



בינת

תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- הסלון האווירי בפאריס 2009
- מטוסי עפרוני ראשונים הגיעו לחיל האוויר
- מערכת הגנה רב-שכבתית מפני טילים ורקטות
- חדשות התעופה בישראל ● ספרים ביעף

התוכן

חדשות ביעף:

- 3 זרוע האוויר והחלל
- 6 תעשיות ביטחוניות
- 6 חברות תעופה ישראליות
- 7 מטוסים חדשים בישראל

מערכת הגנה אקטיבית רב-שכבתית תגן על מדינת ישראל

- 8 מפני טילים ורקטות

תערוכות בעולם:

- 12 הסלון האווירי בפאריס 2009

- 23 ספרים ביעף

בשער: טילי חץ 2 וחץ 3 ומערכות כטב"מים בתצוגת התעשייה האווירית לישראל
בסלון האווירי בפאריס.

דבר העורך

קברניטי מערכת הביטחון הפנימו זה מכבר, כי האיום החמור על מדינת ישראל ממתקפות של טילים בליסטיים ורקטות מחייב מתן מענה הגנתי אקטיבי יעיל. ירי מטחי הרקטות של החיזבאללה במלחמת לבנון השנייה ומתקפת הקסאמים של החמאס מרצועת עזה הבהירו למקבלי החלטות, כי חייבים לזרז את פיתוחן של מערכות הגנה מפני רקטות. והאיום הגרעיני מאיראן, שעלול להתמש בשנים הקרובות, מחייב לעבות את מטריית ההגנה מפני טילים בליסטיים ארוכי-טווח.

וכך, למרות הנטייה המסורתית בצה"ל להעדיף השקעות במערכות נשק התקפיות ולהתנגד להפניית משאבים לפיתוח מערכות הגנתיות, אנו עדים לארבע תוכניות פיתוח שונות בתחום זה המתנהלות במקביל. אין מצב כזה בשום מדינה אחרת בעולם, מכיוון שאף מדינה אינה מאוימת כמו ישראל. הנזקים הכלכליים, החברתיים והמוראליים שיכולות לגרום מתקפות של טילים ורקטות בהחלט מצדיקים את ההשקעות הגדולות בפיתוח מערכות ההגנה וההצטיידות בהן. ואין לשכוח גם את משמעות איום הטילים והרקטות על בסיסי צה"ל ושדות התעופה, ועל יכולת גיוס המילואים והיערכותם בעיתות חירום.

למערכות ההגנה יש לא רק חשיבות בהקטנת הנזקים מפגיעת הטילים והרקטות; הן גם מהוות גורם מרתיע חשוב ביותר. אם האויב יוכח שרוב הטילים והרקטות שהוא משגר אינם מצליחים לחבור את מטריית ההגנה ואינם גורמים לנזק מספיק גדול, הוא יחשוב פעם שנייה אם כדאי לו להשתמש באמצעי זה – גם לחטוף תגובה כואבת מישראל וגם לא להשיג דבר במתקפה, זו לא עסקה כדאית. בגיליון זה אנו סוקרים את ארבע תוכניות ההגנה מפני טילים ורקטות שמתנהלות כיום בישראל: המשך שיפור מערכת החץ הקיימת עם מיירטי חץ 2, פיתוח המיירט החוץ-אטמוספרי חץ 3 להגנה בשכבה העליונה, מערכת שרביט קסמים נגד טילים ורקטות מטווחים בינוניים ונגד טילי שיוט, ומערכת **כיפת ברזל** ליירוט רקטות קצרות-טווח. אנו חושפים בכתבה פרטים שלא פורסמו עד כה ומסבירים את עקרונות התכן הייחודי של המיירט חץ 3.

במחצית יולי התבשרנו כי מערכת **כיפת ברזל** הוכיחה את יכולתה בניסוי יירוט מוצלח של רקטת **גראד**, ונראה כי **רפאל** תצליח לעמוד ביעד של פריסת מערכת מבצעית ראשונה בעוד כשנה.

בפתח הגיליון אנו מתעדים התפתחות היסטורית בתחום הדרכת פרחי טיס בחיל האוויר – סוף עידן מטוסי האימון **פוגה מאגיסטר/צוקית** לאחר קרוב ליובל שנים, ומעבר לאימון בסיסי במטוסי הדרכה מודרניים מדגם **ביצ'קראפט T-6A טקסן 2**, המכונים בישראל **עפרוני**.

חיל האוויר גם מגביר את השימוש במאמני טיסה (סימולאטורים) קרקעיים, כדי להחליף חלק מגיחות האימונים באוויר ולחסוך בהוצאות. התפתחות זו כוללת התקנת שני סימולאטורים של **העפרוני** בבית הספר לטיסה, התחלת השימוש במאמן טיסה למטוסי **הצופית**, והענקת חוזה להקמת מרכז לאימון משימתי עבור מערך מטוסי הקרב מדגמי **ברק וסופה**. על כך תוכלו לקרוא במדור החדשות.

יהודה בורוביק

ביעף
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e109

תמוז תשס"ט – יולי 2009

בחסות

האגודה למדעי התעופה

והחלל בישראל

www.aerospace.org.il

מו"ל ועורך אחראי: יהודה בורוביק

עורך משנה: מאיר פדר

דוא"ל: biaf@aerospace.org.il

מחיר המנוי: 100 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 © 2009 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.

מטוסי עפרוני החלו להיקלט בחיל האוויר



השני מבין ארבעת מטוסי העפרוני הראשונים מתקרב לנחיתה בבסיס חצרים.



מטוס הצוקית/ פוגה מאגיסטר מסיים 49 שנות שירות בבית הספר לטיסה של חיל האוויר.

הם יתאמנו בעזרת תוכנה מיוחדת על מחשבים אישיים. מטוסי העפרוני יתוחזקו בדרג א' על-ידי צוותים אזרחיים של עובדי חטיבת סאיקלון של אלביט מערכות. החברה הודיעה כי זכתה במכרז של משרד הביטחון וקיבלה חוזה למשך חמש שנים, עם אופציה להארכה לחמש שנים נוספות. (אלביט מספקת לחיל האוויר שירותי תחזוקה למטוסי ומסוקי בית הספר לטיסה מאז שנת 2002). התמיכה הלוגיסטית למטוסי העפרוני תינתן על-ידי החברה האמריקנית L-3 Vertex, שתדאג לאספקת כל החלפים הדרושים. העפרוני פשוט יחסית לאחזקה. מותקנים בו חיישנים העוקבים אחרי ביצועי המטוס, וישנה מערכת המקליטה את כל התנועות והתקלות במטוס. במסגרת ההכנות לקליטת העפרוני טסו חברי צוות ההקמה על המטוס בארה"ב ולמדו כיצד הוא מופעל בחיל האוויר האמריקני. הם

מטוסי T-6A עם ציוד נלווה ושירותים. כדי לרזז את קבלת המטוסים, הזמין חיל האוויר את מטוסי ה-T-6A בתצורה האמריקנית המקורית, ללא כל שינויים. המטוסים נרכשו מחברת הוקר ביצ'קראפט בכספי הסיוע הביטחוני מארה"ב, כאשר תהליך הרכש מבוצע דרך חיל האוויר האמריקני. הדבר היחיד שנוסף במטוס הוא מערכת תחקור מתוצרת חברת ראדא, כמו זו המותקנת במטוסי הקרב. לא שולבו בעפרוני מערכות קשר ישראליות. האחרונים מבין 20 מטוסי העפרוני יסופקו באוקטובר 2010. יחד עם עשרים המטוסים נרכשה תבילת הדרכה מלאה, הכוללת שני מאמני טיסה (סימולטורים) כפתיים עם שדה ראייה של 270 מעלות, ומערכת הדרכה לחניכים באמצעות מחשב. החניכים יעברו בסימולטור הדרכה מקיפה על הקרקע לפני הטיסה באוויר – דבר שלא היה קיים בעידן הצוקית. בנוסף,

ארבעת מטוסי העפרוני החדשים, שהגיעו לבסיס חצרים ב-7 ביולי ונתקבלו בטקס חגיגי בנוכחות צמרת חיל האוויר, פותחים עידן חדש במערך ההדרכה של צוותי האוויר. הביצ'קראפט T-6A טקסן 2, שזכה לשם העברי עפרוני, נבחר להחליף את הצוקית בבית הספר לטיסה. מטוסי העפרוני הראשונים נתקבלו בחיל האוויר בדיוק 49 שנים לאחר מסירתם של שני מטוסי הפוגה מאגיסטר הראשונים – ב-7 ביולי 1960. הצוקית היא אמנם גרסה מושבחת של הפוגה מאגיסטר, אבל זהו בבסיסו אותו מטוס ישן, שיוצר במקורו לפני כיוכל שנים.

על הצורך בהחלפת הצוקית עמדנו בהרחבה בגיליון e105 שהופיע לפני שנה, ושם גם תיארו בפירוט את מאפייניו של ה-T-6A. בחיל האוויר מדגישים, כי בהשוואה למטוס הצוקית המיושן, העפרוני הוא מטוס הדרכה של שנות ה-2000 המהווה קפיצת מדרגה ביכולות בית הספר לטיסה, וכל זאת בעילות גבוהה יותר ובתקציב קטן יותר. המטוס מצויד אמנם במנוע טורבו-מדחף ואיננו סילוני כמו הצוקית, אבל "החיסרון הוא מאוד קטן; זה יחסית זניח", אמר מפקד צוות ההקמה בבית הספר לטיסה. "מה שלא דומה לסילון, החניך ילמד בשלב הבא בקורס", הוא הוסיף.

חיל האוויר רוכש 20 מטוסי עפרוני בלבד, שיסיפקו לצורכי ההדרכה בשלב הראשוני בקורס הטיס ובקורס מדריכי טיסה. אנשי להק ציוד מדגישים, כי אמינותו של העפרוני גבוהה מאוד, זמן הסבב שלו קצר מאוד וניתן לבצע בו חמישה מטוסים ביום – כך שהוא יכול לתת תפוקה הרבה יותר גדולה מהצוקית. "זהו מטוס בוגר, מוכר וידוע, שצבר כבר יותר מ-700,000 שעות טיסה בעולם", אמר הקצין האחראי על תהליך הקליטה בלהק ציוד. עד כה סופקו כבר כ-450 מטוסי T-6A לחיל האוויר האמריקני, לצי ארה"ב, לבית הספר לטיסה של נאט"ו בקנדה ולחיל האוויר היווני.

