יותר לתפעול ולתחזוקה, וגם יהיה זול יותר לרכישה. לעומתו, הריידר X מתקדם יותר מבחינה טכנולוגית, בעל ביצועים עדיפים, אבל מורכב הרבה יותר.

אם הצבא יחליט בסופו של דבר לבחור בדיפאיינט כמסוק תובלת הסער העתידי ובריידר X כמסוק התקיפה והסיוע העתידי, המבוססים שניהם על טכנולוגיות X2 של סיקורסקי, יכול להיות לכך יתרון בולט לצבא מבחינת אחידות בתחזוקה, בתמיכה ובאימון טייסים. □



יתרונות טכנולוגיית X2 של סיקורסקי

בכדי להבין את יתרונות התצורה החדשנית שפיתחו מהנדסי סיקורסקי, נסביר תחילה בקיצור את העקרונות הבסיסיים של פעולת הרוטור הראשי במסוקים.

כל רוטור בנוי ממספר הלהבים המחוברים לציר המרכזי (טבור הרוטור), המסתובב במהירות קבועה. חיבורו של כל להב לטבור הרוטור נעשה על-ידי ציר, המאפשר לו לנוע מעלה ומטה ביחס למישור הסיבוב (תנועת הנפנוף). ניתן לשנות את זווית הפסיעה של כל הלהבים ביחד על-ידי מוט הקולקטיב, בכדי לייצר את העילוי הנדרש לרוטור לאזן את משקל המסוק בטיסה. ניתן גם לשנות את זווית הפסיעה בצורה מחזורית על-ידי הטיית מוט ההיגוי (הסטיק), ולגרום בכך להטיית דיסקת הרוטור בכיוון התקדמות של המסוק. סיבוב ציר הרוטור כנגד גרר הלהבים יוצר בתגובה מומנט נגדי, השיואף לסבסב את גוף המסוק בכיוון המנוגד לסיבוב הרוטור. מומנט זה מאוזן ברוב המסוקים על-ידי רוטור הזנב, או על-ידי התקנת רוטור ראשי נוסף שמשתובב בכיוון הפוך, דוגמת רוטורים קואקסיאליים.

בטיסה קדימה נוצרת א-סימטריה של כוח העילוי בין שני צידי הרוטור, עקב תוספת המהירות על הלהבים המתקדמים עם כיוון הטיסה לעומת הלהבים הנגדיים הנסוגים. א-סימטריה זאת גורמת למומנט גילגול, ונדרש לאזן אותה על-ידי שינוי זווית הפסיעה המחזורית (הטיית הסטיק לכיוון הטיסה), כך שזווית הפסיעה של הלהב המתקדם תקטן ובלהב הנסוג היא תגדל. שינוי זה גורם לנפנוף מחזורי של הלהבים, כך שמתקבלת הטיה קדימה של דיסקת הרוטור. באופן זה מתאזן חוסר הסימטריה בגילגול ונוצר הדחף הדרוש למסוק כדי לטוס במהירות הרצויה. ניתן להגדיל עוד ועוד את הטיית הדיסקה בכדי להאיץ את המסוק למהירות טיסה גבוהה יותר, אך זאת רק עד לפני שהלהב הנסוג

מזדקר. לאחר מכן עלול המסוק לרעוד מאוד ואף לאבד את יציבותו. הייחודיות של הפתרון בטכנולוגיית X2 טמון בשילוב שבין המדחף הגדול המותקן בזנב, שמקנה למסוק את הדחף הדרוש לו לטיסה, לבין הרוטורים הקואקסיאליים המתקדמים. רוטורים אלה, הסובבים בכיוונים מנוגדים, מאזנים את חוסר האיזון בגילגול שנוצר עם המעבר לטיסה קדימה ואת מומנט הסיבוב סביב ציר הרוטור, כך שמתבטל הצורך בהתקנת רוטור זנב. הודות לדחף שמייצר המדחף מאחור, אין יותר צורך בהטיית הרוטורים קדימה, ולכן, בכדי למנוע את תנועת הנפנוף המיותרת, הוקשח מאוד החיבור של הלהבים לטבורו של כל רוטור.

בתצורה כזאת נשמר מלוא פוטנציאל העילוי של הלהבים המתקדמים ונעלמת מגבלת המהירות עקב הזדקרות הלהב הנסוג ברוטור (ראה איור מימין למעלה). זוויות הפסיעה של הלהבים על פני סיבוב הרוטור נמוכות, בעיקר בגזרת הלהב הנסוג, וכתוצאה מכך גרר הלהבים קטן ומשתפרת היכולת להגיע לספרת עומס גבוהה בתמרון.

בתצורת הרוטורים הקואקסיאליים ניתן להסתפק בקוטר דיסקה קטן יותר, בגלל היעילות האווירודינמית שנוצרת על-ידי הקירבה שבין הרוטורים, אחד מעל השני.

את בעיית הדחיסות האווירודינמית המתפתחת במהירויות הטיסה הגבוהות בקצה הלהב המתקדם פתרו מהנדסי סיקורסקי על-ידי משיכה לאחור ועיצוב אווירודינמי מיוחד של קצה הלהב. לראשונה מתבצע גם תזמון המפחית את מהירות הסיבוב של הרוטורים בכ-20% בתחום המהירות המרבית. זאת בכדי להקטין את ההשפעה השלילית של הדחיסות האווירודינמית בקצות הלהבים, הגורמת להגדלה ניכרת בהספק הדרוש לטיסה מהירה.

רוטורים קשיחים מצטיינים ביצירת מומנטי היגוי גבוהים בתגובה לפקודות הטייס, ומקנים בכך זריזות טובה ויכולת תמרון גבוהה הדרושה למסוק בלחימה.

זכות ראשונים

חלוצי התיכון האווירונאוטי בישראל



אברהם ג'ק גרפמן

לאחר פרישתו מלוקהיד עבד בחברות אמריקניות אחרות וכיועץ אזרחי. בשנים 52-1950 ומשנת 1956 עד 1965 שירת כמהנדס בכיר במחלקת ציוד (מצ"ד) של חיל האוויר, ומשנת 1966 עד 1984 עבד בתעשייה האווירית לישראל (תע"א) ועזר לקדם תוכניות פיתוח אזרחיות וצבאיות.

ג'ק גרפמן זכה להגשים בימי חייו את שתי שאיפותיו העיקריות: לעסוק בהנדסת אווירונאוטיקה ולסייע ככל יכולתו לקידום הרעיון הציוני ולביסוס ביטחונה של מדינת ישראל. הוא ייזכר כאיש אשכולות, מהנדס בחסד ופרפקציוניסט, שהלך עם עקרונותיו עד הסוף. אך מעל לכל ייזכר כציוני נלהב, שהתייצב לסייע למדינה בכל פעם שהתבקש לתרום מהידע הרב והניסיון שצבר לאורך דרכו המקצועית.

עם הקמת מדינת ישראל ב-1948 התגייסו יהודים ציונים רבים ברחבי העולם לסייע למדינה הנלחמת על קיומה כמיטב יכולתם המקצועית. היו ביניהם מהנדסי אווירונאוטיקה ומדענים בולטים, דוגמת ד"ר אריך שצקי, פרופ' סידיני גולדסטין ודניאל שמשוני, שאת פועלם ותרומתם תיארו בכתבות קודמות בסדרה **זכות ראשונים**. דמות בולטת נוספת בקבוצה זו הוא אברהם ג'ק גרפמן, שעלה מארה"ב ב-1950 והתגייס לסייע למחלקת ההנדסה בחיל האוויר.

בן קשלס מתאר את דרכו המקצועית של גרפמן בתחום האווירונאוטיקה, בארה"ב ובישראל. לאחר שסיים את לימודיו במכון הטכנולוגי של קליפורניה (Caltech) החל ב-1931 לעבוד בחברת לוקהיד, ובמשך תריסר שנים עסק בתיכון מטוסים צבאיים ואזרחיים, דוגמת ה-P-38 לייטנינג והקונסטליישן.

לצד השקעה בלימודיו, גרפמן התבלט בפעילותו החברתית הענפה בקמפוס. במשך כל תקופת לימודיו היה חבר בקלוב התעופה שפעל במכון, שמטרתו הייתה לחשוף את החברים להתפתחויות ולחדושים בתעשייה האווירית-נאוטית המתפתחת בארה"ב. במסגרת פעילות הקלוב אורגנו סיורים מקצועיים למפעלים תעופתיים בקליפורניה. בשנת הלימודים השנייה נבחר גרפמן לסגן נשיא הקלוב, ובהמשך התמנה לנשיא הקלוב עד לסיום לימודיו. בנוסף, הוא התנדב לרכז את תצוגת המחלקה להנדסת אווירונאוטיקה בימי התערוכה השנתית של המכון. את חופשות הקיץ ניצל בהתנסות הנדסית ובצבירת ניסיון מקצועי, והתנדב לעבוד כשרטט טכני בחברת **דאגלס**. בינואר 1931 הגיע המדען היהודי ד"ר אלברט איינשטיין לביקור במכון, וגרפמן התנדב לסייע בליווי המדען הנערץ.

גרפמן סיים את לימודיו בהצטיינות בקיץ 1931 והוסמך בהנדסת אווירונאוטיקה ומכונות. כהוקרה על תרומתו החברתית לרווחת הסטודנטים, העניקה לו אגודת הסטודנטים של המכון את אות "מפתח הכבוד". באותם הימים, הסטודנטים המעטים שזכו באות זה הועדפו על פני בוגרים טריים אחרים על-ידי החברות ומפעלי התעשייה, שביקשו להעסיק את המיטב מבין בוגרי האוניברסיטאות הטכניות.

וסדנאות לבניית דגמי ניסוי ומטוסים. באותה השנה הצטרף לסגל המחלקה פרופסור תיאודור פון-קארמן, שהיגר מהונגריה, וכעבור שנה עמד בראש המחלקה.



אברהם ג'ק גרפמן (Grafman) נולד ב-22 בספטמבר 1911 בדטרויט, מישגן, למשפחה יהודית ממוצא ליטאי שהיגרה בסוף המאה ה-19 מוולנה לארה"ב. בילדותו התבלט כילד מחונן, ומגיל צעיר נמשך לעולם התעופה. הוא נהג להתכתב עם חלוצי התעופה בזמנו, ביניהם האחים רייט, ששימשו עבורו כמקור השראה. ככל שהתבגר גמלה בליבו ההחלטה להפוך למהנדס אווירונאוטיקה, שיעסוק בתיכון מטוסים.

בהיותו בן 12 עברה משפחתו להתגורר בהוליווד, קליפורניה. בתום לימודיו התיכוניים בחר ג'ק להגשים את חלומו וללמוד הנדסת אווירונאוטיקה, ובזכות ציוניו הגבוהים הוא התקבל למכון הטכנולוגי של קליפורניה (Caltech) בפסדינה.

לימודי הנדסה

גרפמן החל את לימודיו ב-Caltech בספטמבר 1927, בגיל 16. המחלקה להנדסת אווירונאוטיקה הוקמה רק שנה אחת קודם לכן, ובניין המחלקה עוד היה בשלבי בנייה. סגל ההוראה באותה עת נעזר בצוותי מהנדסים של חברת **דאגלס**, שהוקמה שנים ספורות קודם לכן בסנטה מוניקה הסמוכה. ב-1929 נחנכו במכון הטכנולוגי נקבת הרוח, מעבדות

מהנדס בלוקהיד



מטוס הווגה "וויני מיי" עם כניסע קבועים, המוצג במוזיאון הלאומי לתעופה וחלל בושינגטון הבירה.

שיתוף על-ידי ג'ונסון והיבארד ערב מלחמת העולם השנייה כמטוס יירוט דו-מנועי לגובה רב. תכן המטוס שילב מספר אלמנטים חדשניים לתקופתו, דוגמת מנורים כפולים וכני-נסע בתצורת Tricycle עם כני-נסע קדמי. גרפמן עבר בהמשך לעבוד בקבוצת תיכון הכנפיים, ושם קודם לתפקיד המפקח ההנדסי של הקבוצה. במסגרת עבודתו בקבוצה זו השתתף בשנים 1937-1938 בתיכון המפורט של כנפי הלייטנינג.

הפרויקט המשמעותי הבא של לוקהיד היה פיתוח מטוס הנוסעים המתקדם והמהיר קונסטליישן, על פי מפרט שנקבע על-ידי תרשימי הפטנט של גרפמן לייצור צלעות כנף כפולות דופן למטוס הקונסטליישן, הנראה למטה.

הווארד יוז, בעליה של חברת TWA. ביולי 1939, במהלך שלבי התיכון הראשוני של הקונסטליישן, גרפמן התמנה כעוזר למהנדס הפרויקט. הוא אחראי על תיכון הכנפיים, מקטע הזנב, התקנת מנועי המטוס, מערכת ההידראוליקה וכני-הנסע.

בתיכון מבנה הכנף של הקונסטליישן, שהתבסס על תכן כנפי הלייטנינג, גרפמן הגה רעיון מבני חדש ומשופר לצלעות הכנף. הוא הציע לייצר את צלעות הכנף משני לוחות שעליהם יוטבעו תעלות בולטות להקשחת פני כל לוח בתבנית סימטרית (שיקוף מראה). שני הלוחות הללו חוברו יחדיו לכדי צלע כפולת

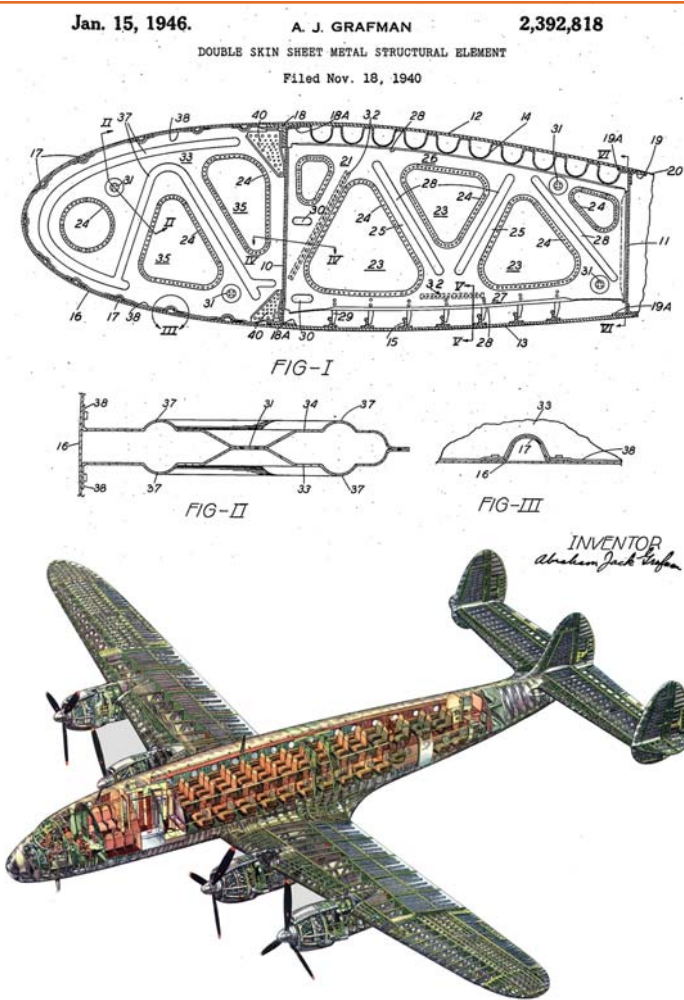
למרות השפל הכלכלי הגדול ששרר באותה תקופה, מזלו של גרפמן שפר עליו והוא התקבל מיידיית לעבוד כמהנדס בחברת לוקהיד, ששכנה בברבנק, בסמוך למקום מגוריו בהוליווד. לוקהיד הייתה אז חברה קטנה, שייצרה מטוסי נוסעים חד-מנועיים מעץ דוגמת הווגה והאוריון, לצד מטוסי ספורט אזרחיים שנבנו בכמויות מוגבלות לבעלי ממון, דוגמת הסיירוס והאלטייר. מחלקת ההנדסה של החברה שכנה בבית חווה דו-קומתית, שנרכש על-ידי לוקהיד לשמש כמטה החברה. מפעל הייצור וההרכבה שכן בהאנגר ישן בפאתי שדה התעופה של ברבנק.

לאחר פשיטת הרגל של החברה-האם **דטרויט איירקראפט קורפוריישן, לוקהיד** נרכשה ביולי 1932 על-ידי קבוצת משקיעים בראשותו של רוברט גרוס, שהמיתה לנשיא ומנכ"ל את לוי סטירמן. ההנהלה החדשה זנחה את המיקוד במטוסי נוסעים חד-מנועיים מעץ, ועברה לפתח מטוסי נוסעים דו-מנועיים מתקדמים בעלי מבנה מתכתי. כך נולד ה**דגם 10 אלקטרה**, שיועד לשאת עשרה נוסעים. גרפמן השתתף בתיכון מבנה ה**אלקטרה** בהובלת המהנדס הראשי של החברה האל היבארד. אחד מעמיתיו למחלקה, קלארנס "קלי" ג'ונסון, אשר נקלט בחברה כמהנדס כלים אוטר, התבלט במיוחד כאשר קבע שתכן המטוס סובל מפגם משמעותי בגלל מייצב הכיוון היחיד. ג'ונסון תיכן מייצבי כיוון כפולים בקצות הזנב האופקי, אשר הוכיחו עצמם בניסויים המוקדמים. מאז, מייצבי כיוון כפולים הפכו לסמלה המסחרי של **לוקהיד** עד לראשית עידן הסילון, וגי'ונסון קיבע את מעמדו בהדרגה כאחד מטובי מתכני המטוסים בהיסטוריה.

מטוס ה**אלקטרה** למריא ראשונה בפברואר 1934 והפך מיידיית לסיפור הצלחה. בעקבותיו פותחו דגמי המשך בסדרה - **דגם 12 אלקטרה ג'וניור**, **דגם 14 סופר אלקטרה**, ובהמשך מפציץ ה**האדסון** ומטוס ה**לודסטאר**. באותה העת המשיכו לפקוד את **לוקהיד** חלוצי התעופה, שרכשו את מטוסיהם שוברי השיאים מהחברה. גרפמן בא עמם במגע מקצועי, ועם חלקם אף פיתח קשרי ידידות. הוא היה מיוחד במיוחד עם אמיליה ארהארט, שאותה העריך, עם הווארד יוז, ועם הטייס וויילי פוסט, אשר הקיף פעמיים את כדור-הארץ ב-1931 וב-1933 במטוס הווגה שלו שנקרא **וויני מיי**.

כאשר וויילי פוסט ביקש לקבוע שיא מהירות מחוף לחוף בארה"ב במטוס הוויני מיי שלו לקראת סוף 1934, הוא הסתייע בגרפמן לצורך תיכון כני-נסע נתיקים. הרעיון היה להחליף את הכנים הקבועים בכנים שיושלכו לאחר ההמראה במטרה להפחית את גרר המטוס. בגחון המטוס הותקן מגלש ייעודי, שישמש לצורך נחיתה. לשם ביצוע טיסות אלו בגובה רב פיתח פוסט את חליפת הלחץ הראשונה בעולם שנעשה בה שימוש מעשי. במחצית הראשונה של 1935 פוסט ביצע ארבעה ניסיונות לשבור את שיא המהירות בטיסה מלוס-אנג'לס לניו-יורק, שלא צלחו. בטיסות אלו, שבהן השליך את כני-הנסע הנתיקים, פוסט גילה לראשונה את תופעת זרם הסילון.

גרפמן המשיך לצבור ניסיון הנדסי, שכלל בין היתר את תיכון כני-הנסע ל-**P-38 לייטנינג**,





גרפמן (עומד רביעי מימין) עם אנשי מחלקת ההנדסה של חיל האוויר בעקרון בתחילת 1952. (מאוסף דוד אביר)

הזנב של המטוס; הצנחן, שנותר תלוי על מיתר אחד, חולץ בפעולה נועזת, שזיכתה אותו ואת מחלציו בעיטור המופת. גרפמן וצוותו פעלו במאמץ משותף עם מפקד טייסת הדקוטים ויחידת הצנחנים, ששכנו בבסיס עקרון, לפתור את הבעיות שהתגלו. הפתרון שהוצע לבעיית פגיעת המצנחים במייצב הגובה היה לקבוע מצב טיסה אופטימלי להצנחה. לשם כך בוצעה סדרת ניסויי הצנחה במהירויות שונות ובזוויות התקפה שונות, כאשר נמרח צבע טרי על שפת ההתקפה של מייצב הגובה. המצנחים שלא הוכתמו בצבע העידו על שילוח מוצלח. לאחר ניתוח תוצאות הניסוי נקבע, שהצנחת צנחנים מדקוטה תתבצע במצב גלישה עם מדפים מורדים ברבע מהלך. את בעיית לכידת מיתרי המצנחים בגלגל הזנב פתר צוותו של גרפמן על-ידי התקנת חיפוי סביב הגלגל, שאפשר למיתרי המצנח להחליק מטה. פתרון זה הוכיח עצמו כמוצלח לאורך השנים. בשנת 1951 גרפמן היה מעורב בהקמתן של שתי אגודות. במסגרת פעילותו הציונית הוא הצטרף לקבוצת עולים מארה"ב ומקנדה שייסדה את התאחדות עולי ארה"ב וקנדה בתל-אביב, במטרה לסייע בקליטת עולים חדשים ממדינות אלו. בתחום המקצועי, גרפמן

מערכת הביטחון כמוקד ידע הנדסי אווירונאוטי והתבקש לעלות ארצה ולסייע לצרכי ההנדסיים של חיל האוויר. גרפמן נענה ברצון, ואף הצביע על אחדים מעמיתיו היהודים, בוגרי Caltech, שיכלו לתרום לביצור ביטחון המדינה. הוא עלה ארצה עם משפחתו בשנת 1950 וגויס לשרת כמהנדס במחלקת ההנדסה של חיל האוויר בבסיס עקרון (לימים תל-נף). גרפמן השתייך לגרעין המהנדסים הוותיקים שגויסו למחלקה, יחד עם ד"ר אריך שצקי וד"ר יעקב פידיה פיאטלי, שפיקד על המחלקה. כמהנדס מנוסה, הוא שימש כראש קבוצת תיכון במחלקה. באותה העת חיל האוויר התפנה לברור את מטוסי המיושנים, שנרכשו במהלך מלחמת העצמאות, והותרו בשירות רק את כלי-הטיס שזוהו כבעלי ערך מבצעי לשנים הבאות. על מחלקת ההנדסה הוטל להשמיש את המטוסים המיושנים ולהתאימם למשימות החיל ולאתגריו בשנותיו הראשונות. אחד מהנושאים שהוטלו על צוותו של גרפמן היה התמודדות עם בעיות הצנחה שהתגלו עם מטוסי הדקוטה, ובמיוחד היתפסות המצנח במייצב הגובה של המטוס או בגלגל הזנב. במקרה אחד שאירע ב-14 בדצמבר 1950, מיתרי המצנח של ג'ורג' פרלוס נכרכו בגלגל

דופן בעלת קשיחות עצמית לקריסה. לשיטה זו היה יתרון משקלי וכספי בהשוואה לשיטת הייצור הקודמת, על בסיס חיכוך בחומרי הגלם שהתייקרו מאז פרוץ המלחמה באירופה. גרפמן רשם פטנט על רעיון זה בנובמבר 1940, ועל פיו תוכננו ויוצרו צלעות הכנף של מטוסי הקונסטליישן מדגמי הייצור המוקדמים. **לוקהיד**, שהייתה חלוצה בתיכון מכלי דלק אינטגרליים בכנפיים מתכניות, חוותה בעיית דליפות דלק מכנפי הקונסטליישן. כדי לצמצם את התופעה, נדרש להפחית את מספר נקודות הריתום של מעטי הכנף לצלעות. היות והצלעות שפיתח גרפמן דרשו ריתום כפול למעטי הכנף, החברה זנחה לבסוף את רעיון הצלעות הכפולות בדגמים מאוחרים יותר של הקונסטליישן לטובת סוג חדש של צלעות מבניות.

לקראת סוף 1943 פוטרו כל המהנדסים היהודים בחברת **לוקהיד**, מלבדו. במחאה על כך, ולמרות תפקידו ההנדסי הבכיר, החליט גרפמן להתפטר ולסיים את דרכו בחברה בתום 12 שנות עבודה. הוא עבר לעבוד כמהנדס הראשי בחברת **אן-טייל הנדסה**, שפעלה מהוליווד ועסקה במתן שירותים הנדסיים בקבלנות משנה בתחומי האווירונאוטיקה והמכונות. גרפמן היה אחראי בין היתר על תיכון שורת שינויים שהוטמעו במפציצי **B-29** במסגרת חבילת עבודה שהתקבלה מ**בואינג**. פרויקט נוסף שביצעה אז החברה בקבלנות-משנה לחברתו של הווארד יוז היה תיכון תבניות לייצור חלקיו של המטוס הגדול בעולם – ספינת הטיס **H-4 הרקולס**, שנודעה בכינוי **Spruce Goose**.

גרפמן פרש מהחברה באפריל 1946 ופתח משרד עצמאי לייצור הנדסי. אחד מהפרויקטים שבהם עסק היה תיכון בתים טרומיים הבנויים מלוחות פלדה מודולריים, והוא אף רשם פטנט בנושא זה. אולם הפרויקט בוטל לאחר פרוץ מלחמת קוריאה, שהובילה למחסור בפלדה לשימושים אזרחיים.

מהנדס בחיל האוויר הישראלי

כיהודי ציוני, נרתם גרפמן לסייע לקידום האינטרסים של מדינת ישראל לאחר הקמתה ב-1948. הוא היה חבר פעיל באגודת ידידי הטכניון בארה"ב, ובמסגרת זאת סומן על-ידי

מטוס דקוטה של חיל האוויר עם חיפוי על גלגל הזנב למניעת לכידת מיתרי מצנחים, כפי שפיתח הצוות של גרפמן במחלקת ציוד.





שתי סירות קייק תלויות בגחון של מטוס דקוטה של חיל האוויר.

שהמבצע היה הופך את המדינה מכוח מסייע לכוח שלוקח חלק במלחמה לא לה", כתב עוז. לצד עיסוקו בסוגיות הנדסיות, גרפמן הקפיד לחלוק את הידע שלו עם המהנדסים הצעירים במצ"ד, כפי שמעיד המהנדס גבי אלוני: "עקב מחסום השפה, לא הייתה תקשורת רבה בין גרפמן למהנדסים הצעירים שאיישו את הענפים הטכניים במטה. אולם, באותם מגעים ספורים שהיו, הוא התגלה כאדם חביב ופתוח, מלא רצון להדריך ולהקנות ידע לצעירים". גרפמן סיים את תפקידו כעוזר ראש מחלקת ציוד בחיל האוויר בינואר 1965, בתום תשע שנות עבודה. הוא יצא עם רעייתו לטיול ממושך מסביב לגלובוס, שבסופו שב לארה"ב. באוקטובר 1965 החל לעבוד כיועץ הנדסי בחברת Calctro בבורלי הילס, והתמחה בתיכון מארזי מכלולים אלקטרוניים. כעבור חצי שנה עזב את החברה הזו ושב לעבוד כיועץ הנדסי עצמאי. חברת יוז שכרה את שירותיו ההנדסיים למשך תקופה קצרה בפיתוח טיל האוויר-אוויר ארוך-הטווח AIM-54 פניקס.