עסקת מטוסי העפרוני מומשה בלוח זמנים קצר ביותר. הדיונים על העסקה החלו בינואר 2008, וביוני אותה שנה נמסרה הודעה לקונגרס של ארה"ב על הכוונה למכור לישראל עד 25

מטוסי העפרוני, שהוטסו מארה"ב לישראל בידי טייסים אמריקנים, מתקבלים בטקס בבסיס חצרים ב-7 ביולי.





הכינו את כל ספרות העזר הנדרשת, כולל בד"ח בעברית. מפקד צוות ההקמה בבית הספר לטיסה גילה, כי העפרוני ישולב במערך האימונים כבר בתחילת 2010. חלק קטן מהחניכים שיתחילו לטוס בחורף הקרוב יופנו לעפרוני, והקורס שיתחיל לטוס חצי שנה לאחר מכן יתאמן כבר באופן מלא על המטוס החדש. העפרוני ישמש גם כמטוס התצוגה של הצוות האווירובטי.

מטוסי הגרוב G120A-I סנונית משרתים בבית הספר לטיסה משנת 2002 ומשמשים למיון חניכים. הם החליפו את הפייפריס.



מטוסי העיט הדור-מושביים (TA-4 סקייהוק) משמשים לאימון פרחי הטיס במגמת קרב בשלב המתקדם של קורס הטיס.



מטוסי האימון הראשוני מדגם בואינג-סטירמן PT-17 קיידט שירתו בבית הספר לטיסה משנת 1949 עד 1961.



מטוסי האימון מדגם נורת' אמריקן AT-6 טקסן/הרווארד שימשו להדרכה בסיסית בבית הספר לטיסה משנת 1949 עד 1962. הם הוחלפו על-ידי מטוסי הפוגה מאגיסטר.



למעלה: בתוך מאמץ הטיסה של הצופית. למטה: מתקן הסימולטור ועמדת הבקרה שלו.



אלביט מפעילה מרכז הדרכה למטוסי צופית

אלביט מערכות החלה להפעיל ביוני מרכז הדרכה למטוסי צופית עבור טייסי חיל האוויר הישראלי. נמצא בו מאמץ טיסה (סימולטור) מתקדם, שפותח בשיתוף עם החברה הקנדית **Mechtronix**.

מרכז ההדרכה החדש פועל בשיטת יוזמת המימון הפרטי (PFI), כאשר **אלביט** מספקת לחיל האוויר פתרון מקיף הכולל את הקמת מרכז ההדרכה, הפעלתו, אספקת המאמנים ושירותי ההדרכה הנלווים, וכן תחזוקה לתקופה של 10 שנים. שעות האימון של חיל האוויר נרכשות מ**אלביט** על-ידי משרד הביטחון.

בד בבד עם תחילת האימון של טייסי חיל האוויר במתקן, נערכת **אלביט** להרחיב את פעילות ההדרכה גם לתחום התעופה האזרחית, ולאמץ טייסים ישראלים זרים. בקרוב תסיים **אלביט** את תהליך הרישוי של המאמץ לצורכי הדרכת טייסים אזרחיים. הסימולטור מוגדר כמאמץ טיסה מלא ברמה D – דרגת הרישוי הגבוהה ביותר למאמני טיסה על פי רשות התעופה האמריקנית (FAA).

אלביט תקים מרכז אימון משימתי לטייסי קרב

אלביט מערכות הודיעה ב-15 ביולי כי זכתה במרכז של משרד הביטחון להקמת מרכז לאימון משימתי עבור מערך מטוסי ה**ברק** (F-16C/D) וה**סופה** (F-16I) של חיל האוויר. המרכז יוקם בשיטת יוזמת המימון הפרטי, ויכלול שלב פיתוח ושירותי הדרכה ותחזוקה לתקופה של 15 שנים. ייקפו של הפרויקט מסתכם בכ-55 מיליון דולר, בכפוף לקבלת האישורים הנדרשים במהלך הפרויקט.

המרכז לאימון משימתי מהווה פריצת דרך בתחום האימון המבצעי. הוא מאפשר אימון בתרחישים מבצעיים בזירות האימון השונות ובסביבת האימונים הרלוונטית לכל זירה – יכולת אימון חדשה שלא עמדה עד כה לרשות



לאימון משימתי יאפשרו לחיל האוויר להחליף חלק מגיוחות האימון המבוצעות כיום במטוסי הקרב לאימון במאמני הטיסה, ובכך לנצל טוב יותר את המשאבים הקיימים.

רן הלרשטיין, מנכ"ל משותף בחטיבת כלי-טיס **אלביט מערכות**, אמר: "המאמנים המקושרים פותחו מתוך הבנה של תורת הלחימה המודרנית, המפעילה כוחות רב-זרועיים ומחייבת בהתאמה גם אימון של הזרועות השונות. אנו גאים בבחירה של צה"ל ובטוחים כי הניסיון העשיר של **אלביט מערכות** בתחום המאמנים באוויר וביבשה, ההבנה המערכתית שלנו והניסיון המצטבר בהפעלת פרויקטים בשיטת המימון הפרטי, יתנו לצה"ל את הפתרון המתאים ביותר".

חיל האוויר.

מערכת המאמנים המקושרים, המהווה את ליבת מרכז האימון, מאפשרת אימון משולב בין מתאמנים שונים, הן בתוך חיל האוויר והן ברמה הבין-זרועית. צוותי האוויר יוכלו להתאמן במבנים של זוגות, רביעיות ושמיניות, תחת בקרה מלאה של בקרי טיסה, שייטלו חלק מרכזי באימון. המערכת תאפשר קישור למערכות אימון אחרות הנמצאות בשימוש צה"ל, כמו מערכות לטייסי מסוקים, למפעילי כטב"מים ולכוחות קרקע. המערכת תאפשר אימון משותף על תרחישים מבצעיים גם כאשר המאמנים השונים נמצאים בריחוק גיאוגרפי אחד מהשני.

איכויות האימון המבצעי שיושגו במרכז

כפירים מושבחים לקולומביה

התעשייה האווירית לישראל מסרה לנציגי קולומביה את הראשונים מבין מטוסי הכפיר שהושבחו עבור חיל האוויר הקולומביאני בטקס שנערך ב-21 ביוני במפעל להב. עסקת הכפירים מתבצעת במסגרת חוזה בהיקף של יותר מ-150 מיליון דולר, שנחתם בסוף 2007. בעת ביקורו בישראל בפברואר 2008, הודיע שר ההגנה של קולומביה, חואן מנואל סאנטוס, על ההסכם לרכישת 24 מטוסי כפיר מושבחים מישראל. העסקה כוללת את השבתם של 11 מטוסי הכפיר המצויים בחיל האוויר הקולומביאני מאז סוף שנות ה-80, ואספקת 13 מטוסי כפיר נוספים. קולומביה רכשה בזמנו תריסר מטוסי כפיר C-2 ומטוס דרמושבאי אחד מדגם TC-2.

שניים מהמטוסים האלה אבדו בתאונות. הכפירים של קולומביה הושבחו בשנות ה-90 לתצורת C-7, ועתה ישיבחו אותם לתצורה המתקדמת יותר C-10. ההשבחה תאפשר לחיל האוויר הקולומביאני להמשיך להפעיל את מטוסי הקרב עוד כ-20 שנה, והם יוכלו לתת מענה לאיומים הנוכחיים בלוחמה האווירית. 13 מטוסי הכפיר הנוספים שמסופקים לקולומביה הם מטוסי C-7 ("כפיר משופר") מעודפי חיל האוויר הישראלי, שמושבחים לתצורה המסומנת C-12. לפי דרישת הלקוח, התע"א אינה חושפת אילו מערכות מותקנות במטוסים המושבחים. מן הצילומים של מטוסי ה-C-12 שנמסרו רואים כי למטוסים נוסף צינור זכרי לתדלוק אווירי, אך הם אינם מצוידים בחרטום הגדול יותר שמאפשר התקנת מכ"ם של אלטא מדגם EL/M-2032. בפרסומים שיווקיים קודמים ציינה התע"א

כי השבחת מטוסי כפיר לתצורת C-10 כוללת התקנת תצורה עילית חדשה בתא הטייס, שני צגים צבעוניים רב-תכליתיים בגודל 5x5 אינץ' (12.7x12.7 ס"מ), פנל מקשים להכנסת נתונים, מערכת לוחמה אלקטרונית, התאמה לנשיאת אמצעי חינוש מתקדמים ועוד. צוינה גם אופציה לשילוב תצוגת קסדה, וכן התקנת מכ"ם לבקרת-אש והתאמה לשיגור טילי אוויר-אוויר מונחי-מכ"ם מעבר לטווח הראייה.

לאור ההיקף הכספי הקטן יחסית של העסקה ניתן להבין, כי מדובר בהשבחה צנועה למדי שאינה כוללת את כל האפשרויות.

בנוסף לחיל האוויר הקולומביאני, מופעלים כיום מטוסי כפיר גם בחילות האוויר של אקוואדור וסרי-לנקה, וכן בחברה האזרחית האמריקאית ATAC שמספקת שירותי ביום אויב וניסויים לצי ארה"ב.

כפיר C-12 מספר 3054 של חיל האוויר הקולומביאני הוסב מכפיר משופר (C-7) מספר 559 של חיל האוויר הישראלי.



אל-על

3 מטוסי 737-800 חדשים

אל-על קלטה בחודשים האחרונים עוד שלושה מטוסי בואינג 737-800 חדשים: 4X-EKH הגיע לארץ ב-18 באפריל, 4X-EKJ הגיע ב-22 במאי ו-4X-EKL נחת לראשונה בארץ ב-24 ביוני. יחד עם אלה, מפעילה אל-על כיום 11 מטוסי 737-800. שלושת המטוסים החדשים נרכשו מחברת התעופה הספרדית אייר יורופה (שהזמינה אותם מבואינג אך החליטה שלא להכניסם לשירותה), לפי חוזה שנחתם באפריל 2008. הם נמסרו לאל-על עם צאתם מקו הייצור בבואינג. משיקולי מימון, נמכר המטוס הראשון מבין השלושה על-ידי אייר יורופה חזרה לבואינג, ואל-על רכשה אותו ישירות מבואינג. מימון רכישת שניים מהמטוסים נעשה בעזרת הלוואה בסך 73 מיליון דולר לתקופה של 12 שנים מהבנק לייבוא וייצוא של ארה"ב.



4X-EKJ בשדה של בואינג בארה"ב לפני המריאו לישראל.

757 רביעי בשירות סאן-דור



הבואינג 757 הרביעי של סאן-דור, 4X-EBV. (צילום: זיגי).