מהנדס תיכון ראשי בתע"א

לקראת תחילת פיתוח מטוס הערבה בתע"א פעל ראש אגף הנדסה, משה ארנס, לפיתוח ולהרחבת אגף הנדסה המצומצם. לשם כך

נפץ מבעד לדלתות הצדפה האחוריות, שהותקנו במטוס במקורן על-ידי התע"א לצרכי הצנחה. כתב על כך עוז בספרו האוטוביוגרפי שמע ישראל... תשרי, חשוון, כסלו (ראה סקירה ב"בעף" e121 עמ' 24-25):

"יוצמן הפעיל אחת מיחידות מחלקת ציוד, והמהנדס האווירונאוטי גרפמן התבקש לתכנן ולבדוק את האופציות. לאחר זמן קצר הביא תכנון נפלא. על רצפת המטוס יורכבו מסילות עם רולרים, שעליהם יוכלו להתגלגל שמונה-עשרה חביות ט.ג.ט. החבית שתיפול מהמטוס תידרך על-ידי החבית שבאה אחריה, וכך הלאה. התכנון הגיע למשרדי. יחד בדקנו משקל, איזון ותרחישי חירום, כגון חבית תקועה בבלת האחורית ועוד כל מיני צרות שיכולות להתרחש. הכול נראה לי סביר ויחסית קל לביצוע. עשינו ניסוי 'יבש' בבסיס עם מתקן הגלגלות, שהוצב על משטח גבוה, והתחלנו לגלגל את החביות. בדקנו איך אפשר להפסיק את ההפצצה באמצע, ועוד כל מיני תרחישי אימה. גרפמן נתן את הארקי והיינו מוכנים לניסוי 'רטוב', קרי הפצצה עם חביות בחולות אחד המטווחים של החיל".

עוז הודיע לעזר ויצמן: "מבחינת הטייסת אני מוכן, בתנאי שהניסוי האווירי יצליח". בסופו של דבר טיסת ההפצצה לא בוצעה. "ראש הממשלה אשכול ביטל את הרעיון, היות

גרפמן (מימין) בדיון הנדסי אצל משה ארנס בדצמבר 1967, יחד עם ד"ר אבינעם ליבאי ואמיל פורן (משמאל).



הצטרף לקבוצת המייסדים של האגודה למדעי התעופה, שהוקמה בתל-אביב בפברואר 1951 על-ידי אנשי מחלקת ההנדסה בחיל האוויר. כבר בשנת הפעילות הראשונה של האגודה, גרפמן הרצה על הבעיות השונות שבהן נתקל מהנדס אווירונאוטיקה בתיכון מטוס חדש, מנקודת מבטו כמתכן ותיק ומנוסה.

בקיץ 1952 פרש גרפמן מחיל האוויר מסיבות משפחתיות, ושב עם משפחתו להתגורר בהוליווד. הוא החל לעבוד כמהנדס ראשי וכמפקח הנדסי בחברת פרנק מאייר הנדסה, בסנטה מוניקה. במסגרת עבודתו ביצע מחקר מקיף עבור ענף דינמיקה בפיקוד המחקר והפיתוח של חיל האוויר האמריקני לבחינת שיטות ייצור והתקנה של שמיכות סופגות רעש במטוסים צבאיים. תוצאות מחקר שישמו את החיל כבסיס לסטנדרטיזציה עתידית בכל הקשור לבידוד אקוסטי של מטוסים.

עוזר ראש מחלקת ציוד

לקראת סוף 1955 גרפמן התבקש על-ידי מטה חיל האוויר לשוב ארצה כדי לסייע בתמיכה הנדסית לרכש ואחזקת מטוסי הסילון שנרכשו בצרפת (האוראגן והמיסטר). גרפמן נענה בשנית, שב ארצה עם משפחתו והשתקע ברחובות.

בינואר 1956 הוא התמנה לעוזר טכני לראש מחלקת ציוד בחיל האוויר. הוא הועסק כאזרח בחוזה מיוחד, שקיבע את מעמדו כמקביל לראש ענף בדרגת סגן-אלוף. בתפקידו החדש, גרפמן התמקד בהיבטים ההנדסיים שליוו את קליטתם של מטוסי הסילון החדשים, ונשלח לתקופות השתלמות במפעלי דאסו בצרפת.

באוקטובר 1956 ביצע תכן ראשוני להתקנת מצלמה צרפתית מדגם Sephot במטוס מיסטר, שהושאל מצרפת למטרות ניסויים. כשהסתבר כי התקנה זו לא הניבה את התוצרים המיוחלים, תוכנה התקנת מצלמות Hycon מדגמי K-17 ו-K-38, וטיסות הניסוי לבחינתן הסתיימו בהצלחה במאוס 1958.

בתחילת 1956 הוטל על גרפמן לתכן מערכת להצנחת שלוש סירות קייק ממטוס דקוטה, לשימוש לוחמי הקומנדו הימי. ניסוי שבוצע ב-30 באוקטובר (ביומו השני של מבצע קדש) להטלת שני קייקים מהאוויר נחל הצלחה חלקית, שכן מצנחו של אחד מהקייקים לא נפתח. הניסויים חודשו לאחר סיום הלחימה והסתיימו בהצלחה, אולם מעולם לא נעשה שימוש מבצעי ביכולת זו.

ב-31 במאוס 1964 חיל האוויר החל בביצוע טיסות חשאיות להצנחת ציוד לחימה שיסייע לכוחות המלכונים במלחמת האזרחים בתימן, במאבקם בכוחות הרפובליקנים שנתמכו על-ידי מצרים. סדרת הטיסות, שנקראו תחילה בשם הקוד רוטב ובהמשך דורבן, בוצעה על-ידי טייסת 120 במטוסי סטראטוקרוזר (ענק), בהיענות לבקשת בריטניה. לאחר הצלחת טיסות ההצנחה הראשונות הציעו הבריטים שמטוסי הענק הישראליים יפציצו את שדות התעופה בצנעה או בחודיידה. מפקד החיל דאז, אלוף עזר ויצמן, הסכים להצעתו של הנציג הבריטי והנחה את מפקד הטייסת אריה עוז לבדוק את ההיתכנות המבצעית. במקביל הונחה גרפמן לפתח פתרון הנדסי שיאפשר למטוסי התובלה הכבדים לבצע את משימת ההפצצה. הוא הגה פתרון יצירתי לשילוח חביות



גרפמן (במרכז) בוחן חלקי מבנה של הערבה שנשלחו מקבלר-משנה בבריטניה. מימין: ראש הפרויקט דב סער.

של חיל האוויר להצטייד במטוסי F-16. בספטמבר 1976 גרפמן הגיע לגיל פרישה, אך המשיך לעבוד בתע"א כיועץ-על וריכז את החומר המדעי בספרייה הטכנית של החברה. הוא סיים את חוזה העסקתו בחברה בשנת 1984 ופרש לביתו. אברהם ג'ק גרפמן נפטר ב-17 בספטמבר 1987, בגיל 76. הוא הותיר אחריו שני בנים וחמישה נכדים. □

המחבר מודה לדיוויד גפן ולרם גרפמן (בנו ונכדו של ג'ק), וכך למשה גרידי מארכיון התע"א, על הסיוע באחזור החומרים לכתבה.

לקרן ליתומי החללים במשרד הביטחון, ועל כך קיבל מכתב תודה משר הביטחון משה דיין. החל משנת 1971 ועד לפרוץ מלחמת יום-הכיפורים עסק גרפמן באפיון טכנולוגיית המבנה למטוס קרב עתידי, במסגרת פרויקט **חדיש בתע"א**. הוא נשלח ללמוד ולהתעדכן בפריצות הדרך החדשות בתחום, בסימפוזיונים שעסקו במבנה ובחומרים מתקדמים לשימושים תעופתיים. בעקבות זאת הוא החל להתעניין בחומרים מרוכבים, והפך למקד ידע בתחום זה בתע"א.

גרפמן השתלב גם במאמץ לפיתוח מטוס קרב חדש במסגרת תוכנית **אריה**, שהותנעה בקיץ 1974, אך לא האריכה ימים עם בחירתו

גרפמן מקבל את פרס ביטחון ישראל לשנת תשל"א מידי שר הביטחון, משה דיין. מימין: תעודת הפרס.



יצא לחו"ל במטרה לאתר ולגייס מהנדסים מנוסים לתגבור צוותי המהנדסים הישראליים. בביקורו בארה"ב נפגש ארנס עם גרפמן, והציע לו להצטרף לפרויקט הערבה כמהנדס מבנה בכיר. גרפמן ניאות להצעתו של ארנס, ולאחר שהשניים נועדו עם המנכ"ל אל שווימר נסללה דרכו לחברה.

גרפמן שב ארצה והחל לעבוד בתע"א ב-22 באוגוסט 1966. הוא השתלב מיידית בעבודות תיכון הערבה, כאשר הידע והניסיון הרב שלו סייעו רבות לתכן המטוס. כעבור שלושה חודשים מינה ארנס את גרפמן למהנדס תיכון ראשי של החברה, במקומו של שמואל (סם) ברק שסיים את תפקידו. ב-1 באפריל 1967 הוא התמנה גם למבקר הראשי של אגף הנדסה, ופיקח על איכותן של כל עבודות היצור באגף בהתאם לתקנים הנדרשים על-ידי גופי הרישוי של התעופה האזרחית. בתפקידו זה הוא נשלח גם לפקח על עבודתם של קבלני המשנה בחו"ל, שייצרו חלקי מבנה לערבה.

גרפמן היה אחראי על הסמכת המהנדסים בחברה למתן אישורי "כושר אווירי" לסרטוטי הייצור. לשם כך הוא נהג לבחון את המהנדסים במשרדו, כפי שמספר אליקים שחף: "גרפמן קיים שיחות אישיות כדי להתרשם מכישוריו של המהנדס. אני זומנתי לשיחה כזאת כאשר הייתי ראש צוות תיכון מבנה ביחידת הנדסה של בדיק מטוסים. התרשמתי שהוא קפדן מאוד".

במקביל לפרויקט פיתוח הערבה, עסק גרפמן בשנים 1968-1969 גם בפרויקט מטוס המנהלים הסילוני **1123 קומודור ג'ט**, שפותח כנגזרת של ה-**1121 ג'ט קומנדר**. בפרויקט זה תוכנו שינויי מבנה שכללו את הארכת תא הנוסעים ב-56 ס"מ, התאמת מבנה המטוס להתקנת מנועים עוצמתיים יותר, והוספת מכלי דלק בקצות הכנפיים להגדלת הטווח. גרפמן עסק גם בייצור ומתן פתרונות הנדסיים לצרכי משרד הביטחון. במסגרת זו הוענק לו פרס ביטחון ישראל ב-1971. גרפמן ושותפיו לזכייה החליטו לתרום את דמי הפרס



המרכז למורשת התעופה בניו-זילנד

בשנת 2006 באולם התצוגה הראשי. כלי-הטיס הוצבו בסדר כרונולוגי, על פי מועד הופעתם בזירה, לאורכו של מסלול מעגלי שבו המבקרים נעים באופן סמלי בכיוון השעון. חלק מהמטוסים מוצגים בדioramas קרקעיות מציאותיות להפליא, חלקם תלויים באופן הממחיש את

אופיים הייחודי של קרבות האוויר מהתקופה, וחלקם מוצגים כקפסולות זמן במצבם המקורי מבלי ששופצו מעולם. לאורך המסלול משובצות תצוגות של פריטים אותנטיים מהתקופה, שכוללים בין היתר פריטים אישיים של טייסים בולטים כמו אדי ריקנברק, רנה פונק, מאנפרד פון ריכטהופן, מקס אימלמן, אוסוואלד בלקה, ואפילו הרמן גרינג הצורך.

תערוכת Dangerous Skies (שמיים מסוכנים) שמוקדשת לתקופת מלחמת העולם השנייה נחנכה ב-2016 באולם התצוגה המשני. זוהי עדיין תצוגה מצומצמת יחסית, אך חושפת בפני המבקרים את הסיפורים הפחות מוכרים של החזית המזרחית וחזית האוקיינוס השקט, תוך שימוש בדioramas ובתצוגות פריטים היסטוריים אותנטיים. דגש מיוחד ניתן לרגימנט מפציצי הלילה ה-58 של ברית המועצות, שאויש על-ידי נשים טייסות (שנודעו בכינוי "מכשפות הלילה"), ולטייסת הקרב היהודייה לידיה ליטבק – אחת משתי הנשים היחידות בעולם שזכו בתואר אלופת הפלות מטוסים.

המוזיאון מציע אפשרות לביצוע טיסות נוסטלגיות במטוסים מימי מלחמת העולם השנייה בשמי ניו-זילנד. טיסות האורחים מבוצעות במטוס **סטירמן** שהוסב לתצורה תלת-מושבת, ובמטוס קרב רוסי **יאק-3** דו-מושבי.

כתבה זו של **בן קשלב** מלווה בתמונות שהוא צילם במהלך ביקורו בניו-זילנד בינואר 2018.



המרכז למורשת התעופה הינו מוזיאון תעופה ייחודי ומתפתח, שהוקם על-ידי קבוצת חובבי תעופה מקומיים בשדה התעופה ההיסטורי אומאקה, במחוז מארלבורו באי הדרומי של ניו-זילנד. גולת הכותרת של המוזיאון היא אוסף המטוסים והפריטים ההיסטוריים

מתקופת מלחמת העולם הראשונה, שנחשב כיום לאחד מהגדולים בעולם. קבוצת היזמים גייסה בנחישות את המשאבים הנדרשים להקמתו של המוזיאון בשיתוף פעולה עם מארגני המופע האווירי Classic Fighters, שנערך אחת לשנתיים באתר. אחד מחברי הקבוצה הוא במאי הקולנוע הניו-זילנדי סר פיטר ג'קסון, שביים בין היתר את טרילוגיות הסרטים **שר הטבעות וההוביט**. ג'קסון, חובב ידוע של מלחמת העולם הראשונה, תרם למוזיאון מספר פריטים מאוסף המטוסים שלו, וכך עשו חובבי תעופה נוספים.