החברה-הבת של אל-על לטיסות שכר החלה להפעיל ב-7 ביוני מטוס רביעי מדגם **בואינג 757 (4X-EBV)**, שהועבר אליה מהחברה-האם. המטוס, בעל קיבולת של 215 מושבים, יאפשר ל**סאן-דור** להגדיל את היצע המושבים ולהיענות לביקוש הרב לנופשוניים בקיץ הנוכחי. ב-18 במאי מכרה אל-על את מטוס ה**בואינג 757** שרישומו 4X-EBS, אשר מופעל על-ידי **סאן-דור**, לחברה להחכרת מטוסים מפנמה תמורת 11.5 מיליון דולר. על פי ההסכם, תחכור אל-על את המטוס בתנאי שוק לתקופה של 27 חודשים. עסקה דומה של מכירה והחכרה חוזרת ביצעה אל-על בחודש פברואר השנה לגבי 4X-EBM.



חדש בישראל: ססנה T206H סטייטשאייר TC במנחת מגידו. (צילום: ארז ס').

החזירה את האירבאס A330

ישראייר החזירה לחברת התעופה האיטלקית **יורופליי** ב-11 במארס את מטוס ה**אירבאס A330** אותו חכרה באפריל 2008 (ראה "ביעף" e104 עמ' 6). **ישראייר** נותרה עם שני מטוסי **אירבאס A320** חכורים בלבד, באמצעותם היא מבצעת את טיסותיה לחו"ל.

מרפי רנגייד עם מנוע רדיאלי



חדש בישראל: מטוס זעיר מדגם טקסן מתוצרת פליי סינטיזיס בסכימת צביעה מיוחדת.

אריה לבקוביץ השלים בתחילת השנה את בנייתו העצמית של מטוס זעיר דו-כנפי מדגם **מרפי רנגייד (4X-OLA)**, וקיבל מרשות התעופה האזרחית את אישור כושר הטיסה. המיוחד במטוס מסוים זה הוא היותו מצויד במנוע בוכנה רדיאלי. לאריה לבקוביץ ניסיון קודם עם הרנגייד. בתחילת שנת 2000 הוא השלים את בנייתו העצמית של מטוס **רנגייד ספיריט (4X-HHL)**, שצויד במנוע רוטקס **912** בן 80 כ"ס. הוא הטיס את המטוס הזעיר להנאתו במשך יותר מארבע שנים, עד לתאונה הקשה ב-6 באוגוסט 2004. מטוסו התרסק לאחר המראה מהמנחת בחוות רונית ונהרס כליל, והוא עצמו נפצע באורח בינוני.

המקורי. המשקל הריק הגבוה מגביל את כושר הנשיאה של המטוס, וברוב המקרים יכול לבקוביץ לטוס רק לבדו, ואינו מורשה לקחת נוסע נוסף.

חשופות, ללא חיפוי. יש בכך יופי מסוים. עם מנוע במשקל 102 ק"ג, מגיע המשקל הריק של המטוס ל-296 ק"ג – יותר מ-60 ק"ג מעבר למשקל הריק של הרנגייד ספיריט.

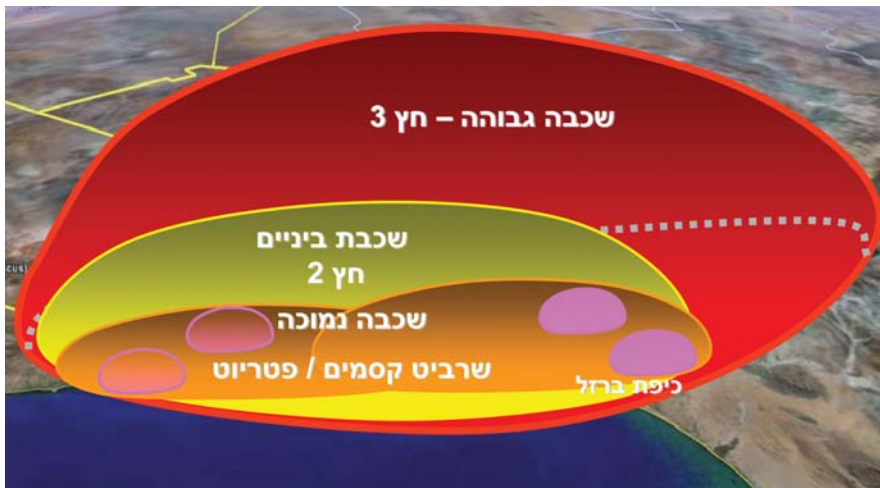
אריה לבקוביץ בתוך מטוס הרנגייד שבנה בעצמו, אותו הוא מטיס ממנחת ראשון-לציון.



אולם אריה לבקוביץ לא התייאש. כבר בראשית 2005 הוא התחיל בדרך הארוכה לבניית מטוס חדש, והפעם התעקש לשלב ברנגייד מנוע רדיאלי חזק יותר. הוא השיג את הסכמתו של היצרן המקורי, דריל מרפי מקנדה, ונעזר במהנדס האווירונאוטיקה הישראלי ד"ר דורון שלו כדי לתכנן את ההסבה. שילוב המנוע הרדיאלי דרש שינויים ניכרים בתצורת הגוף, במיקום המושבים ובכך-הנסע. רק הכנפיים נותרו מקוריות.

לבקוביץ התקין ברנגייד מנוע מדגם **R2800** שמויצר על-ידי חברת **Rotec Engineering** מאוסטרליה. למנוע 7 צילינדרים בנפח 2,800 סמ"ק, והוא מפתח הספק מרבי של 110 כ"ס ב-3,700 סל"ד. לבקוביץ בחר לבנות את מטוסו עם חיפוי למנוע, לקבלת תצורה אווירודינמית חלקה יותר. אחרים בעולם שבנו מטוסים כאלה עם אותו מנוע העדיפו להשאיר את הבוכנות

מערכת הגנה אקטיבית רב־שכבתית תגן על מדינת ישראל מפני טילים ורקטות



בואינג. כאמצעי גיבוי פוטנציאלי עשוי לשמש טיל היירוט האמריקני SM-3 שיופעל מהיבשה (כיום מופעלים טילים אלה מספינות של הצי האמריקני המצוידות במערכת הנשק איג'יס להגנה מפני טילים בליסטיים).

המערכת החדשה ליירוט בשכבה העליונה תדרוש יכולת גילוי, עקיבה והבחנה בטווחים ארוכים מאוד. לדברי הרצוג ישמשו לצורך כך המכ"מים מדגמי **אורן ירוק ואורן אדיר** מתוצרת **אלתא**; אמצעים מוטסים עם חיישנים ארוכי-טווח, שיוכלו לגלות את האיומים בטיסה בטווחים גדולים מאוד; והמכ"ם האמריקני AN/TPY-2 הפועל בתחום X שנמצא בארץ. "יכולותיו מאוד מרשימות, והוא יתמוך טוב מאוד במערך הגילוי של ההגנה האווירית שלנו", אמר הרצוג.

מאיראן לדוגמה, עלולים לשאת ראש קרבי (רש"ק) גרעיני. "השכבה הגבוהה תמומש על-ידי מערכת עם מיירטים מסוג **חץ 3**, שמיועדת לתת כיסוי לכל השטח של מדינת ישראל, ותתחיל ליירט את האיום הזה גבוה ורחוק מכל מה שהכרנו עד עכשיו", אמר ד"ר אבירם.

ראש מינהלת חומה, אריה הרצוג, הדגיש כי "הצורך מול איום שאיננו קונבנציונלי הוא לעבות את יכולת ההגנה ולאפשר יותר הזדמנויות יירוט, ולכן התחלנו בפיתוח השכבה העליונה". לדבריו, בעקבות מחקר שבוצע בשנים 2006-2007 להגדרת הארכיטקטורה והמרכיבים של הנדבך העליון במערכת ההגנה הישראלית, הוחלט על שימוש במיירט חוץ-אטמוספרי חדש, **חץ 3**, שיפתח ויווצר במשותף על-ידי התעשייה האווירית לישראל וחברת

האיום הגובר על מדינת ישראל מפני מתקפות של טילי קרקע-קרקע (טק"ק) ורקטות קרקע-קרקע (רק"ק) עורר את מערכת הביטחון בשנים האחרונות להאיץ את תהליכי הפיתוח וההצטיידות במערכות הגנה אקטיביות. הפתרון המקיף עליו הוחלט יכלול ארבע שכבות הגנה, שיאפשרו התמודדות עם כל סוגי האיומים שקיימים כיום, או הצפויים בשנים הקרובות.

בחודש מאי נערכו בארץ שני כנסים שהוקדשו לנושאי ההגנה מפני טילים ורקטות. **מכון פשר למחקר אסטרטגי אוויר וחלל** הקדיש את הכנס השנתי החמישי לביטחון לאומי לנושא: **טילים ורקטות – האתגר והמענה; ובכנס השנתי לטכנולוגיות צבאיות הוקדש מסלול אחד מתוך שניים להגנה בפני טילים.** הכתבה המקיפה שאנו מגישים כאן מבוססת על הרצאותיהם של אנשי המינהל למחקר, פיתוח אמצעי לחימה ותשתית טכנו-לוגית (מפא"ת) במשרד הביטחון ונציגי התעשיות הביטחוניות בשני הכנסים האלה.

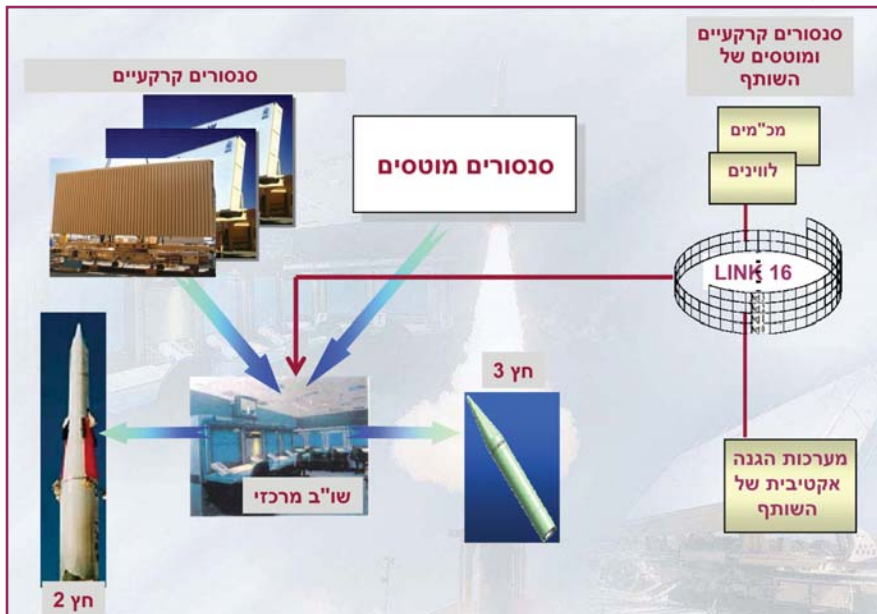
בכתבה זו אנו סוקרים את מרכיבי ההגנה הרב-שכבתית שתמומש בישראל, וחושפים את עקרונות הפעולה של המיירט החדשני לשכבה העליונה **חץ 3**.