המרכז נחנך בדצמבר 2006 ועד כה נפתחו בו שני אולמות תצוגה מרכזיים, שמוקדשים למלחמות העולם הראשונה והשנייה, בהם מוצגים כ-30 מטוסים – חלקם מקוריים וחלקם משוחזרים. בהמשך מתוכננים להיפתח אולמות תצוגה נוספים, שיתמקדו בהתפתחות התעופה בתקופות אחרות. חלק ניכר מהמטוסים נשמרים בכושר טיסה ונוטלים חלק במפגנים שנערכים במקום. מטוסים אחרים שולבו בתוך תפאורות מרהיבות, בדמות דיורמות מציאותיות, המציגות את כלי-הטיס בסביבתם הטבעית ברוח תקופתם. דיורמות אלו נבנו על-ידי מעצבי תפאורה לסרטים, שנשכרו על-ידי חברת Wingnut Films בבעלותו של ג'קסון.

תערוכת Knights of the Sky (אבירי השחקים) המוקדשת לתקופת מלחמת העולם הראשונה נחנכה



בריסטול 170 פרייטר בצבעי חברת Safe Air, שנרכש ושופץ למצב הסעה קרקעית על-ידי מועדון התעופה של מארלבורו, חונה ברחבה מול המוזיאון.

המוזיאון בניו־זילנד



מוראן סולנייה דגם G: המטוס המשוחזר, שנבנה בסטנדרטים תעופתיים אך טרם נמצא לו מנוע מתאים להטסתו, תלוי במבואת הכניסה למוזיאון.

המיצג מתאר את מטוסו של שיאן ההפלות הרוסי אלכסנדר קזקוב, וממחיש את שיטת היירוט הייחודית שפיתח בהיעדר חימוש תקני במטוס: קזקוב נהג להשליך עוגן אווירי, שננעץ במטוס האויב והפעיל שקיק חומר נפץ שהוצמד אליו.

אטריך רומפלר טאובה: הטאובה (יונה) החד-כנפי תוכן במקורו על-ידי המהנדס האוסטרי איגו אטריך בשנת 1910. יצרן המטוסים הגרמני רומפלר פיתח ב-1912 גרסה דו-מושבית וסיפק מטוסים לצבאות אוסטרו-הונגריה, גרמניה ואיטליה.

השחזור המוצג במוזיאון יוצר בגרמניה על-ידי היינץ לינר, סס לראשונה ב-13 במאי 2000, ונשלח לניו־זילנד ב-2005.

המיצג מתאר קרב אוויר מול דגם מוקטן של המטוס הבריטי **B.E.2**.



מוראן סולנייה דגם BB: שחזור זה של מטוס התצפית הדו-מושבי מתקופת מלחמת העולם הראשונה הוא היחיד בעולם המוצג בשלמותו. (שרידיו של אחרון המטוסים המקוריים מדגם **BB** מאוחסנים באוסף המוזיאון של חיל האוויר המלכותי בבריטניה).

המיצג מדמה נחיתה בשדה של מטוס של גיס התעופה המלכותי (RFC) שנפגע בלחימה, כאשר טייסו הפצוע מחולץ אל אמבולנס צבאי והצופה בתא האחורי מוטל ללא רוח חיים.



דימוי קרב אוויר בין פוקר E.III איינדקר (חד-כנפי) גרמני לבין איירקו DH.2 בריטי מעל תצלום אוויר מוגדל של תעלות קשר שנחפרו בקו החזית. מיצג זה מדמה את תקופת "פורענות הפוקר" במלחמת העולם הראשונה, שבמהלכה חיל האוויר הגרמני רכש יתרון על חילות האוויר של בריטניה וצרפת.

ה-E.III התאפיין בהתקנה חלוצית של מכונת ירייה קדמית, שפעלה בסכרון עם המדחף המסתובב. התקנה זו הפכה אותו למטוס הקרב היעודי המוצלח הראשון.

ה-DH.2 המשוחזר נבנה ב-1971 על-ידי וולט רדפרן מסיאטל בארה"ב, ועדיין נשמר במצב טיסה.



פוקר DR.I: מיצג מרשים של שבירי מטוסו של ה"ברון האדום". הטייס הגרמני המהולל מנפרד פון ריכטהוף נפגע מקליע ב-21 באפריל 1918, והנחית את מטוסו בכוחותיו האחרונים בעמק הסום בצרפת. חיילי יחידת ארטילריה אוסטרלית שחנתה בסמוך לאתר הנפילה הגיעו למקום וזיהו את פון ריכטהוף שנפטר מפצעיו.

המיצג מתאר את החיילים לוקחים מזכרות ממטוסו של הטייס המפורסם ביותר במלחמה.

סמל הצלב שעוטר את צידו הימני של גוף המטוס המקורי שמור בחלון תצוגה סמוך למיצג המטוס.

מיצג המנציח מטוס ניופורט 27 של גיס התעופה המלכותי שנפגע בקרב אוויר מול זימנס-שוקרט D.IV גרמני. הניופורט התרסק על עץ בשדה מושלג, והמטוס הגרמני נחת לצידו.

בדיורמה המרשימה נראים הטייסים שנלחמו זה בזה חולקים סיגריה לאחר שיצאו ממטוסייהם.

ה-D.IV המשוחזר נבנה והוטס בארה"ב, לפני שהועבר לניו-זילנד. גם הניופורט הוא מטוס משוחזר.





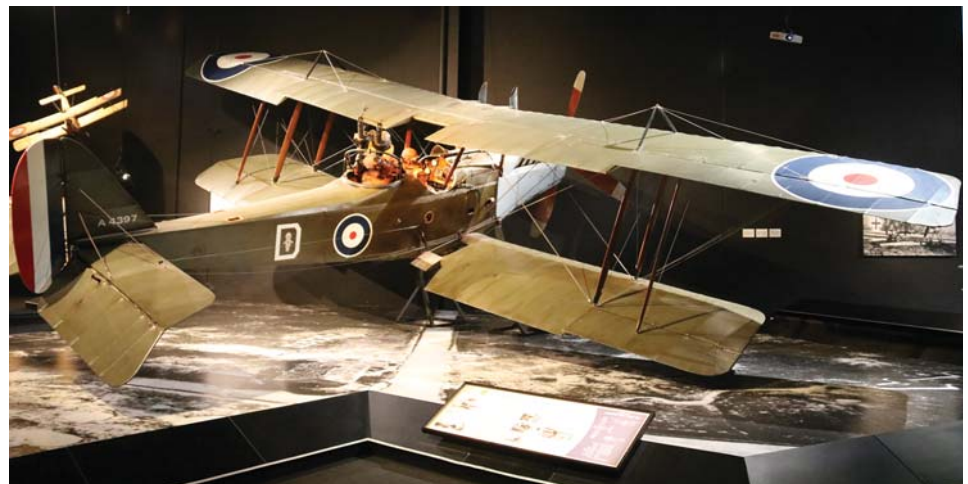
מיצג המוקדש לטייס הניו-זילנדי קית' קולדוול, שנחשב לשיאן ההפלות של ארצו במלחמת העולם הראשונה (25 הפלות).

באחת מגיחותיו נפגע ה-SE5a שהטיס בהתנגשות עם מטוס אחר. קולדוול נאלץ לצאת מתא הטייס ולנהג את מטוסו מבחוץ, כאשר משקלו מאזן את מטוסו הפגוע. בהגיעו לשטח ידיו, קפץ לקרקע. הוא שרד את הפגיעה והמשיך בקריירה מרשימה בחיל האוויר המלכותי הניו-זילנדי.

המטוס המשוחזר נבנה בניו-זילנד.

RAF RE.8: מטוסו המשוחזר של סרן רג פרנסיס מטייסת מס' 3 בגיס התעופה האוסטרלי (AFC) נבנה בניו-זילנד.

מטוסו המקורי של פרנסיס החזיק בשיא שעות הטיסה בקרב הכוחות הבריטיים, אחר שביצע 440 שעות טיסה בתקופת מלחמת העולם הראשונה.



מיצג של סדנת תיקון מטוסים, עם כלי העבודה והחומרים האופייניים לתקופת מלחמת העולם הראשונה.

המיצג מתאר תיקון של מטוס **תומאס מורס S-4 סקאוט (טומי)**. המטוס הדו-כנפי, שיוצר בארה"ב, שימש לאימון מתקדם של טייסים אמריקנים לפני שנשלחו לחזית באירופה.

בתצוגה נראה מטוס מקורי, שנחשב לאחד מעשרת השרידים האחרונים של דגם זה בעולם כולו.



יונקרס Ju-87 שטוקה משוחזר מוצג בצלילת הפצצה אופיינית, כפי שפעל בשירות הלופטוואפה במלחמת העולם השנייה.

על הקרקע מוצג מטוס הקרב האמריקני **קרטיס P-40E קיטיהוק** ששירת בחיל האוויר המלכותי הקנדי.



את זירת האוקיינוס השקט במלחמת העולם השנייה מייצג **ספיטפייר Mk XIV** של טייסת 11 הבריטית, שהופעלה על-ידי פיקוד דרום-מזרח אסיה.

המטוס שוחזר למצב טיסה והגיע לניו-זילנד בשנת 1994. ב-1996 הוא ניזוק בתאונת המראה, ורק כעבור 19 שנים חזר לטוס.

משנת 2015 נוטל ה**ספיטפייר** חלק פעיל במפגני ה-Classic Fighters.

אוורו אנסון Mk I: היחיד מסוגו שנשמר כיום במצב טיסה.

מאחור נראה ה**וקר הוריקן** טס הפוך ובוער בעת נטישה, כאשר חופתו משתרכת מאחור. המיצג מתאר את מטוסו של אלוף ההפלות הניו-זילנדי גיימס הייטר, שהופל במהלך הקרב על בריטניה ב-1940. מתחתיו מוצגת בובה בדמותו של הייטר, שצנח היישר לגינת בית שבו נערכה מסיבת קוקטייל.

ה**הוריקן** המשוחזר נבנה במקורו למצב הסעה קרקעית עצמאית עבור הסרט "הקרב על בריטניה", שהופק בשנת 1969.





מנור, עזרא דותן ושלמה ברק סייעו וייעצו לפרויקט בשלביו הראשונים.

פרויקט **ינשוף** זכה לתמיכה של מפא"ת במשרד הביטחון וגם של חיל המודיעין. לאחר כישלונות ראשונים בפיתוח כלי-הטיס בגלל חוסר ניסיון של הצוות בתחום האווירודינמיקה, גייס אלס את מומחה הטיסנים האמריקני ניק זירולי. לזירולי הייתה חברה לפיתוח וייצור טיסנים, והוא סיפק ל**תדיראן** את תוכניות הבנייה של טיסן מתאים עם מנוע בעל עוצמה מספקת שהוסב ממנוע של מכסחת דשא.

פיתוח המאסטיף בתדיראן

בשנת 1975 הציגה **תדיראן** את המזל"ט הראשון שלה **מאסטיף** לאגף המודיעין ולגורמים נוספים בצה"ל. לאחר תהליך ארוך של ניסויים ובדיקות, הוחלט בצה"ל על הצטיידות ב**מאסטיף**, שקיבל את הכינוי הצבאי **סייר 1**. להפעלת המזל"טים ולאיסוף המודיעין שהם מספקים הוקמה יחידה מיוחדת בחיל המודיעין, שנקראה **נחשון**. בריל טוען בספרו כי יחידת **נחשון** הוקמה כבר בשנת 76-1975, אך ממקורות היסטוריים של אמ"ן מתברר כי היחידה הוקמה רק ב-1978.

בתדיראן הוקם מפעל לייצור סדרתי של המזל"טים מדגמי **מאסטיף/סייר**, אשר סיפק לצה"ל במשך שנים אחדות מזל"טים שהשתלבו ביחידת **נחשון**.

בריל אינו כולל בספרו תיאור של דגמי **המאסטיף** שפותחו ב**תדיראן**, פרט לסרטוט של הדגם הראשוני **ינשוף**, עם כנפיים שהותקנו בדיהדרל גדול. אנו יכולים להוסיף את הפרטים מארכיון "ביעף".

תדיראן הציגה לראשונה את **המאסטיף 1** במאי 1978, כפי שדיווחנו אז בחוברת "ביעף" מס' 28. היה זה כלי-טיס בעל תצורה קונבנציונלית עם כנף עילית בעלת פרופיל עבה במיוחד, משטחי זנב אופקי וזנב אנכי בודד, שצויד בכרנסע גלגלי קבוע. בהרטומו הותקן מנוע בנזין שתי פעימות מקורר אוויר, שפיתח הספק מרבי של 10 כ"ס. הכלי נבנה ממעטפת פיברגלאס עם מיילי קצף. אורכו היה 2.5 מטר ומוטו כנפיו 4.2 מטר. משקלו המרבי בהמראה היה 70 ק"ג, כולל מטען תכליתי של 15 ק"ג. המזל"ט נשא בגחונו מצלמת טלוויזיה, ששידרה תמונות חדות וברורות לצג קרקעי. צוין אז, כי המזל"ט יכול לשהות באוויר בין ארבע לשש שעות. **תדיראן** דיווחה באותו מועד כי השלימה בהצלחה סדרה של 100- טיסות ניסוי, והדגישה כי הכלי נמצא עדיין בשלבי פיתוח.

כאשר חיל המודיעין הציג בפומבי את **הסורק 1** בתקופה מאוחרת יותר, צוינו על שלט שהוצב לידו מפרטים שונים במקצת: אורך – 2.73 מטר, מוטו – 4.3 מטר, משקל מרבי – 78 ק"ג, שהייה באוויר – 4 שעות.

בשנים הבאות פיתחו ב**תדיראן** את הדגמים המתקדמים יותר **מאסטיף 2** ו-**3**, שהתאפיינו בתצורה שונה – יחידת זנב כפולה הנתמכת על שני מנורים היוצאים מצדי הגוף, כאשר המנוע



חדש שיענה על הדרישות היומיומיות. בעקבות זאת החליט מפקד היחידה הטכנולוגית, יוסי לגנזקי, לסגור את הפרויקט בשנת 1971. הוא טען כי "המזל"טון הוא נושא שמתאים לחיל האוויר ולא לחיל המודיעין". אבל גם בחיל האוויר סירבו אז לקחת על עצמם את המשך פיתוחו של "הצעצוע".

בריל המשיך במאמציו לעורר מחדש את העניין במזל"ט, אך ללא הצלחה. בדצמבר 1972 ובאוגוסט 1973, שבועות ספורים לפני מלחמת יום הכיפורים, שלחתי שני מכתבים לראש אגף המודיעין, לקציני המודיעין הפיקודיים ולגורמים נוספים בחיל בניסיון לסובב את הגלגל לאחור ולחדש את הפרויקט, הוא כתב. "אך על אף העובדה שראש אמ"ן, אלי זעירא, קרא ואף העביר את מכתבי לחוות דעת של מחלקת המודיעין של חיל האוויר – הנושא נשאר תלוי ועומד. הפרויקט לא נפתח מחדש".

את המשך סיפור פיתוח המזל"ט הישראלי והגשמתו הרעיון בשלב מאוחר יותר מתאר בריל בפרק השביעי בספרו: "המצאת המזל"ט – פרק ב". להלן עיקרי הדברים.

בשנת 1974 הקימו יהודה מנור, אל אלס, עזרא דותן ושלמה ברק חברת הזנק בשם **Airmeco** במטרה לקדם פיתוח מזל"ט מבצעי. הארבעה עבדו על המיזם שלהם מעבר לשעות העבודה הרגילות ובאמצעים בסיסיים שאותם מימנו מכיסם הפרטי. היעד שהציבו לעצמם היה לפתח מזל"ט לטווח של עד 50 ק"מ, שיוכל לשדר צילומי וידאו אל תחנה קרקעית בזמן אמת. הפתרון הראשון שלהם היה מזל"ט דר-מנועי שיוכל לשאת את המטע"ד והדלק הנדרש, אך כבר באחת מטיסות הניסוי הראשונות הכלי התרסק. כשראו כי לא יוכלו להצליח בכוחות עצמם, מכרו הארבעה את **איירמקו** וזכויות הפיתוח שלה לחברת **תדיראן**. אלס התפטר מעבודתו בתע"א והועמד בראש הפרויקט ב**תדיראן**, שכונה **ינשוף**. גם יהודה

לראות למרחוק, כי בנפשי הדבר

מאת שבתאי בריל
סטימצקי הוצאה לאור, 2019.
341 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 100 ש"ח.

סגן-אלוף (בדימוס) שבתאי בריל, ששירת במשך שנים ארוכות ביחידת המודיעין 848 שהפכה להיות 8200, מגדיר את עצמו כ"ממציא המזל"ט". הוא מנכס לעצמו תואר זה מאחר שיום את המזל"ט הישראלי הראשון, שביצע גיחת צילום מוצלחת בחזית תעלת סואץ ב-7 ביולי 1969. אולם, כפי שהזכיר נפתלי הורוביץ בכתבתו על אותו **מבצע טיסון** מ-1969 בגיליון הקודם של "ביעף", הרעיון לצייד כלי-טיס זעיר נהוג מרחוק בגלי רדיו במצלמה לצורך צילום מתקני אויב הועלה בגרמניה הנאצית כבר בשנת 1939 ואף נוסה בפועל. לפיכך, שבתאי בריל אינו יכול להיחשב ל"ממציא" הרעיון, אך בוודאי מגיע לו הקרדיט על הגשמת יישום הרעיון הבסיסי הזה וקידומו למעמד מבצעי בצה"ל.

בריל מקדיש את הפרק השלישי בספרו לפרשת **מבצע טיסון** מ-1969, תחת הכותרת: "המצאת המזל"ט – פרק א". על פני 40 עמודים הוא מתאר בהרחבה את התגבשות הרעיון לצייד טיסן נהוג-רדיו במצלמה ואת יישום הרעיון בישראל וביצוע הגיחה המבצעית. הוא מפרגן לשותפיו העיקריים במבצע זה, שלמה ברק ועזרא דותן, אך מגמד את חלקו של נפתלי הורוביץ, שבזכות כושר הטסתו ותושייתו הושלמה המשימה בהצלחה למרות הקשיים שהתעוררו (ראה "ביעף" e150 עמ' 32-35).

בריל ממשיך ומספר, כי כדי לאשש את התוצאות ולהוכיח שאין מדובר בניסוי חד-פעמי, הוחלט על ביצוע גיחה מבצעית שנייה. זו בוצעה כעבור מספר שבועות בבקעת הירדן כדי לצלם מוצב ירדני, באמצעות טיסן חדש בעל כנף עילית. גם משימה שנייה זו הוכתרה בהצלחה, כאשר התמונות שהביא המזל"ט היו ברורות וחדות. "עכשיו כבר היה ברור מעבר לכל ספק שיש בידנו כלי עבודה אמין שמאפשר להביא מודיעין איכותי מהשטח, שהיה נחוץ מאוד", כותב בריל.

לאחר ההצלחה המשכנעת של שתי גיחות הצילום מעבר לגבול, החליט ראש אמ"ן על הקמת צוות מיוחד ביחידה הטכנולוגית של חיל המודיעין שיתרכז אך ורק בפיתוח המזל"ט. הצוות החליט על פרויקט חדש לחלוטין, שמטרתו הייתה פיתוח טיסן לטווח של כ-50 ק"מ בעל יכולת לשאת מטע"ד הרבה יותר כבד, שיאפשר הרכבת מצלמת וידאו, יכולת שידור לאחור בזמן אמת וטייס אוטונומי. בריל חשב אז כי עדיף למצות את הפוטנציאל של המערכת שכבר פותחה והודגמה, אך מפקדת היחידה הטכנולוגית לא הקשיבה לטיעונו. "לא שותפתי במיזם, לא כיוזם הרעיון ולא כמייצג הלקוח הסופי", הוא כותב באכזבה. "מצערת עוד יותר הייתה החלטת היחידה לא לבקש את עזרתו של שלמה ברק, שצבר מאות שעות ניסיון בהפעלת הטיסנים ויכול היה לנווט את הפיתוח לחוף מבטחים".

צוות הפיתוח, שהיה חסר ידע וניסיון באווירונאוטיקה, לא הצליח לפתח טיסן מסוג



למעלה: המזל"ט מאסטיף/סייר 1 בתערוכה של חיל המודיעין. למטה: התקנת המצלמה בגחון של הסייר 1.



המזל"ט מאסטיף/סייר 3 בהפעלה מבצעית ביחידת נחשון של חיל המודיעין בשנות ה-80.



בעל הספק של 22 כ"ס והמדחף מותקנים באחורי הגוף. הדגם הסופי מאסטיף 3, שסופק ליחידת נחשון בשנות ה-80' והוצע גם לייצוא, התאפיין בנתונים הבאים: אורך כולל – 3.3 מטר, מוטת כנף – 4.25 מטר, משקל המראה מרבי – 138 ק"ג, משקל מטע"ד מרבי – 37 ק"ג, תקרת טיס – 4,480 מטר, רדיוס פעולה – 135 ק"מ, זמן שהייה מרבי באוויר – 7:30 שעות. שמונה כטב"מים כאלה סופקו לחיל הנחתים של ארה"ב בשנים 1984-85 למטרות ניסויים והערכה.

בריל מזכיר, כי במלחמת לבנון הראשונה בשנת 1982 היו בצה"ל שתי יחידות שונות שהפעילו שני דגמים שונים של מזל"טים: הסייר 2 מתוצרת תדיראן בחיל המודיעין, והזהבן מתוצרת התע"א בחיל האוויר.

בריל מתאר בתמציתיות את שינוי היחס של חיל האוויר למזל"טים אחרי מלחמת יום הכיפורים. הוא מזכיר את רכש מערכת הכיפוי IIB מתוצרת פילקורפורד, שכונתה בישראל בז'נבה, ואת הניסיון שנכשל לפתח את הבז הננסי בחברת טלדיין-ראיין; ואת הפנייה לתע"א ב-1977 לפיתוח מקומי של מזל"ט הזהבן. אך בריל אינו מדייק בלוחות הזמנים, כשהוא כותב: "וכך, רק בשנת 1977 פנה חיל האוויר לפיתוח מקומי של מזל"ט... בעת ההיא כבר היו דגמי הסייר של תדיראן סורקים את שמי האזור בשימוש מבצעי בחיל המודיעין".

תדיראן אומנם הקדימה את התע"א בפיתוח מזל"ט כאשר הצגה אב-טיפוס ראשון של המאסטיף בשנת 1975, אבל הסייר 1 הסדרתי נכנס לשימוש מבצעי ביחידת נחשון רק ב-1978. כפי שמפורט בספר האנשים שמאחורי המל"ט (ראה "ביעף" e146 עמ' 29), הזהבן טס לראשונה בתחילת 1979, המערכת הראשונה נמסרה לחיל האוויר באוקטובר 1980, והיא הוכרזה כמבצעית ביולי 1981.

למי הגיע פרס ביטחון ישראל?

נושא המזל"טים תופס רק חלק קטן בספרו של שבתאי בריל. חלקו העיקרי של הספר מוקדש לדיון וניתוח נושא המחדל המודיעיני במלחמת יום הכיפורים, כאשר בריל טוען שהוא ידע לאבחן את האיומים שבישרו על המלחמה ואף התריע עליהם. הוא מעלה טענות חריפות נגד מפקדיו וקובע: "כבאבחת חרב נבלמה התקדמותי מפני שהעזתי לעקוף את מפקדי ולהתריע על המלחמה הקרבה והולכת". לדעתו, אילו המזל"טים היו בשימוש במלחמת יום הכיפורים, לא הייתה נגרמת הפתעה.

בריל קובל גם על שלא נכלל בין הזוכים בפרס ביטחון ישראל עבור פיתוח המזל"ט הראשון בצה"ל – פרס שהוענק בשנת 1981 למהנדסים בתע"א על פיתוח הזהבן – וטוען כי הפרס "מגיע למהנדסי תדיראן, ובראשם לארבעת 'המופלאים', צוות המפעילים המקורי שעבד איתי על בניית אב-הטיפוס הראשון, ועוד שני מהנדסים שהצטרפו אליהם, שיחד בנו את המזל"ט המקצועי הראשון סורק 1... שהופעל בשטח באופן מבצעי... יותר משלוש שנים לפני שהתע"א בנתה את המזל"ט הראשון שלה עבור חיל האוויר".

עוד הוא עוסק בספר במלחמות בלבנון, ומביע את דעתו כיצד ראוי לנהל באופן מושכל יותר את מלחמת לבנון השלישית, אם תפרוץ חלילה.

דולין. חיל האוויר הישראלי תקף את מערך הטילים החדש בסוף יוני ובתחילת יולי, אך ספג אבדות כואבות.

"תרחיש האימים התגשם, וישראל לא הייתה מסוגלת לעמוד בפני האיום. הפאנטום... נכשל מול מערך הטילים הסובייטי", כותב דולין. הוא מצטט מדברי הרמטכ"ל בר-לב בישיבת ועדת החוץ והביטחון ב-7 ביולי 1970, שתיאר את חומרת האיום: "הצפיפות של הסוללות והפריסה שלהן היא כזאת, שעל כל סוללה ישנה סוללה נוספת המגינה עליה, והיא מסוגלת לפגוע במטוסים התוקפים את הסוללה השכנה. הפריסה של הסוללות היא כך שכל אחת אחראית לגזרה של 90 מעלות, כשעל 270 המעלות הנוספות אחראיות שלוש הסוללות האחרות".

במבצע **אתגר** ב-18 ביולי יצאו שתי טייסות **פאנטום** בהרכב מלא לתקוף את מערך הטילים במצרים תוך שימוש במערכות ל"א חדשות שסופקו מארה"ב. יש שחשבו כי מבצע **אתגר** היה הצלחה, אך דולין טוען: "בתוך זמן קצר הוצבו סוללות חדשות במקום אלה שנפגעו. הטילים המשיכו להתקרב אל התעלה".

את קרב האוויר ב-30 ביולי שבו הופלו חמישה מטוסי **מיג-21** שהוטסו על-ידי טייסים סובייטים מגדיר דולין כ"קרב מוצלח במלחמה אבודה". בעקבות הקרב קיבלו שתי סוללות טילים סובייטיות פקודות לנוע מלב מצרים אל שפת התעלה באזור איסמעיליה. כוח ההגנה האווירית הציב מארב למטוסי **פאנטום** ישראליים שבאו לתקוף אותו ב-3 באוגוסט, מטוס אחד הופל ושני נפגעו.

בלילה שבין ה-7 ל-8 באוגוסט נכנסה לתוקפה הפסקת האש שהביאה לסיומה של מלחמת ההתשה בחזית המצרית. הסובייטים הפרו את התחייבותם וקדמו את סוללות הטילים לקרבת התעלה. דולין מסכם את המצב שנוצר וכותב:

"כשהאיר היום ב-8 באוגוסט, חומת סואץ הייתה עובדה קיימת. בימים שבאו לאחר מכן נוספו אליה סוללות חדשות, עד שהפכה למחסום אווירי שאיראפשר לחצות. זאת הייתה



בשלב השני שלחו הסובייטים למצרים את הדיוויזיה ה-18 בפיקודו של גנרל סמירנוב, שכללה כ-10,000 חיילים עם עשרות סוללות טילי קרקע-אוויר. כוח ההגנה האווירית כלל מערכות טילי SA-3, תותחי נ"מ מתנייעים מכווני-מכ"ם מדגם **שילקה** וטילי כתף **סטרלה**, שסיפקו חיפוי יעיל לסוללות ה-SA-2 שהפעילו המצרים. העברת הכוח הזה בדרך היס לנמל אלכסנדריה התחילה בראשית מארס, ובתוך זמן קצר נפרסו סוללות הטילים החדשות להגנת אתרים מרכזיים במצרים. בסוף מארס היו שמי מרכזי מצרים בשליטת הדיוויזיה ה-18, לאחר שהושלם מבצע **קווקז** הראשון.