"התפיסה הרב-שכבתית שגובשה במערכת הביטחון נותנת מענה בשכבות לכל האיומים שנמצאים בזירה", הסביר אל"ם ד"ר גיא אבירם, ראש המחלקה הטכנית במינהלת חומה במפא"ת. "האיומים ארוכי-טווח ובעלי פוטנציאל הנזק הגדול יותר יטופלו על-ידי יותר משכבה אחת, במטרה לאפשר מספר הזדמנויות יירוט, וזאת כדי להגדיל את ההסתברות הכוללת להשמדת האיום", הוא הבהיר.

שכבה עליונה: יירוט בחלל

השכבה העליונה במערכת ההגנה האקטיבית מיועדת ליירוט ולהשמדת טילים בליסטיים ארוכי-טווח באמצע מסלול מעופם מחוץ לאטמוספירה (בחלל). טילים כאלה, אם ישוגרו

הארכיטקטורה של המערכת להגנה רב-שכבתית, שתחומי הכיסוי שלה מתוארים באיור למעלה.

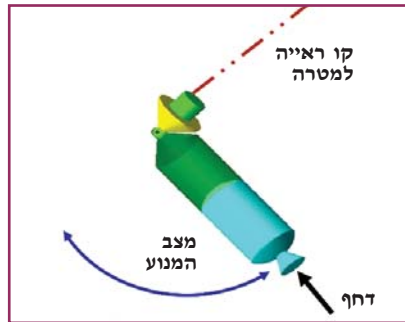




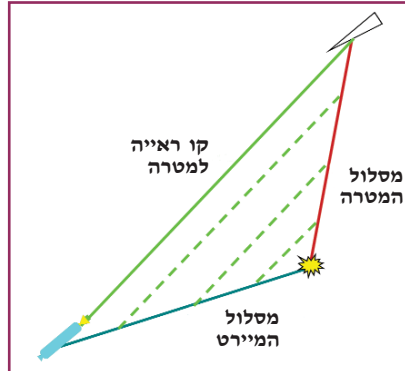
רכיבי גוף ההרג של חץ 3 הוצגו בסלון בפאריס.

ציונולי), המבוסס על מדידת המהירות הזוויתית של קו הראייה אל המטרה. מודדים את המהירות הזוויתית של המטרה, ובהתאם לכך מפנים את המנוע בזווית המתאימה כדי לשנות את המהירות הזוויתית הזאת. בסופו של דבר מגיעים למצב שבו המהירות הזוויתית של המטרה היא אפס, ואז גוף ההרג מתנגש במטרה.

ד"ר חסון הבהיר, כי המערכת האופטית במיירט צריכה להיות באיכות הטובה ביותר האפשרית, עם מיפתח גדול ככל האפשר, כדי להגיע לדיוקים וטווחים גדולים יותר. מתבססים על אופטיקה של מראות, ולא על

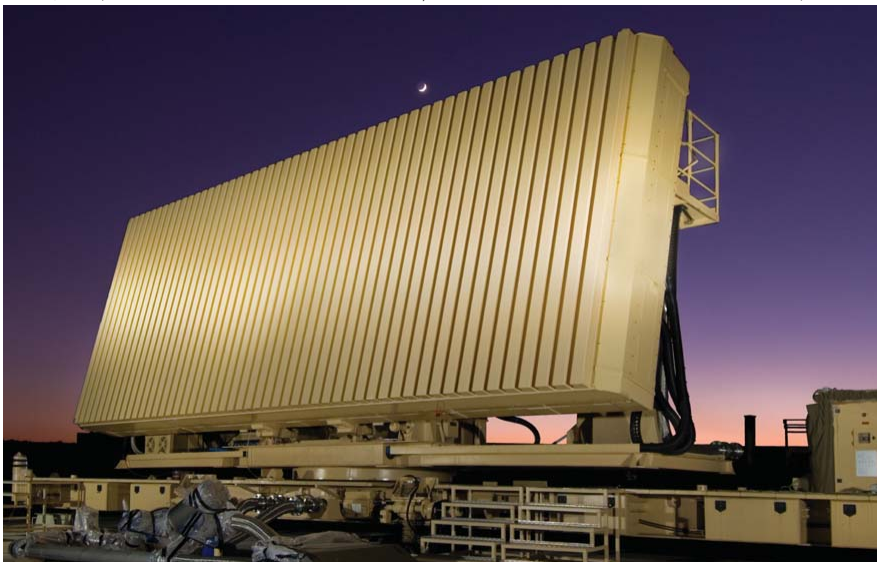


החיישן יכול להסתכל על המטרה בכל זווית. בשלב הסופי של היירוט (למטה), הזווית בין המטרה לקו הראייה של המיירט מתקרבת לאפס.



מסגרות ויכול לנוע בשני צירים. בצורה זו, החיישן יכול להסתכל אל המטרה בעוד שהמנוע יכול לפנות לאיזה כיוון שרוצים בתוך חצי כדור שמרכזו בכיוון הפוך לקו הראייה שהחיישן צריך להסתכל (ראה איור למעלה). הזווית בין המנוע הרקטי לבין קו הראייה תקבע איזה תיקון צריכים להכניס כדי להביא את גוף ההרג למפגש עם המטרה. אם המנוע מיושר עם קו הראייה אל המטרה, לא נדרש לתקן דבר. כאשר מגלים סטייה בכיוון כלשהו, מפנים את המנוע לכיוון השני ובצורה זו מתקנים את השגיאה. מדובר בעיקרון הניווט היחסי (פרופור-

מכ"ם אורן אדיר מסוגל לבצע את משימות הגילוי והעקיבה בטווחים ארוכים יותר מאשר אורן ירוק.



מאז ראשית הפעילות לפיתוח מערכת הגנה בפני טילים מתקיים שיתוף פעולה הדוק בין משרד הביטחון בישראל לבין הסוכנות להגנה מפני טילים בארה"ב, והאמריקנים אף משתתפים בחלק ניכר מעלויות הפיתוח וההצטיידות של המערכות הישראליות. שיתוף הפעולה הזה יימשך גם לגבי המערכת העתידית לשכבה העליונה. ד"ר אבירם, שחזר ימים ספורים לפני הכנס מדיונים בארה"ב, בישר כי "המאמצים הגדולים מאוד שהיו בשנה האחרונה להגיע להבנות עם השותף האמריקני הבשילו בצורה כזאת, שיתאפשר לנו לפתח את הדור הבא של מערכת ההגנה שלנו". משמעות הדבר, הענקת סיוע כספי נדיב מארה"ב למימון הפרויקט.

מיירט חוץ-אטמוספרי

מערכת ההגנה האקטיבית שתופעל בשכבה העליונה תתבסס כאמור על המיירט החדש חץ 3. את עקרונות הפעולה של המיירט הייחודי הזה הסביר ד"ר יוסי חסון, המהנדס הראשי של מפעל מל"מ בתעשייה האווירית, בהראאתו בכנס טכנולוגיות צבאיות. תיכון המיירט מבוסס על רעיון חדשני שפיתחו ד"ר יוסי חסון וד"ר גליה גולדנר, אשר נרשם כפטנט. הפטנט מציע פתרון פשוט, יעיל וזול יחסית לדרישה המחייבת להקנות למיירט כושר תמרון גבוה, שיאפשר לו לפנות בזריזות לעבר המטרה ולהתנגש בה.

ד"ר חסון הזכיר בהראאתו ארבע חלופות קיימות לכך:

- **דלק נוזלי:** את הדחף הרקטי הדרוש לתמרון יוצרים באמצעות ערבוב דלק ומחמצן נוזליים ליצירת בעירה, ופתיחת ברזים קרים להפניית הדחף לכיוון הנדרש. למערכות כאלה יש יתרון מבחינת התגובה המהירה בקבועי זמן קצרים יחסית, אך הבעיה העיקרית היא שהחומרים הנדיפים האלה מאוד רעילים ואינם נוחים לטיפול במערכת מבצעית. מסיבה זו, השימוש באמצעי זה אינו נפוץ.
- **דלק במצב ג'ל:** הג'ל הוא פתרון להקטנת הנדיפות, ולכן הסכנה הסביבתית שלו פחות חמורה. הושקעה עבודת פיתוח רבה בתחום זה, אך עדיין לא הצליחו להגיע ליעילות מספקת.
- **מחולל גז:** מפזרים הרבה מנועים רקטיים זעירים על פני גוף ההרג של המיירט. כאשר מדליקים את המנוע הקטן הזה הוא נותן פולס דחף, ובה נגמר התפקיד שלו. זהו פתרון מקובל למדי במיירטים אמריקניים, אבל היעילות שלו מוגבלת.

● **מערכת לבקרת הסחה באמצעות ברזים חמים:** את הכיוון והעוצמה של הדחף המניע את המיירט מבקרים על-ידי שחרור סילוני גז מתוך מכל שבו מתבצעת בעירה של הודף מוצק. מערכת זו פותחה במקורה כדי להביא למפגש בין חלליות, והיא נפוצה במערכות יירוט אמריקניות ובמערכות שמפותחות באירופה. זוהי מערכת יקרה ומסובכת, כך שהמיירט המבוסס עליה נעשה יקר וכבד יחסית.

הפתרון שנבחר במל"מ הוא הרבה יותר פשוט. משתמשים במנוע רקטי רגיל, שמקנה תאוצה קבועה ככל האפשר למיירט, עם אפשרות להפנות את פיית הפליטה לכל הכיוונים וכך לשלוט בכיוון וקטור הדחף. החיישן האלקטרו-אופטי מותקן ממעל באופן שהוא מבודד מהמנוע על-ידי מערכת של שתי



תרחיש ניסוי מערכת החץ ב-7 באפריל השנה. הטיל המיירט חץ 2 השמיד מטרה מסוג אנקור כחול.

מפותח בפועל. אנחנו עובדים בתהליך של בלוקים, כאשר בכל פעם יש שיפור נוסף, ונמצאים כיום בבלוק שלוש וחצי. בשנה הבאה אנחנו צפויים להיות מסוגלים לייצר בהסתברות גבוהה מאוד את האיומים החדשים שנמצאים ברכש ובפיתוח באיראן, ושאלו יפכו למבצעים בשנה הבאה או בעוד שנתיים."

השדרוגים שמוכנסים במערכת הנשק חץ נבחנים בניסויים שמבוצעים מעת לעת. בניסוי ה-13 של מערכת הנשק, שנערך ב-7 באפריל השנה, נבדקה תצורה אוויונית חדשה של טיל החץ 2, יכולת תמרון משופרת של הטיל בכל שלבי הטיסה, חיישני ביות מתקדמים, יכולת קטלניות משופרת, ושיפורים שקשורים לתחזוקתיות של הטיל כחלק מהמערך המבצעי של חיל האוויר, כפי שגילה ד"ר אבירם. בניסוי הצליח טיל החץ 2 המשופר להתמודד עם מטרה מסוג אנקור כחול, שהתפרקה בעת מעופה לשני חלקים, ולהשמיד את הרש"ק.

השכבה התחתונה

רעיון ההגנה בשכבות דוגל במתן מספר הזדמנויות לירוט האיום הבליסטי, במטרה להשיג קצב זליגה קרוב לאפס (איש לא טוען שניתן להשיג הגנה הרמטית). בתרחיש עתידי, טיל בליסטי ארוך-טווח שיוגר מאיראן יתקל תחילה במיירטים מדגם חץ 3, שאמורים לייצר אותו בשכבה הגבוהה. במידה ויהיו איומים שיצליחו לחדור את שכבת ההגנה הזאת, הם יתקלו במיירטי חץ 2. ואם גם את שכבת הביניים הם יצליחו איכשהו לחדור, עדיין תהיה הזדמנות נוספת לנסות לייצר אותם באמצעות מערכת שרביט קסמים בשכבה הנמוכה. מערך הנ"מ של חיל האוויר מצויד כיום בסוללות טילי פטריוט 2, שאינם מצטיינים ביכולת טובה לירוט טילי קרקע-קרקע קצרי-טווח או רקטות קרקע-קרקע כבדות יחסית לטווחים בינוניים. ניתן היה לשדרג את מערך ההגנה על-ידי מעבר למערכות פטריוט

מאפשרת שליטה ובקרה (שו"ב) על מגוון חיישנים ואתרי שיגור בפריסה ארצית. דרכה מתבצע גם הקישור עם מערכת ההגנה מפני טילים של השותף האמריקני – חיישנים קרקעיים, ימיים ומוטסים ולוויינים בחלל, וכן מערכות ההגנה האקטיבית דוגמת מערכת הנשק איג'יס בספינות של צי ארה"ב, עם טילי יירוט מדגמי SM-2 ו-SM-3.

"אחד ממכפילי הכוח הגדולים ביותר שיש לנו היום זה שיתוף הפעולה עם השותף האמריקני", אמר ד"ר אבירם. "שיתוף פעולה זה ממומש על-ידי רשת סטנדרטית, שמאפשרת למערכות ישראליות להיות מקושרות למערכות הגנה אקטיבית אמריקניות – בין אם מערכות ממש ובין אם חיישנים שונים דוגמת מכ"מים או לוויינים, שמאפשרים לנו להשתמש במידע שהם קולטים על מנת לספק נתונים מקבילים למערכת הנשק שלנו".

שיתוף הפעולה עם האמריקנים התרחב בשנים האחרונות גם לייצור משותף של טילי החץ 2. מרכיבים וחלקים של טיל החץ מיוצרים במפעלים של חברת בואינג ושל קבלני-משנה אחרים ברה"ב, ונשלחים לארץ לשילוב בטיילי החץ המורכבים במפעל מל"מ. "שיתוף הפעולה המבורך הזה תרם הרבה מאוד לקידום מערך ההגנה בפני טילים בישראל", אמר ד"ר אבירם.

מערכת הנשק חץ עוברת שדרוגים מתמידים לאורך השנים, הן כדי לשפר את ביצועיה ואמינותה והן כדי לאפשר לה להתמודד עם איומים חדשים. שיפורים אלה ממצים טוב יותר את היכולת של המערכת ומכניסים טכנולוגיות חדשות. הסביר אריה הרצוג: "בשנת 2001 הגדרנו מה להערכתנו הולכות להיות ההתפתחויות בהגדלת האיום הסורי והאיראני, מבחינת טווחים, מהירויות, הפרדה, אמצעי נגד וכדומה. התחלנו בתוכנית שיפורים של מערכת החץ (ASIP), שבמסגרתה מיושם מערך שלם של שיפורים, שמטרתם לטפל בכל היכולות הפוטנציאליות שחשבנו שיכולות להיות הפתחויות. היום אנחנו רואים שחלק גדול מהן

עדשות, כדי לחסוך במשקל. חוץ מאופטיקה יש בחישה מערכת קירור וגלאי תרמי שיכול ליצור תמונה שלמה של המטרה. בתמונה זו נעזרים כדי לזהות את המטרה ואת האופי שלה. אם מגלים מספר גופי מטרה, מסתכלים על כולם והמחשב מחליט איזה גוף צריך להשמיד, לעומת הגופים האחרים שמוזהים כמנוע, או שברים, או אמצעי הטעיה למיניהם. גוף ההרג (החלק הירוק באיור) כולל מחשב, סוללות, מעבד אותות, מקלט GPS ורכיבים נוספים. בהסבירו את ההבדלים בין המיירט החוץ-אטמוספרי לבין מיירט הפועל בתוך האטמוספירה, הציג ד"ר חסון דרישות מקלות, מחד גיסא, ודרישות מחמירות, מאידך גיסא. מההיבט המקל, לאחר הגיעו לחלל אין המיירט נזקק יותר להגנות תרמיות. לפיכך, לאחר היציאה מהאטמוספירה אפשר להשליך את כל ההגנות החיצוניות ולעשות מיירט שאפילו לא נראה כמו טיל. מההיבט המחמיר, דרושה מערכת גילוי אלקטרו-אופטית תובענית יותר, שצריכה לגלות את המטרה הרבה יותר רחוק מאשר ביירוט בתוך האטמוספירה. דרושה יכולת הבחנה טובה בפרטים של המטרה, וכן דיוק רב במדידת זוויות אל המטרה. המיירט צריך גם מערכת ניווט מדויקת ביותר, כדי לתרגם את הנתונים שהוא מקבל מהמכ"ם הקרקעי לקואורדינטות של עצמו.

ד"ר חסון הדגיש את חשיבות השמירה על גודל ומשקל קטנים: "צריך שהמיירט יהיה קטן, מפני שכל שמשקלו נמדד יותר אפשר להבטיח אותו מהר יותר למטרה, ובסופו של דבר הוא גם יהיה זול יותר. ככל שיהיה זול יותר, נוכל להצטייד ביותר מיירטים ולהגן מפני התקפות יותר מסיביות".

שכבת הביניים: חץ 2

מערכת הנשק חץ נמצאת בשירות חיל האוויר מאז ראשית העשור הנוכחי. הסוללה הראשונה בבסיס פלמחים הוכרזה למבצעת באוקטובר 2000, וכעבור שנתיים הוכנסה לשימוש סוללה מבצעית שנייה בעין-שמר. למערכת הזו יכולת לייצר טילים בליסטיים גם בתוך האטמוספירה וגם מחוץ לה. היא מתבססת על המיירט חץ 2, שהנו טיל דו-שלבי שטס במהירויות שאג-קוליות, בעל מנוע מאיץ ומנוע שיוט שפועלים בדלק מוצק. הביות אל המטרה מתבצע באמצעות חיישן אלקטרו-אופטי, והשומדת המטרה נעשית באמצעות רש"ק רסיסים.

לצורך גילוי המטרה ועקיבה אחריה משתמשת מערכת הנשק חץ במכ"מים קרקעיים המבוססים על טכנולוגיית "מערך מופע" (Phased Array) ופועלים בתחום התדירויות L. למכ"מים אנטנה שטוחה גדולה ללא חלקים נעים, כאשר האלומה המאירה מוזאת באופן אלקטרוני. קיימות היום שתי גרסאות של המכ"ם מתוצרת אלטא – המקורית אורן ירוק והמשופרת אורן אדיר. האחרון הוא מכ"ם יותר אנרגטי, שמסוגל לבצע את משימות הגילוי והעקיבה בטווחים ארוכים יותר מאשר אורן ירוק. המכ"מים פרוסים ברחבי הארץ ומסוגלים לתת מענה לכמה זירות בו-זמנית.

מערכת אתרוג זהב מתוצרת תדיראן משמשת כמערכת השליטה והבקרה המרכזית לכל התחומים של ההגנה מפני טילים. היא



ארכיטקטורת מערכת שרביט קסמים.

נגד רקטות בודדות והן נגד מטח רקטות, ותוכל להגן על עיר בגודל בינוני.

כיפת ברזל תתבסס על מיירט חדש מתוצרת **רפאל**, שנקרא **טמיר**. היא תכלול מערך גילוי קרקעי שמבוסס על מכ"מים, יחידת משגרים ומערכת שליטה ובקרה בעלת ממשק לכל המערך. מערכת **כיפת ברזל** יכולה לפעול באופן עצמאי ואוטומטי, ובמנותק ממערכות שו"ב מרכזיות, זאת כדי להשיג תגובה מקומית מהירה וקיצור זמנים. (ראה כתבה קודמת ב"ביעף" e104 עמ' 14-16).

הפיתוח המזורז של מערכת **כיפת ברזל** נמצא בניהול מפא"ת – מחוץ למסגרת של מינהלת חומה, האחראית על תוכניות **חץ 2**, **חץ 3** ו**שרביט קסמים**.

בניסוי כולל של מערכת **כיפת ברזל** שנערך ב-15 ביולי הושגה הצלחה מרשימה ביירוט מטרה שייצגה רקטה מסוג **גראד**. לפי לוח הזמנים הנוכחי, המערכת צפויה להגיע ליכולת מבצעית ראשונית במהלך 2010. □

ניסוי שיגור של טיל **טמיר**, המיירט של **כיפת ברזל**.



זרוע היבשה בצה"ל, שהותאם לשימוש ביירוט רק"ק. בדומה לאורן ירוק, גם הוא פועל בטכנולוגיה של מערך מופע אקטיבי.