בסוף יוני החלו סוללות הטילים לנוע מזרחה מתוך מערך ההגנה האווירית של קהיר, למרחק של כ-50 ק"מ מקו המים בתעלת סואץ. "ברית המועצות החלה להציב את חומת סואץ", כותב

חומת סואץ – סיפורה של המלחמה הסודית בין מדינת ישראל לברית המועצות מאת בוריס דולין

כנרת, זמורה, דביר – מוציאים לאור, 2020 מחיר ספר מודפס (432 עמודים בכריכה רכה): 98 ש"ח.

מחיר ספר דיגיטלי ביישומון **עברית**: 42 ש"ח.

מלחמת ההתשה בחזית המצרית לאחר מלחמת ששת הימים גלשה בשלביה האחרונים לעימות צבאי עם ברית המועצות. כפי שטוען בוריס דולין בהקדמה לספרו:

"בחודשי הקיץ של 1970 צה"ל לחם כנגד כוח משלוח סובייטי במצרים, ונכשל. הפסקת האש של ה-7 באוגוסט, שסיימה לכאורה את מלחמת ההתשה, הייתה למעשה אקורד הסיום של מלחמה אחרת. בניגוד לגרסה הרשמית, הפסקת האש לא הייתה ניצחון ישראלי על המצרים. להפך, היא הייתה ביטוי של תבוסה ישראלית לכוח סובייטי יעיל ונחוש".

דולין ממשיך וכותב בהקדמה: "מוסקבה שלחה כוח צבאי כדי לחסום את שמי מצרים בפני חיל האוויר הישראלי. היא לא עשתה זאת מתוך רעות ואחווה עם המשטר המצרי. לברית המועצות היו אינטרסים על אדמת מצרים, נוכחות צבאית כחלק מפריסת הכוחות העולמית שלה במסגרת המלחמה הקרה. מלחמת ההתשה, שבה פתח הנשיא המצרי גמאל עבד אל נאצר, גררה תגובה ישראלית שסיימה את המאמץ הסובייטי. ברית המועצות נזעקה להגן עליו והציבה טילי קרקע-אוויר לאורך תעלת סואץ. אלה הורחיקו את חיל האוויר הישראלי ולמעשה יצרו את הנסיבות לפתיחתה של מלחמת יום הכיפורים".

בוריס דולין – מומחה לביטחון בינלאומי וחוקר תורות לחימה, המתמקד במעורבות ההיסטורית של ברית המועצות במזרח התיכון ובנוכחות הרוסית באזור כיום – אינו הראשון שמתאר את המעורבות הסובייטית במלחמת ההתשה. קדמו לו פרופ' דימה אדמסקי בספרו **מבצע קווקז** שפורסם ב-2006, ד"ר איזבלה גינור וגדעון רמז בספרם **The Soviet-Israeli War, 1967-1967**, פסח מלובני בספרו **דגל אדום מעל המזרח התיכון** (את שני האחרונים, שהופיעו ב-2017, סקרנו ב"ביעף" e141 עמ' 33-34), ועוד. דולין מרחיב את היריעה מעבר לפרסומים הקודמים ומציג תמונה מלאה ורב-ממדית – מדינית, צבאית, אנושית – לאחר ששוחח עם לוחמים סובייטים ועם אנשי צוות אוויר ישראליים, צלל לחומרי ארכיון בשלל שפות, ובחן את כתביהם של מנהיגים מכל הצדדים.

כפי שמתאר דולין בספרו, ההחלטה של שליטי ברית המועצות להתערב באופן פעיל במלחמת ההתשה נתקבלה בתחילת אוגוסט 1969, לאור אזלת ידם של המצרים להגן על מדינתם מהתקיפות האוויריות של חיל האוויר הישראלי והסכנה שנבעה מכך לנוכחות הסובייטית במצרים.

בשלב הראשון הרכיבו הסובייטים שתי יחידות, טייסת 35 ורגימנט 135, שנועדו לתפוס שליטה בשמי מצרים. הכוח האווירי הועבר למצרים באמצעות מטוסי מטען ענקיים וספינות משא. טייסת 35 בפיקודו של קולונל נסטקו נכנסה לפעולה ב-1 בפברואר 1970, כאשר מטוסיה נצבעו בצבעי חיל האוויר המצרי ונשאו את סמליו.

טיילי קרקע-אוויר S-125 נווה (בקוד נאט"ו: SA-3 גואה) במוזיאון הכוחות הצבאיים של הפדרציה הרוסית.



ההתפתחויות שלב אחרי שלב תוך הסבר מקיף של הרקע המדיני אצל כל אחת מהמעורבות – ישראל, מצרים, ארצות הברית וברית המועצות. באופן זה יכול הקורא להבין היטב את הסיבות להתרחשויות, את שיקוליהם של המנהיגים, ואת הצעדים המדיניים והצבאיים שנקטו. קראנו את הספר בעניין רב ובהנאה, ואנו ממליצים עליו בחום לכל המתעניין במלחמות ישראל ובפעילות חיל האוויר.

דולין ממשיך לתאר את ההתפתחויות גם אחרי סיומה של מלחמת ההתשה. נשיא מצרים סאדאת אילץ את הכוחות הסובייטיים בדיוויזיה ה-18 לצאת ממדינתו ביולי 1972, תוך השארת הטילים והציוד. סאדאת הלאים את חומת הטילים שלאורכה של תעלת סואץ, ובכך נעשה צעד נוסף לעבר מלחמת יום הכיפורים. ספרו של בוריס דולין כתוב בסגנון שוטף ומרתק, ונקרא כמו סיפור מתח. הוא מתאר את

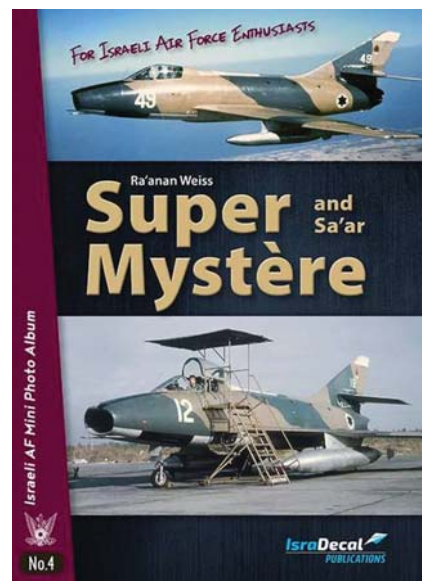
יצירת מופת של מערכות חימוש משולבות – והטווח שלהן חדר עמוק אל תוך שמי סיני. חזון האימים של ירושלים הפך למציאות. חיל האוויר של ישראל הורחק מתעלת סואץ על-ידי ברית המועצות והצבא המצרי. מוסקבה יצרה מטריית טילים, ולמעשה נתנה למצרים את היכולת לצלוח את תעלת סואץ. הלילה שבו התחילה – והופרה – הפסקת האש היה הלילה שבו נולדה מלחמת יום הכיפורים."

הנושאים הבאים: דרישות ההתעצמות בשנים 1956-1950; **אוראגנים ומיסטרים** במבצע קדש; מטוסי חוד החנית בשנים 1956-1962; מעליונות אווירית לתקיפה בשנים 1962-1967; מלחמת ששת הימים; הוצאתם משירות של **האוראגנים והמיסטרים** והשבחת **הסופר-מיסטרים** לסער. אלוני מפרט את רכש המטוסים האלה ומתאר את הפעלתם בטייסות השונות.

כהרגלו, שלמה אלוני מצדיק שוב את המוניטין שלו בכתיבה מוקפדת, אמינה ומדויקת, בהסתמך על מסמכים היסטוריים ועל ראיונות עם הטייסים שפעלו באותן שנים. ניתן לרכוש את החוברת באתר:

www.avions-bateaux.com

לרכישת האלבום פנה אל רענן וייס בדוא"ל: weiss@shani.net



בחזרה מהירח
זאב רז

Jets Francais en Israel: Ouragan, Mystere et Super-Mystere a L'Etoile de David

מאת שלמה אלוני
Hors-serie Avions No. 51, Lela Presse, 2020
112 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 17.50 אירו.

הוצאת **Lela Presse** הצרפתית פרסמה מאז 2011 ארבע חוברות פרי עטו של שלמה אלוני, שהתמקדו בפעילות חיל האוויר הישראלי במלחמת ששת הימים (בשני חלקים), במלחמת יום הכיפורים, ובתיאור מעלליהם הקרביים באוויר של אלופי הטיס הישראליים. אלוני כתב באנגלית, והתמליל תורגם לצרפתית.

בסוף מארס השנה הופיעה חוברת חמישית בסדרה זו, המוקדשת לשלושה מטוסי קרב צרפתיים מתוצרת **דאסו** שהופעלו בחיל האוויר הישראלי: **אוראגן**, **מיסטר** ו**סופר-מיסטר**. החוברת המעוצבת בצורה יפה כוללת כ-150 תמונות (רובן בשחור-לבן), וכן 25 פרופילים צבעוניים של המטוסים בסכמות צביעה שונות. מי שקורא צרפתית ימצא בחוברת זו את המידע המקיף והמעודכן ביותר על רכש המטוסים הצרפתיים האלה ועל הפעלתם המבצעית בחיל האוויר הישראלי. אלוני מתאר בסדר כרונולוגי את ההתפתחויות בחיל האוויר הישראלי בהקשר לרכש מצרפת והפעלת מטוסי הקרב הצרפתיים מראשית שנות החמישים ועד 1975. בחוברת שישה פרקים, המתארים את

Super Mystere and Sa'ar

Israeli Air Force Mini Photo Album No. 4
מאת רענן וייס
IsraDecal Publications, 2019
88 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 135 ש"ח.

הכותר הרביעי בסדרת אלבומי התמונות של רענן וייס על מטוסי קרב בשירות חיל האוויר מוקדש ל**סופר מיסטר (סמב"ד)** ולדגם המושבח שלו **סער**. אלבום זה מכיל 24 עמודים יותר מאשר שלושת הכותרים הראשונה בסדרה זו (ראה סקירה ב"ביעף" e147 עמ' 29), אך המתכנת זהה. באלבום עשרות רבות של תמונות באיכות טובה המנציחות כמעט את כל מטוסי **הסמב"ד** וה**סער** שהופעלו בחיל – רובן המכריע בשחור-לבן ורק מיעוטן צבעוניות. לכל תמונה כיתוב מפורט, כך שבסיכום מוגש סיפורו המלא של המטוס לכל אורך תקופת הפעלתו. בנוסף, כולל האלבום ציורי פרופיל צבעוניים ומבטרי-על של תשעה מטוסי **סמב"ד** ושלושה מטוסי **סער** בסכמות צביעה שונות. רענן וייס הצליח לראשונה להרכיב רשימה מלאה של כל מטוסי **הסמב"ד** ששירתו בישראל, כולל אלה שהושאלו מהצרפתים לתקופה קצרה במלחמת ששת הימים. הרשימה כוללת מספרי זנב, פירוט תאונות ואבדות בפעילות מבצעית עם שמות הטייסים שהיו מעורבים, וכן ציון גורלו של המטוס. ברשימה גם זיהוי של 16 מטוסי **הסער** שנמכרו להונדוראס.

פרסום זה מתעד בצורה מקיפה ביותר את מטוסי **הסמב"ד** וה**סער** שפעלו בישראל, וראוי לשבח.

בחזרה מהירח, מאת זאב רז
הוצאת הקיבוץ המאוחד, 2019
מחיר ספר מודפס (238 עמודים): 92 ש"ח.
מחיר ספר דיגיטלי ביישומון **עברית**: 42 ש"ח.

אלוף-משנה (בדימוס) זאב רז נודע כטייס חיל האוויר שהוביל את התקיפה על הכור הגרעיני בעיראק ב-7 ביוני 1981. ציפנו, שכאשר יפרסם ספר אוטוביוגרפי, הוא יתאר בפירוט את תולדות שירותו הארוך בחיל האוויר, כפי שעשו רבים מעמיתיו. במקום זאת, קיבלנו אוסף של סיפורים קצרים המערבבים בין המציאות לבין הבדיון, עם ציטוטים רבים משירים, מהתנ"ך ומספריו של הטייס והסופר הצרפתי אנטואן דה סנט-אקזופרי. זהו אויל חומר ספרותי מעניין לימי הסגר ובידוד, אבל אינו מוסיף דבר לתיעוד ההיסטוריה של חיל האוויר – כפי שאנו מחפשים. אותנו הספר אכזב.

ההגנה והמדינה, ועד היועצים המובילים בתחומי הביטחון והמדיניות. כך דיבר עם רבים מהם ושמע את גרסאותיהם ונקודות מבטם, והוא מצטט בהרחבה בספר משיחות שהתקיימו בעת מעשה מזיכרון של המשתתפים או בהתבסס על תעתיקים מתועדים.