במקרים בהם ירצו להפעיל את **שרביט קסמים** כשכבה תחתונה להגנה מפני טילים בליסטיים ארוכי-טווח שחדרו דרך שכבות ההגנה העליונות, תנוהל המשימה באמצעות מערכת השו"ב **אתרוג זהב**, שתהיה מקושרת ברשת עם **שקד זהב** על מנת להפעיל את מערכת הנשק הזו נגד איום שבו כבר מטפלת מערכת הנשק **חץ**.

אם, לעומת זאת, יהיה צורך לעסוק ביירוט טילי שיוט, ייעשה שימוש במערך חיישנים מוגבה. כדי לגלות טילי שיוט הטסים נמוך יחסית יש למקם את חיישן הגילוי גבוה, על מנת לאפשר לו שדה ראייה יותר רחוק ולגלות את האיומים האלה מוקדם ככל האפשר.

למערכת השליטה והבקרה **שקד זהב** יהיו ממשקים עם מערכות ההגנה הישראליות האחרות (**חץ וכיפת ברזל**), וגם עם מערכות ההגנה האקטיביות של השותף האמריקני. מערכת השו"ב תוכל לשלוט בחיישנים ובאתרי שיגור שנמצאים בפריסה ארצית.

הגנה מרקטות קצרות-טווח

בשלב הנמוך ביותר של פירמידת מערכות ההגנה תימצא מערכת **כיפת ברזל**, המתוכננת ליירט ולהשמיד רקטות מסוג **קסאם**, **גראד**, **קטישה** ודומיהם. המערכת תהיה יעילה הן

מרכז השליטה והבקרה של סוללת **כיפת ברזל**.



PAC-3, שהוכיחו בניסויים בארה"ב יכולת ליירוט טק"ק ורק"ק, אך במשרד הביטחון החליטו במקום זאת להעדיף פיתוח מערכת חדשה.

פיתוחה של מערכת **שרביט קסמים** (או בשמה האנגלי **David Sling**) החל בשנת 2007 בהיקף מלא, כאשר התהליך מנוהל על-ידי משרד פרויקט משותף ישראלי-אמריקני. הרעיון הועלה עוד לפני מלחמת לבנון השנייה, אך מתקפת הרקטות המסיבית במלחמה זו האיצה את ההכרה ואת הצורך במערכת מסוג זה. המערכת מיועדת לא רק נגד טק"ק ורק"ק, אלא גם נגד טילי שיוט.

המיירט של מערכת **שרביט קסמים** הוא טיל דו-שלבי חדש בשם **קלע דוד** (המכונה באנגלית **Stunner**), אשר מפותח במשותף על-ידי חברת **רפאל** בישראל והחברה האמריקנית **רייטאון**. הטיל מבוסס על ליבה שמגיעה מתחום טילי האוויר-אוויר, כאשר נוסף לו מנוע רקטי מאץ. מנוע השיוט מנצל טכנולוגיה מתקדמת מאוד בתחום ההנעה הרקטית, שמאפשרת להפעיל בצורה הדרגתית שלושה פולסים ולאפשר את יכולת הניהוג המיוחדת והתאוצות הגבוהות של הטיל הזה. יש לו ראש ביות דואלי – גם אלקטרו-אופטי וגם מכ"מי – שמאפשר לפעול בכל תנאי מזג אוויר. בניגוד לשימוש ברש"ק רסיסים בטיל **חץ 2**, טיל **קלע דוד** יממש טכנולוגיה של יכולת הרג קינטית, דהיינו פגיעה של גוף בגוף. טכנולוגיה זו, המכונה באנגלית **hit-to-kill**, מיושמת גם בכל טילי היירוט האמריקניים. היא זורשת דיוקים הרבה יותר גבוהים בהנחיית הטיל אל המטרה. אחד עם זאת, כוונת המפתחים היא להגיע למחיר נמוך במיוחד של הטיל, "בסדר גודל יותר נמוך ממחיר של טיל **חץ**", לדברי ד"ר אבירם.

שרביט קסמים תפוקה על-ידי מערכת שליטה ובקרה שנקראת **שקד זהב**, גם היא מתוצרת **תדיראן**. אופן הפעלת המערכת נקבע בהתאם לצורך. במשימת הגנה מפני רקטות קרקע-קרקע נכנס לפעולה המכ"ם הרב-שימושי מדגם **EL/M-2084** מתוצרת **אלתא**, שמגלה את הרקטות ועוקב אחריהן במעופן. מכ"ם זה מבוסס על המכ"ם הרב-משימתי של

המכ"ם הרב-שימושי מדגם **EL/M-2084**.





סלון פאריס 2009

חלק מהמטוסים החדשים עזבו. מפגני הטיסה בסוף השבוע היו עשירים יותר במטוסים חדישים והיסטוריים גם יחד.

חברת **אירבאס** חגגה בסלון 40 שנים לקיומה, ולציון האירוע ערכה ביום השלישי לתערוכה מטס הצדעה בהשתתפות הדגמים העיקריים שייצרה במהלך השנים. כוכב התצוגה המשיך להיות ה-**A380** הענקי, שמלהיב מאוד את קהל הצופים.

תעשיית המטוסים האמריקנית הפגינה נוכחות מרשימה בסלון. משרד ההגנה של ארה"ב שלח לתצוגה תריסר מטוסים ומסוקים צבאיים מסוגים שונים, שחלקם השתתפו במפגני הטיסה היומיים.

מטוס הקרב **F-16** מתוצרת **לוקהיד מרטין** מתמיד בהצגת כושר תמרונו המעולה במפגני הטיסה בכל סלון אווירי, כבר 34 שנים ברציפות. מטוס הקרב מהדור הבא, ה-**F-35**, מוצג בינתיים רק בצורת דגם בקנה מידה מלא. כולם ממתיינים להצגתו הראשונה בטיסה, אולי בסלון הבא?

בין הנעדרים מהסלון בלטו החברות **ססנה**, **גאלפסטרים** ו**אמבראר**, הסובלות קשה מהירידה החדה בביקוש למטוסי מנהלים סילוניים.

יצרני המטוסים הרוסיים אינם מרבים להציג את תוצרתם בסלונים האוויריים בפאריס. הפעם זכינו לראות רק מטוס רוסי בודד,

הסלון האווירי ה-48, שנערך בין ה-15 ל-21 ביוני בשדה התעופה לה-בורג'ה, ציין מאה שנים לקיומן של תערוכות מטוסים בפאריס (על ההיסטוריה של הסלונים ראה במדור סקירת הספרים). ניתן היה לצפות, כי לרגל האירוע ההיסטורי הזה יהיה הסלון אווירי גדול וחגיגי יותר מתמיד, אלא שהמשבר הכלכלי החמור בעולם חיבל בחגיגה. רוב יצרני המטוסים אמנם הגיעו להשתתף בתערוכה, אך הם הביאו הרבה פחות כלי-טיס.

יהודה בורוביק, שחזר כמדי שנתיים לסקור את התערוכה החשובה הזאת, מתאר את החידושים העיקריים בתחום המטוסים שבלטו בסלון: מטוס הנוסעים הרוסי לטיסות אזוריות **סוחוי סופרג'ט 100**, דגם צבאי נושא חימוש של מטוס הריסוס האמריקני **AT-802** מתוצרת **איר טרקטור**, ומטוס התובלה הקל **סקאילנדר** שמפותח בצרפת. בהמשך מתוארים החידושים בתחום הכטב"מים באירופה. כהרגלנו, אנו כוללים סקירה מקיפה של התצוגה הישראלית בסלון פאריס, ומתארים את המוצגים הבולטים שנחשפו לראשונה – בעיקר כטב"מים וטילים.

הוצגו 7 דגמים בקנה מידה מלא של כלי-טיס חדשים, וכן כ-15 מטוסים היסטוריים. במפגני הטיסה היומיים השתתפו פחות מ-20 מטוסים ומסוקים. בימי סוף השבוע, שנפתחו לקהל הרחב, נוספו עוד כ-15 מטוסים היסטוריים, אך

מספר כלי-הטיס המוצגים היה הפעם נמוך מתמיד. בארבעת הימים הראשונים של התערוכה, הפתוחים לקהל המקצועי בלבד, ניתן היה למצוא בתצוגה הסטטית רק כ-90 כלי-טיס מאוישים מהדור הנוכחי. בנוסף לאלה



התצוגה הסטטית בסלון פאריס כללה הפעם רק כ-90 מטוסים ומסוקים מאוישים מהדור הנוכחי. בסוף השבוע הוצגו גם קרוב ל-30 מטוסים היסטוריים.





מטוס הנוסעים הסילוני לטיסות אזריות סוחוי סופרג'ט 100 בהופעת בכורה בשמי הסלון האווירי בפאריס.

במנועים החדשניים PW1000G (ראה "ביעף" e106).

המטוס הרוסי עשוי לקסום ללקוחות מערביים בזכות האחיות ושירות התמיכה המעולה שמובטח על-ידי השותפה האיטלקית, והתמיכה במנועים שתוענק על-ידי חברת סנקמה הצרפתית. לצורך התמיכה הלוגיסטית במטוסי הסופרג'ט 100 נחתם הסכם עם החברה הגרמנית לופטהנזה טכניק, בעלת המוניטין המצוי. התקשרויות בינלאומיות אלה אמורות להסיר את החששות של לקוחות מערביים מרכישת מטוס רוסי.

סוחוי מטוסים אזרחיים ויתרה בשלב הנוכחי על כוונתה לפתח דגם קטן יותר המיועד ל-78 נוסעים, אך תשקול פיתוח דגם גדול יותר לכ-120 נוסעים.

מטוס ריסוס בתחפושת צבאית

חידוש מפתיע בתצוגה הסטטית בסלון היה גרסה ממוגנת וחמושה של מטוס ריסוס מוכר, שיכול לשמש כמסייע אווירי במלחמות בעצימות נמוכה – הן לתקיפה והן לסיור ולאיסוף מודיעין.

חברת אייר טרקטור מטקסס בארה"ב חשפה בלה-בורגיה את ה-AT-802U המיועד למשימות צבאיות, שמבוסס על מטוס הריסוס והכיבוי מוכח ה-AT-802F. הדגם החדש מצויד במנוע טורבו-מדחף מדגם פראט אנד ויטני PT6A-67F, המפתח הספק מרבי של 1,600 כ"ס צירי (לעומת הספק של 1,350 כ"ס צירי במטוס הריסוס והכיבוי). המטוס, שיכול להמריא במשקל מרבי של 7,260 ק"ג, מסוגל לשאת מטען תכליתי של דלק וחימוש במשקל של 3,700 ק"ג.

חימושו של המטוס למשימות תקיפה יכול לכלול שני מקלעי גטלינג תלת-קניים בקוטר 12.7 מ"מ, שתי כוורת רקטות M260 ופצצות של 227 ק"ג, על תשע נקודות תלייה חיצוניות מתחת לכנפיים ולגחון הגוף. בכוננת היצרן להתאים את המטוס גם לנשיאה ושיגור של טילי הלפיר ורקטות מונחות DAGR מתוצרת לוקהיד מרטין, וכן מארז גלילוי מטרות והנחיתת חימוש Sniper XR. אפשר יהיה להגדיל את מספר נקודות התלייה החיצוניות עד 15.

ומפעילים שונים במערב. לצורך כך מבססת סוחוי מטוסים אזרחיים שיתוף פעולה הדוק עם יצרנית המטוסים האיטלקית אלניה מקבוצת פינמכניקה. באפריל השנה נכנסה אלניה לשותפות פעילה בסוחוי מטוסים אזרחיים ורכשה 25% ממניות החברה הרוסית. עוד קודם לכן, ביולי 2007, הוקמה החברה המשותפת סופרג'ט אינטרנשיונל, ש-51% ממניותיה מוחזקות בידי אלניה והשאר בידי סוחוי. חברה זו אחראית לשיווק, למכירות, לגימור המטוסים ולאספקה ללקוחות באירופה, באמריקה, במדינות דרום האוקיינוס השקט, באפריקה וביפן. כמו-כן תטפל החברה הבינלאומית בתמיכה במטוסים בכל רחבי העולם.

סוחוי מטוסים אזרחיים הודיעה בסלון כי קיבלה כבר הזמנות ל-122 מטוסי סופרג'ט 100, כולל 35 עבור חברות תעופה מערביות. המטוסים הסדרתיים הראשונים יימסרו בתחילת השנה הבאה לחברת התעופה Armavia מארמניה ולחברת התעופה הרוסית איירפלוט. במהלך הסלון הודיעה חברת התעופה ההונגרית מאלב על כוונתה לרכוש 30 מטוסי סופרג'ט 100, אשר יסופקו לה החל משנת 2011.

מטוסים המיועדים ללקוחות במדינות המערב יועברו על-ידי היצרנית הרוסית לגימור במפעלי אלניה ליד נמל התעופה של ונציה. הם יותאמו שם לדרישות הלקוח מבחינת הסידור הפנימי בתא הנוסעים, ויעברו צביעה חיצונית. השותף האיטלקי גם יציע תצורות מפותחות ומרווחות לשימוש עסקי ופרטי במטוסים.

סוחוי מטוסים אזרחיים מבקשת לנגוס נחש של כ-20% משוק מטוסי הסילון לטיסות אזריות בעולם. לשם כך נערכת החברה הרוסית להגיע לקצב ייצור של 70 מטוסים לשנה ב-2012. המטוס החדש מציע הוצאות תפעול נמוכות בכ-12% עד 14% בהשוואה למטוסי הדור הנוכחי מתוצרת אמבראר ובומבארדייה. היצרנית הרוסית תנסה לצבור כמה שיותר לקוחות בחלון ההזדמנויות שקיים עבורה עד אמצע העשור הבא, עת צפויים להיכנס לשירות מטוסי הדור החדש – ה-MRJ של מיצ'ובישי וה-CSeries של בומבארדייה – שיהיו חסכוניים עוד יותר בזכות שימוש

ולסלון הגיע בשנית מטוס הנוסעים האוקראיני לטיסות אזריות – אנטונוב An-148.

סוחוי סופרג'ט 100

החידוש היחיד שנראה בסלון בתחום מטוסי הנוסעים היה אב-הטיפוס השני של המטוס הסילוני לטיסות אזריות סופרג'ט 100, המפותח על-ידי חברת סוחוי מטוסים אזרחיים. זהו מטוס דר-מנועי המיועד להטיס 98 נוסעים לטווח מרבי של 2,950 ק"מ בדגם הרגיל שלו, אך מוצע גם דגם ארוך-טווח שיוכל להגיע עד 4,420 ק"מ. המטוס ישייט במאך 0.78 ברום של עד 41,000 רגל (12.5 ק"מ).

הסופרג'ט 100 מצויד בשני מנועי טורבו-מניפה חדשים מדגם SaM146, המפותחים ומיוצרים במשותף על-ידי חברת סנקמה הצרפתית והחברה הרוסית NPO Saturn במסגרת המיזם PowerJet שנוסד ביולי 2004. סנקמה אחראית על ליבת המנוע, מערכות הבקרה והתמסורת, וכן לשילוב המנוע במטוס וניסויי הטיסה. היא יישמה בתיכון את הניסיון הרב שנרכש במנועי CFM56, אותם היא מייצרת בשיתוף פעולה עם ג'נרל אלקטריק. יצרנית המנועים הרוסית אחראית על המניפה, המדחס בחלף נמוך והטורבינה בחלף נמוך, על ההרכבה והספית ועל הניסויים הקרקעיים. המנוע מותאם במיוחד לדרישות של מטוסי נוסעים לטיסות אזריות בעלי קיבולת מ-70 עד 120 מושבים, וביכולתו לפתח דחף בין 6.12 טון ל-7.94 טון. הוא מתאפיין בתצורת דלק נמוכה יותר ממנועי הדור הנוכחי ובעלות תחזוקה מופחתת.

אב-הטיפוס הראשון של הסופרג'ט 100 המריא לטיסת בכורה ברוסיה ב-19 במאי 2008. אב-טיפוס שני הצטרף לטיסות הניסוי ב-24 בדצמבר אותה שנה. עד לפתיחת הסלון ביצעו שני אבות-הטיפוס 213 טיסות וצברו יותר מ-650 שעות באוויר. מועד היעד להשגת רישוי אזרחי ברוסיה הוא בסוף השנה הנוכחית, ומקווים להשיג רישוי אירופי בשנת 2010 ורישוי אמריקני מייד לאחר מכן.

יזמי הסופרג'ט 100 מבקשים לשווק את מטוסם לא רק לחברות תעופה ברוסיה ובמדינות חבר העמים, אלא גם לחברות תעופה



דגם בקנה מידה מלא של גוף הסקאילנדר. מטוס התובלה הדו-מנועי ייוצר בצרפת על-ידי GECI.

אינטרנשיונל להתקדם לשלב המעשי. מאז הקמתה בשנת 1979 התרכזה חברת GECI במתן סיוע הנדסי לחברות אחרות ברחבי העולם והשתתפה בתוכניות פיתוח רבות של מטוסים שונים. כדי להיכנס גם לתחום הייצור של מטוסים, רכשה GECI לפני שנה 52% מהמניות של **ריימס אוויאיישן אינדאסטריז**. חברה צרפתית ותיקה זאת מייצרת כיום מטוסים קלים דו-מנועיים מדגם **F406**, המשמשים בעיקר למשימות סוור, ניטור ומעקב מהאוויר. ימים ספורים לפני פתיחת הסלון האווירי הודיעה GECI **אינטרנשיונל** על איחוד פעילויותיה בתיכון וייצור מטוסים תחת המסגרת של **GECI Aviation**. גוף ארגוני זה ישלב את פעילויות **ריימס** יחד עם פיתוח וייצור **הסקאילנדר**. נראה, לפיכך, ש-GECI התגברה על רוב המכשלות הארגוניות והכלכליות בפרויקט

הסקאילנדר יוכל להמריא במשקל מרבי של 8.4 טון כשהוא נושא מטען תכליתי של 3.4 טון. המטוס יתאים להטסת 19 נוסעים, או מטענים קלים. הוא יצויד בשני מנועי **PT6A-65B** המפתחים הספק מרבי של 1,100 כ"ס צירי כל אחד. יהיה ביכולתו לפעול ממסלולים קצרים יחסית, לטוס במהירות שיוט מרבית של 390 ק"מ/ש' וברום מרבי של 25,000 רגל (7.62 ק"מ). במהירות שיוט חסכונית של 280 עד 335 ק"מ/ש' ברום של 10,000 רגל (3 ק"מ), יוכל **הסקאילנדר** להגיע לטווח מרבי של 1,100 ק"מ עם מטען מלא.

פרויקט פיתוח **הסקאילנדר** החל עוד בשנת 2001, בהובלתו של המהנדס דסמונד נורמן המנוח, מי שהיה בזמנו אחד משני המתכננים של **האיילנדר** המפורסם. הגשמת הפרויקט התעכבה מאז בגלל קשיים בגיוס מימון מספיק, אך נראה שעתה מוכנה **GECI**

כדי להתאים את המטוס לפעילות בסביבה מאיימת, תא הטייס הדו-מושבי בתצורה אחד-מאחורי השני ממוגן מירי נשק קל, והמבנה המחוזק של התא מגן על אנשי הצוות במקרה של התרסקות. מכילי הדלק בכנפיים נאטמים בעצמם במקרה של פגיעה מירי מן הקרקע. מותקנת גם מערכת לוחמה אלקטרונית **AAR-47/ALE-47** להגנה מפני טילי נ"מ המתבייתים על קרינה תת-אדומה.

ה-**AT-802U** מוצע גם כפלטפורמה חמושה למשימות סוור, מעקב ואיסוף מודיעין, עם מערכת תצפית אלקטרו-אופטית מיוצבת שתותקן מתחת למנוע. צילומי הווידאו מהמערכת יוצגו בתא הטייס וישודרו גם לקרקע בזמן אמת. כדי לאפשר זמן שהייה ארוך באוויר, מותקן מכל דלק גדול בתוך הגוף, בנוסף לדלק הנישא בכנפיים. ניתן גם לשאת מכלי דלק נתיקים מתחת לכנפיים. זמן השהייה המרבי באוויר יכול להגיע לעשר שעות ויותר. מטוס **AT-802** נרכש בעבר על-ידי ממשלת ארה"ב ומופעלים מאז 2002 להשמדת גידולי סמים בדרום אמריקה (בעיקר בקולומביה). הדגם החמוש יכול להרחיב את קשת המשימות לסיוע לכוחות מיוחדים ולתקיפת גורמים עוינים. מטוסים מסוג זה מעוררים עניין בחיל האוויר האמריקני, בצי ארה"ב ובצבאות אחרים. יתרונם במחיר נמוך יחסית, זמינות מיידית ותפעול פשוט. ה-**AT-802U** יכול להמריא במשקל מרבי ממנחת באורך 610 מטר, ונדרשת לו ריצת נחיתה של 275 מטר בלבד.