כך פורס בספרו את סיפור המעשה מהבחינות המודיעיניות, המדיניות, הפוליטיות והצבאיות מאז מארס 2007, עת התגלו העקבות החשודים של המתקן הכולך ונבנה בדיר א-זור בסוריה. הוא מדגיש את ההפתעה בגילוי כי הצפון קוריאנים עומדים מאחורי הקמת הכור בסוריה, ומתאר את המאמצים המוצלחים לאימות הקשר הזה. ישראל שיתפה את ארה"ב במידע המודיעיני המחשיד, אך נדרשו מאמצים רבים כדי לשכנע את האמריקנים כי אכן מדובר בכור גרעיני. כך חושף מידע רב על הפגישות בין האישים הישראליים לאמריקנים, על דעותיהם השונות של בכירים בממשל ארה"ב, על השיחות בין ראש ממשלת ישראל אולמט לנשיא ארה"ב בוש, ועל הניסיונות לשכנע את ארה"ב לקחת על עצמה את ביצוע תקיפת הכור הסורי והשמדתו, שלא צלחו. חלק ניכר בספר מוקדש לויכוחים בתוך ישראל, בין ראש הממשלה והגורמים המודיעיניים שהשתכנעו במהותו של האיום החמור ובצורך לסכלו, לבין אלה שביקשו לדחות את ההחלטה, כמו שר הביטחון אהוד ברק.

כך מתאר באהדה רבה את הובלתו של ראש הממשלה במסלול המכשולים להגשמתו המוצלחת של המבצע, ומקבל את הגרסה שהציג אהוד אולמרט בספרו. יחד עם זאת, הוא אינו נגרר להשמצות הקשות על התנהגותו של שר הביטחון אהוד ברק, כפי שעשה אולמרט. הספר כתוב יפה, בסגנון שוטף, וקריאתו מרתקת. יעקב כץ כותב באנגלית, והמתרגם לעברית עשה עבודה טובה.

מצער, שנתרו בספר שגיאות הגהה אחדות שלא נופו על-ידי ההוצאה (לדוגמה: כתב"ם במקום כטב"ם), וכמה שגיאות ואי-דיוקים בעובדות ובניסוח, במיוחד בהקשר להיבטים תעופתיים (לדוגמה: "הבערת מדחפים" ב-F-16, כאשר הכוונה היא להפעלת המבקר האחורי במנוע הסילון של המטוס).



הספר – 11 ישראלים, הכוללים את ראש הממשלה ושרי הביטחון והחוץ, ראשי הצבא והמוסד, וראש המועצה לביטחון לאומי; ו-11 אישים אמריקנים, מהנשיא, סגנו ומזכירי



מטוס סופה מטייסת 119 שהשתתף בתקיפה, חמוש בשתי פצצות ברד כבד (GBU-31 JDAM) במשקל 900 ק"ג כל אחת ובשני טילי אוויר-אוויר AIM-120C מונחי-מכ"ם. למעלה: סמל המבצע שהודבק על המטוסים.



קוד אריזונה – כך השמידה את הכור הגרעיני בסוריה
מאת יעקב כץ (תרגום מאנגלית: אמנון כץ)
כנרת, זמורה, דביר – מוציאים לאור, 2020.
המחיר: 98 ש"ח לספר מודפס בן 256 עמודים;
44 ש"ח לספר דיגיטלי ביישומון עברית.

בלילה שבין ה-5 ל-6 בספטמבר 2007 ביצע חיל האוויר משימה בעלת חשיבות עליונה למדינת ישראל – מבצע "ניגון שקט" להשמדת הכור הגרעיני אל קיבאר (שכונה בישראל בשם הקוד "עין הבשור"), אותו בנו הסורים בחשאיות בסיוע קוריאנה הצפונית באזור דיר א-זור בצפון-מזרח סוריה.

ארבעה מטוסי F-15I רעם מטייסת 69 הפטישים בבסיס חצרים וארבעה מטוסי F-16I סופה מטייסות 119 העטלף ו-253 הנגב בבסיס רמון תקפו את הכור בפצצות מונחות והשמדו אותו כליל. כדי שלא להתגלות, הם יצאו צפונה מעל לים התיכון ונכנסו לעומק סוריה בקרבת הגבול הסורי עם טורקיה, בטיסה בגובה נמוך מעל פני הקרקע.

האתגר לא היה לפגוע במטרה ולהשמדה – את זה חיל האוויר יודע לעשות באופן מושלם, במיוחד כשמדובר במטרה לא מוגנת היטב בסוללות טילי קרקע-אוויר מתקדמים (הסורים לא הגנו על האזור כדי שלא לעורר חשד לגבי אופיו של המתקן). האתגר העיקרי היה להגיע למקום בהפתעה מוחלטת מבלי להתגלות בדרך, לתקוף ולעשות זאת תוך הקטנת הסיכון למלחמה כוללת בין ישראל לסוריה. לצורך כך הוחלט לבצע את התקיפה ב"חתימה נמוכה" ככל האפשר, עם כוח אווירי מצומצם, כדי "שהפעולה לא תקושר – לפחות לא בשלב הראשון – למדינת ישראל, ובכך לצמצם את הפוטנציאל למהלך מלחמתי נרחב", כפי שכתב מפקד חיל האוויר דאז, אלוף אליעזר שקדי, בפגישתו ללוחמים לקראת יציאתם למבצע. היה חשוב מאוד להשאיר לנשיא סוריה בשאר אל-אסד "מרחב הכחשה", כדי שיוכל להבליג על התקיפה.

המבצע נשמר בסוד בישראל במשך יותר מעשור, ופרסומו הרשמי אושר רק ב-21 במארס 2018. באותה עת פרסם גם ראש הממשלה לשעבר אהוד אולמרט את גרסתו לניהול האירוע, בפרק השני בספרו האוטוביוגרפי בגוף ראשון.

יעקב כץ, העורך הראשי של העיתון ג'רוזלם פוסט מאז 2016 ובעברו הכתב והפרשן הצבאי של עיתונו, טוען כי ספרו החדש הוא "הסיפור המלא" של המבצע. שם הספר מציין את מילת הקוד (אריזונה) ששידר הנווט של המטוס האחרון לתא השליטה, לאישור כי כל הפצצות פגעו במטרה והתפוצצו כמתוכנן.

היומרה ל"סיפור המלא" קצת מוגזמת. כץ מקדיש לתקיפה האווירית עצמה מקום מצומצם מאוד בספרו, בקושי שני עמודים. אמת, הסיפורים על הטייסים והמטוסים שביצעו את התקיפה פורסמו בהרחבה באמצעי התקשורת ביום בו אישרה הצנזורה לחשוף את המבצע וגם לאחר מכן, אבל בספר המתיימר להגיש לקורא את הסיפור המלא היה ראוי להקדיש לתקיפה פרק שלם.

בסיפור המלא התכוון כץ למה שכל כך אהוב על עיתונאים לדורותיהם: סיפורי "רכילות" מאחורי הקלעים על דמויות המפתח המעורבות, שאת שמותיהם הוא מפרט בפתח

דאסו סופר מיסטר (סמב"ד) / סער - עדכון

נוספים בשנים 1967 עד 1971, כך שבסך הכול נכנסו לשירות טייסת 105 העקרב בחצור 52 מטוסי סופר מיסטר. בנוסף לאלה, הפעילה הטייסת במהלך מלחמת ששת הימים שמונה מטוסים שהושאלו מחיל האוויר הצרפתי לאחר שסיימו עבודות תחזוקה במפעלי התע"א בלוד. 27 מטוסי הסופר מיסטר שנתרו בשירות בתחילת שנות ה-70' הושבחו לתצורת סער, כאשר המנוע הצרפתי הוחלף במנוע אמריקני אמין ויעיל יותר.

הפרסומים החדשים של שלמה אלוני ושל רענן וייס, אותם אנו סוקרים בגיליון זה, יחד עם מידע שנאסף במרוצת השנים בארכיון "ביעף", מאפשרים לנו עתה להציג תמונת מצב מלאה ומדויקת של רכש מטוסי הסופר מיסטר והפעלתם בחיל האוויר. בכך אנו מעדכנים את הכתבה המקורית שלנו על מטוס קרב צרפתי זה, שפרסמנו בחוברת "ביעף" מס' 38 במארס 1981. באותה עת היה ידוע רק על רכש של 36 מטוסים. מאז, נחשף מידע על קליטת 16 מטוסים

רכש מטוסים נמשך

כפי שכותב שלמה אלוני בחוברת Avions, הצרפתים הציעו לישראל את הסופר מיסטר יותר משנה לפני שחיל האוויר הכניס לשירותו מטוס קרב צרפתי כלשהו – עוד כאשר המטוס היה בשלבי פיתוח מוקדמים. בעקבות ההצעה הצרפתית החליט משרד הביטחון ב-11 בספטמבר 1955 להזמין 18 מטוסי סופר מיסטר במחיר של 500,000 דולר למטוס, אשר יסופקו החל מ-1958.

ב-15 בנובמבר 1956 דווח לראש הממשלה ושר הביטחון דוד בן-גוריון כי נחתם חוזה לרכישת 24 מטוסי סופר מיסטר. למעשה, העסקה כללה הזמנה החלטית ל-18 מטוסים ועוד אופציה לשישה מטוסים נוספים.

בחיל האוויר נבחר סרן יעקב נבו ("יאק") להוביל את קליטת המטוסים החדשים, והוא ביצע טיסה ראשונה בסופר מיסטר בדצמבר 1957 בבסיס מון דה מארסן בצרפת. ב-20 באוגוסט 1958 הוקמה מחדש טייסת 105 בבסיס חצור, לצורך קליטת מטוסי הסופר מיסטר, ונבו מונה למפקדה. כחודש לאחר מכן נשלח נבו יחד עם שלושה טייסים נוספים מצוות ההקמה של טייסת 105 – סרן זוריק לב, סגן אוהד שדמי וסג"מ אילן רון – לקורס הסבה בחיל האוויר הצרפתי.

ארבעת הטייסים האלה, יחד עם טייס הניסוי הראשי של חיל האוויר דני שפירא, ששהה אז בצרפת, וטייס צרפתי שהוביל את המטוס, העבירו את ששת מטוסי הסופר מיסטר הראשונים לישראל במבצע שכונה בשם הקוד סרפד. הם המריאו ב-3 בדצמבר 1958 מבסיס איסטר לברנינדיזי באיטליה, ולמחרת המשיכו בנתיב לישראל ונחתו בבסיס חצור. שני מטוסי העברה נוספים במסגרת מבצע סרפד, שכללו שישה מטוסים בכל פעם, בוצעו ב-5-6 בינואר וב-22-23 בינואר 1959.

בחיל האוויר הישראלי סומנו 18 מטוסי הסופר מיסטר הראשונים במספרים לא עוקבים מ-02 עד 27. קוד הדגם היה 51 (דהיינו, המספר המלא של המטוס הראשון היה 5102), וניתן להם הכינוי סמב"ד – ראשי התיבות SMBD של Super Mystere B2 (בצרפתית: Deux=2).

האופציה לששת המטוסים הנוספים מומשה, ואלה הגיעו לחצור ב-28 במאי 1959 וסומנו במספרי זנב עוקבים מ-30 עד 35. עשרים וארבעה הסמב"דים הביאו אומנם

חיל האוויר הצרפתי, הגיעו לחצור ב-11 במארס 1960 במבצע שכונה בשם הקוד פקק, וסומנו במספרי זנב לא עוקבים מ-38 עד 46. בהמשך נרכשו עוד שישה סמב"דים,

את טייסת 105 לתקן מבצעי מלא, אך החשש מאובדן מטוסים בתאונות (שאכן התגשם) חייב רכש מטוסים נוספים כדי לשמור על סד"כ מלא. שישה מטוסים נוספים, שנרכשו מעודפי



סמב"ד שהגיע לארץ במבצע סרפד בינואר 1959, עם גוף כסוף וחץ אדום לאורכו.



למעלה: סמב"ד מעודפי חיל האוויר הצרפתי, בהגיעו לבסיס חצור במארס 1960. למטה: סמב"ד 74 בסכמת צביעה חום-כחול, אחד מהשישה שהגיעו באפריל 1967.





סמב"ד 60 מדגים את אפשרויות החימוש למשימות תקיפה, עם מכלי דלק נתיקים (בידונים), פצצות במשקלים שונים, רקטות ופגזים לתותחי הדפה בקוטר 30 מ"מ.

בתקופת ההמתנה לקראת מלחמת ששת הימים גויסו בהשאלה 5 מטוסי סמב"ד צרפתיים שהיו בשיפוץ בתע"א. אלה סומנו במספרים 91 עד 95 (המספר נצבע בשחור בתוך מלבן לבן). תוך כדי המלחמה גויסו בהשאלה עוד שלושה סמב"דים צרפתיים, שסומנו במספרים 96, 97 ו-98.

עם פרוץ מלחמת ששת הימים, נכללו בסד"כ 35 מטוסי סמב"ד כשירים לטיסה. במהלך המלחמה אבדו 10 סמב"דים, ביניהם שניים מהמושאלים.

אחרי המלחמה הוחזרו לצרפתים שמונה

הוחל בהכשרת שישה מטייסייה להטסת הסמב"ד. אולם חיל האוויר הצרפתי סרב באותה עת לוותר על מטוסי הסמב"ד החיוניים שלו, והעסקה בוטלה.

בשנות ה-60' נהרסו 12 סמב"דים בתאונות, ומצבת המטוסים בחיל האוויר ירדה בהדרגה עד 24 סמב"דים ב-1 באפריל 1967.

ב-6 באפריל 1967 נחתם חוזה עם הצרפתים להשאלת שישה מטוסי סופר מיסטר מעודפי טייסות הקרב הצרפתיות 10 ו-12, שהצטיידו אז במיראז'ים. ארבעה הגיעו ב-20 באפריל ועוד שניים למחרת. אלה מוספרו 70 עד 75.

שארבעה מהם הגיעו לחצור ב-28 ביוני 1960, והשניים הנותרים ב-2 ביולי. אלה סומנו במספרי זנב לא עוקבים מ-48 עד 65.

ממסמכים שמצאנו בארכיון צה"ל מתגלה, כי סגן שר הביטחון שמעון פרס השיג בפברואר 1965 הסכמה לרכישת 16 סופר מיסטרס ושני ווטורים מעודפי חיל האוויר הצרפתי במחיר כולל של 4 מיליון דולר. בחיל האוויר הישראלי התכוננו לקליטת מטוסי סמב"ד אלה החל ב-1 באפריל אותה שנה, ונקבע כי מספריהם יהיו מ-74 ומעלה. הכוונה הייתה להסב את טייסת המיסטרס 109 לטייסת סמב"ד שנייה, ואף

רופילים צבעוניים של שני מטוסי סמב"ד, מתוך החוברת הצרפתית Avions מס' 51, שבה פרסם שלמה אלוני תיאור מפורט של הפעלת המטוסים בישראל.



Dassault Super-Mystère B2 "30" (5130) servant au Squadron 105 à Khatsor en octobre 1959. Cet appareil fut détruit le 4 décembre suivant.

Dassault Super-Mystère B2 "84" du Squadron 105 portant son camouflage français après son transfert ; peut-être s'agit-il de l'un des 8 exemplaires mis en service entre 1969 et 1971.



סער 85 נושא טיל אוויר-אוויר שפיר 2, בנוסף לפצצות ורקטות.

שישה חודשים ממתן האור הירוק לפרויקט. "מפקד החיל, אלוף מוטי הוד, אישר את ההסבה באוגוסט 1968. למנהל הפרויקט מונה רס"ן אברהם כרם, שטיפל בנושא זה רק בחלק מזמנו... הניהול השוטף של הפרויקט בוצע על-ידי עובדיה הררי, עם צוות של ארבעה מהנדסים ושני טכנאים.

"התיכון המפורט החל עם קבלת האישור ממפקד החיל, באוגוסט 1968, ואב-הטיפוס [סמב"ד 09 במקורו, שסומן 909] המריא לראשונה כעבור חצי שנה – ב-1 בפברואר 1969... מהלך טיסות הניסוי היה חלק יחסית לפרויקט מורכב מסוג זה, וניתן היה להצביע על הכדאיות בהשתלה.

"באוגוסט 1969 אישר מפקד חיל האוויר לבצע את ההסבה הסדרתית של כל מטוסי הסמב"ד שנתרו בחיל. הסבת 25 המטוסים בוצעה בחטיבת בדיק מטוסים של התעשייה האווירית, בפיקוח ובאחריות הנדסית של ענף מצ"ד 4 [בחיל האוויר]."

הסמב"ד המושבח כונה סער ונקבע לו קוד דגם 56. המטוס הסדרתי הראשון היה סער 25, שהסבתו בתע"א הסתיימה ב-3 בדצמבר 1969. האחרון בסדרת ההסבה היה סער 87, שהסבתו הסתיימה ב-5 ביוני 1972. הסבתו של מטוס נוסף (העשרים ושבעי) הושלמה רק בשנת 1973. היה זה סמב"ד 96, שניזוק בצורה קשה בתאונת נחיתה ב-30 ביוני 1971, ותיקונו אך זמן רב.

שני מטוסי סער אבדו בתאונות בשנת 1972. במלחמת יום הכיפורים היו לטייסת העקרב 25 מטוסי סער, כאשר נשמר סד"כ של 17-18 מטוסים ששימש לאורך כל המלחמה. שישה מטוסים אבדו במלחמה.

המנוע האמריקני יכול להבטיח שיפור בולט בביצועי המטוס מבחינת טווח פעולה וכישר נשיאת מטענים, בזכות הגדלת הדחף היבש (ללא שימוש במבער אחורי) בכ-24%, הקטנת תצרוכת הדלק הסגולית בכ-22%, והקטנת משקל המנוע בכ-22%. בדיקת ההיתכנות בוצעה על-ידי סגן עובדיה הררי ומהנדס נוסף במשך כחודש ימים, וממצאיה היו חיוביים. מהנדסי מצ"ד הגיעו למסקנה, כי ניתן להחליף את המנוע על-ידי ביצוע שינויים במבנה בית המנוע והארכת צינור הפליטה, בתוספת ניתוב מערכות הדלק וההידראוליקה על פי עקרונות של הפרדת מערכות, לשם הגברת שרידותו של המטוס במקרה פגיעה. כתוצאה מהחלפת המנוע נדרשו גם שינויים בתא הטייס, שתואמו עם טייסי טייסת העקרב. המהנדסים מצאו עוד, כי ניתן להגדיל את יכולת הנשיאה של המטוס על-ידי הוספת שתי נקודות תלייה בשורש הכנף עבור פצצות של עד 250 ק"ג; וכן ניתן להגדיל את כמות הדלק הפנימית במטוס תוך ניצול הנפח המתפנה בעקבות התקנת המנוע החדש, שהוא קצר יותר. מומחי מצ"ד העריכו, כי ניתן להטיס אב-טיפוס ראשון תוך

מטוסים – שישה מבין המושאלים בתוספת סמב"דים 74 ו-75 כפיצוי על השניים שאבדו בלחימה.

סמב"ד 15 אבד בתקיפה בירדן ב-29 במארכ 1968, כך שמצבת מטוסי הסמב"ד בחיל האוויר ירדה ל-19 בלבד.

באוקטובר 1968 נתקבלו מצרפת ארבעה סמב"דים מייצור מוקדם, ששימשו שם כמטוסי ניסוי. אלה קיבלו את מספרי הזנב 92, 93, 94 ו-96 (חיל האוויר הקצה בשנית מספרי זנב בסדרת ה-90, שניתנו קודם לכן למטוסים שהושאלו מחיל האוויר הצרפתי במלחמת ששת הימים). ארבעת הסמב"דים האלה נכנסו לשירות רק בקיץ 1969, אחרי שיפוץ מקיף בתע"א.

סמב"ד 35 אבד בתקיפה בירדן ב-4 בדצמבר 1968, כך שהסד"כ הסתכם ב-22 מטוסים.

שישה מטוסים נוספים הגיעו מצרפת בתחילת 1971, וסומנו במספרי זנב עוקבים מ-83 עד 88.

סמב"ד 94 אבד בתאונה ב-31 ביולי 1970.

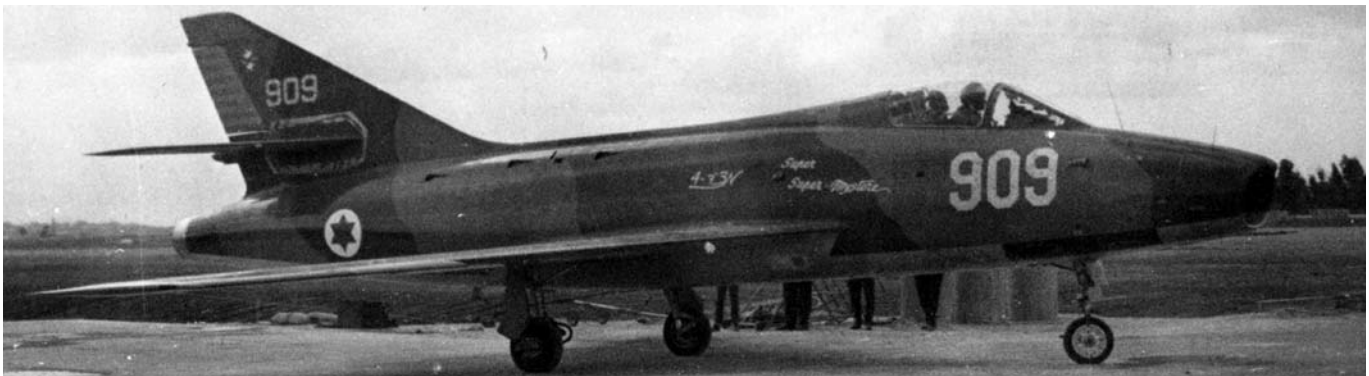
מסמב"ד לסער

אמינותו הנמוכה של מנוע האטאר 101G הצרפתי גרמה לתאונות לא מעטות בחיל האוויר והגבילה את ביצועיו של הסמב"ד. בעקבות קליטת מטוסי הסקייהוק (עיט), התודעו בחיל האוויר למנוע ה-J52 מתוצרת פראט אנד ויטני, שהתאפיין באמינות גבוהה ובתצרוכת דלק נמוכה יחסית, והוחלט לנסות להתקין מנוע זה בסמב"ד במקום המנוע הצרפתי הבעייתי. הפרויקט תואר בספר יודי אדם מתחת כנפיהם – תולדות המערך הטכנולוגי בחיל האוויר 1948-1973, שחובר על-ידי אל"ם (בדימוס) אריה הלל בעריכתו של יהודה בורוביק. להלן הקטעים הרלוונטיים:

"באפריל 1968 העלה רס"ן אברהם כרם מענף מצ"ד 4 [מחלקת ציוד] את הרעיון לבדוק את האפשרות להחליף את מנוע האטאר המקורי של הסמב"ד במנוע J52. כרם טען, כי



הסמב"ד הראשון שבו הושתל מנוע J52, אשר שימש אב-טיפוס לסער, נושא כתובות "סופר סופר מיסטר" ו"מצ"ד 4". למעלה: פרופיל צבעוני מהאלבום של רענן וייס.



סמב"ד/סער בחיל האוויר

Sa'ar number 93 as it appeared at the outbreak of Yom Kippur War in October 1973. The payload consisted of two Shafrir 2 air to air missiles and eight 100kg bombs. Usually, this configuration also included two underwings 625 liter external fuel tanks. The aircraft became operational in July 1969 after delivery to Israel in October

1968, when it entered an upgrade at IAI. Two years later, it was converted to Sa'ar. On October 17, 1973, during the war, the aircraft was struck by missiles during an attack mission east of Suez. Pilot Hagai Tamir ejected safely over Israeli forces and was returned to the squadron in CH-53 Yassur helicopter.



A prefix digit 0 was added to Sa'ar aircraft after the Yom Kippur War. In addition, black and yellow/orange triangular identification markings were applied after the

war to vertical fin and the lower and upper wing surfaces, to differentiate the Sa'ar aircraft from similar shaped Arab air force aircraft.



פרופילים צבעוניים של מטוסי סער מתוך האלבום שהוציא רענן וייס:
Super Mystere and Sa'ar in IAF Service



סער 82 אחרי השלמת הסבתו בתע"א בתחילת שנות ה-70. למטה משמאל: סער 96 הגיע לתצוגה במוזיאון חיל האוויר בחצרים בתחילת שנות ה-80.



מטוסי הסער נותרו בשירות עד 1975, כאשר טייסת 105 הוסבה למטוסי פאנטום (קורנס). במטס הפרידה, שנערך ב-28 ביולי אתה שנה, השתתפו כל 18 מטוסי הסער שנותרו במועד זה, אחרי שסער 85 אבד בתאונה ב-25 ביוני 1974.

לאחר הוצאתם משירות, סער מספר 60 נשמר בבסיס חצור, וסער 96 הגיע כעבור מספר שנים לתצוגה במוזיאון חיל האוויר בחצרים. 16 מטוסי סער נמכרו לחיל האוויר של הונדוראס: 12 בשנת 1976 ועוד ארבעה ב-1979.

הפעלה מבצעית

בהיותו מטוס הקרב העל-קולי הראשון של חיל האוויר, שימש הסמב"ד כחוד החנית להגנת שמי המדינה עד לקליטתם של השחקים מ-1962 ואילך.

טייסי העקרב התחילו להטיס את הסמב"דים בשמי הארץ רק מה-11 בפברואר 1959 – יותר מחודשיים אחרי הגעת ראשוני המטוסים לחצור. בשנתיים הראשונות להפעלתם נוצרו מספר מפגשים עם מטוסי מיג-17 מצריים, אך לא הופלו מטוסי אויב. במפגש עם מיגים באזור הנגב ב-4 בנובמבר 1959 נכנס מטוסו של סרן דוד עברי לסחרור בלתי נשלט, והוא נאלץ לנטוש וצנח בשלום.

ההפלה הראשונה לזכות טייסת 105 בתקופת

צבאיים, משימות אוויר-אוויר וסיוע. הטייסת הפילה 5 מטוסי אויב באוויר ופגעה ב-55 מטוסים על הקרקע. עשרה סמב"דים אבדו, שישה טייסים נהרגו וטייס אחד נשבה.

במלחמת ההתשה השתתפה הטייסת במספר רב של תקיפות בחזית הירדנית והמצרית. מיולי 1969 ועד הפסקת האש באוגוסט 1970 ביצעו הסמב"דים 79 גיחות לתקיפת מטרות מצריות באזור תעלת סואץ, ללא אבדות.

במלחמת יום הכיפורים ביצעה טייסת העקרב 887 גיחות, מתוכן 581 גיחות סיוע לכוחות הקרקע ו-241 גיחות להגנת שטח. שישה מטוסים אבדו במלחמה, כאשר שני טייסים נהרגו ואחד נשבה. □

הסמב"ד נרשמה ב-28 באפריל 1961, כאשר אילן רון וצור בן-ברק הוזנקו ליירט שני מטוסי מיג-17 מצריים. מיג אחד נכנס לסחרור והתרסק, וטייסו נראה צונח לשטח מצרים.

בשנת 1963 איבדה טייסת 105 את מעמדה הבכיר בחיל האוויר והפכה לטייסת הכשרה לטייסי יירוט, כשמשמיתה המבצעית העיקרית היא תקיפת מטרות קרקע. משימת התקיפה הראשונה שלה בוצעה ב-13 בנובמבר 1964, כאשר זוג סמב"דים שהוטסו על-ידי מפקד הטייסת שלמה בית-און והטייס אהוד חנקין תקפו מוצבים סוריים באזור דן.

במלחמת ששת הימים ביצעה הטייסת 507 גיחות, שכללו תקיפת שדות תעופה ומתקנים

סער 48 בסכמת צביעה של חיל האוויר של הונדוראס, אחרי שיפוצו בתע"א לקראת העברתו לאמריקה המרכזית במחצית השנייה של שנות ה-70.