בנוסף לדגם החמוש, הציגה **איר טרקטור** גם את ה-**AT-802F** לכיבוי שריפות, עם מצופים להמראה ונחיתה באגמים ובים. המטוס מצויד במכל מים בעל קיבול של 820 גאלון (3,100 ליטר) ובמכל קצף בן 18 גאלון (68 ליטר).

סקאילנדר: מטוס תובלה קל

חברת ההנדסה והייצור הבינלאומית **GECI**, שמרכזה בצרפת, הציגה דגם בקנה מידה מלא של גוף מטוס נוסעים ותובלה קל בעל שני מנועי טורבו-מדחף. המטוס החדש, שנקרא **SK-105 סקאילנדר (Skylander)**, נמצא בשלבי תיכון ופיתוח מתקדמים, ויוצר במפעל חדש שמוקם בבסיס האווירי **Chambley-Bussieres** במחוז **Lorraine** בצפון-מזרח צרפת.



המטוס הממוגן והחמוש **AT-802U** למשימות סוור ותקיפה מיועד לסייע במלחמות בעצימות נמוכה. הוא מבוסס על המטוס לכיבוי שריפות **AT-802F** (למעלה).





חידוש היסטורי בסלון פאריס: כטב"ם מוצג בטיסה – הקמפוסטר S-100 מתוצרת שיבל.

הפטרולר נלקחו ממערכת ה-Sperwer של סאג'ם, ושני הכטב"מים ניתנים לשליטה מאותה תחנת בקרה קרקעית. הפטרולר הוטס לראשונה ב-10 ביוני בפנילנד, והוכיח את תכונות הטיסה שלו ואת תפעול מערכתיו. הפטרולר מזכיר את הדגם הבלתי מאויש של הדאון הממונע S-15, שהוצג על-ידי סטם בתערוכת ILA בברלין במאי 2008 – ראה "ביעף" e105 עמ' 19. אז דובר בכטב"ם שישמש כממסר תקשורת, והפעם מדובר בכטב"ם למשימות תצפית ומעקב. זוהי תוכנית פיתוח במימון עצמי של שתי החברות, וטרם פורסם דבר על לקוחות אפשריים.

שפותח בשיתוף פעולה עם יצרנית הדאונים הממונעים Stemme מגרמניה. הפטרולר מתאפיין במוטת כנף של 18 מטר ומבוסס על ה-S-15 של סטם. ביכולתו לטוס ברום של עד 25,000 רגל (7.62 ק"מ) ולשהות באוויר יותר מ-30 שעות, כשהוא נושא מטעד במשקל 250 ק"ג. הכטב"ם מצויד במנוע רוטקס 914F בעל הספק מרבי של 115 כ"ס, ומגיע למהירות של 315 ק"מ/ש'.

הפטרולר נושא מערכת תצפית אלקטרו-אופטית מיוצבת וכן מכ"ם בעל מיפתח סינתטי מתוצרת OHB, ומצויד באנטנה לתקשורת לוויינית. מרבית מערכות האוויוניקה של



למעלה: דגם בקנה מידה מלא של הכטב"ם טאלריון בתצוגה של EADS. למטה: הכטב"ם פטרולר שמבוסס על דאון ממונע בתצוגה של סאג'ם. מאחוריו נראה הכטב"ם ספרוור.



הסקאילנדר, ועכשיו יחלו בבניית אב-טיפוס ובהערכות לטיסות ניסוי והשגת רישוי אזרחי. במהלך הסלון הודיעה GECI על קבלת הזמנה ראשונה לארבעה מטוסי SK-105 מחברת TransAsia. חברה זו ממאלזיה הזמינה גם ארבעה מטוסי F406 לסיור ימי. אספקת מטוסי הסקאילנדר מתוכננת להתחיל ברבע השלישי של 2012.

כטב"מים אירופיים

לא רק כלי-טיס מאוישים השתתפו במפגני הטיסה היומיים בשמי לה-ברוג'ה. הפעם, לראשונה בהיסטוריה של סלון פאריס, הוצג בטיסה גם כטב"ם.

מדובר בכלי-הטיס הרוטורי קמפוסטר S-100 מתוצרת החברה האוסטרית שיבל, שהוצג בסלון האווירי הקודם על הקרקע בלבד (ראה "ביעף" e102 עמ' 11). לקמפוסטר יש אישור מטעם רשות הרישוי האירופית EASA לטיסה במסדרונות מוגדרים במרחב האווירי האזרחי, והוא נושא רישום אזרחי אוסטרי.

לקראת ההדגמה בסלון פאריס, עבר הכטב"ם בחודש אפריל סדרת טיסות ניסוי במרכז הניסויים איסטר בצרפת, שם הדגים את סדרת התמרונים שתוכננה לסלון ותהליכי חירום. בגלל ההקפדה החמורה של מארגני הסלון האווירי על סידורי הבטיחות, טס הקמפוסטר רחוק מקהל הצופים ובקושי ניתן היה לראות אותו. במסגרת הפגנת יכולותיו שידר הקמפוסטר בזמן אמת את צילומי הווידאו שביצע בטיסתו אל תחנת הטלוויזיה בסלון, והצילומים הוקרנו על מסכים גדולים לצפיית הקהל בתערוכה.

תאגיד התעופה והביטחון האירופי EADS הציג דגם בקנה מידה מלא של הכטב"ם המתקדם Talarion, המפותח בשיתוף פעולה בין גרמניה, צרפת וספרד כדי לענות על דרישה למערכת איסוף מודיעין מגובה רב.

הטאלריון הוא כטב"ם גדול יחסית, בעל מוטת כנף של 27.9 מטר, שימריא במשקל מרבי של 7 טון ויוכל לשאת מטען תכליתי במשקל טון אחד. כלי-הטיס צויד בשני מנועי סילון שיוקנו מעל לגוף לפני הזנב האנכי. הוא יוכל לטוס ברום של עד 50,000 רגל (כ-15 ק"מ) וישהה באוויר כ-24 שעות ברציפות. ניתן יהיה לצייד אותו במטעדים מודולאריים שיכללו מכ"ם, מערכת תצפית אלקטרו-אופטית מיוצבת ליום וללילה, מערכת תקשורת לוויינית, ערוץ העברת נתונים ועוד, בהתאם לדרישות של כל לקוח.

ב-EADS השלימו בחודש מאי בחינה בת 15 חודשים להקטנת סיכונים בפרויקט, בעלות של 60 מיליון אירו, והגישו את התוצאות לשלוש הממשלות השותפות. הצעת הפיתוח של EADS, בהיקף של 1.5 מיליארד אירו, מדברת על ייצור 15 מערכות – שש עבור גרמניה, שש עבור צרפת ושלוש עבור ספרד – כאשר כל מערכת כוללת שלושה כלי-טיס ותחנה קרקעית. מנהל חטיבת ההגנה והביטחון בחברה הבהיר בסלון האווירי, כי אם יתקבל בקרוב אישור להתקדם בפרויקט, ניתן יהיה לבצע טיסת בכורה של הטאלריון בשנת 2013 ולהתחיל באספקת המערכות בשנת 2015. בינתיים נראה, כי הגרמנים אינם מוכנים עדיין לאשר את התוכנית.

חברת סאג'ם הצרפתית, השייכת לקבוצת סאפרן, הציגה את הכטב"ם החדש פטרולר,

כטב"מים בסלון



1 RQ-7 הנקרא Shadow (צל) בשירות חיל הנחתים של ארה"ב. מיוצר על-ידי חברת AAI מקבוצת טקסטרון מערכות. זהו כטב"ם טקטי למשימות תצפית בעל מוטת כנף של 4.27 מטר, היכול לפעול בטווח של 125 ק"מ ולשהות באוויר במשך 6 שעות. משקל המראה מרבי: 170 ק"ג. מטען תכליתי: 27 ק"ג.



2 תאגיד EADS הציג את המיני-כטב"ם Tracker/DRAC שסופק לצבא צרפת. הכלי משוגר מהיד, יכול לשהות באוויר 90 דקות ולפעול בטווח של עד 10 ק"מ. (ראה פרטים נוספים ב"ביעף" e107 עמ' 15-16).



3 בנוסף לפאלקו (נראה ברקע) שכבר הופיע בתערוכות קודמות, הציגה חברת Selex Galileo מקבוצת פינמכניקה האיטלקית את המיני-כטב"ם Strix שצורתו כנף מעופפת. ביכולתו לשאת מטעד במשקל 1.5 ק"ג, לפעול בטווח של 10 ק"מ ולשהות באוויר 135 דקות.

4 הכטב"ם הטקטי Sperwer מתוצרת סאג'ם נמצא בשירות צבא צרפת וצבאות נוספים. משקלו המרבי 330 ק"ג והוא נושא מטען תכליתי בן 45 ק"ג. ביכולתו לפעול בטווח של 200 ק"מ ולשהות באוויר יותר מ-6 שעות.



התצוגה הישראלית



הכטב"ם הרון של התע"א נושא בגחוונו מכ"ם חיפוש ימי מתוצרת אלתא.

גודל (שכל אחת מכסה גזרה של 120 מעלות), המותקנות בתוך ה"צלחת" מעל לגוף, כך שמס-פיקה פעילות בתחום תדירויות אחד בלבד. ה-A-50EI הראשון סופק להודו בסוף חודש מאי.

כטב"מים לתצפית ולתקיפה

בעוד שבסלון הקודם הציגה התע"א מגוון רחב ביותר של כטב"מים מתוצרתה, ביניהם ההרון TP הענקי, בחרה הפעם החברה להצטמצם למספר דגמים מועט. במרכז התצוגה החיצונית ניצב ההרון 1, שזוכה להצלחה שיווקית ניכרת בעולם. כטב"מים כאלה שנרכשו על-ידי צרפת וקנדה מופעלים כיום מבצעית באפגניסטן ומסייעים לכוחות הקואליציה באיסוף מודיעין באזורי הלחימה. את ההרון של חיל האוויר הצרפתי, המכונה Harfang (ינשוף השלג), ניתן היה לראות באזור התצוגה של EADS בסלון.

התע"א דיווחה, כי הרון המתאם למשימות סיור ימי – עם מכ"ם חיפוש ימי EL/M-2022 מתוצרת אלתא, מערכת תצפית אלקטרו-אופטית MOSP מתוצרת תמ"מ, תקשורת לוויינית של אלתא ועוד – ביצע לאחרונה הדגמות בינלאומיות מוצלחות. באל-סאלוודור הופעל הכטב"ם עבור הפיקוד הדרומי של צבא ארה"ב, הנאבק בהברחות סמים. באיים הקנאריים נערכה הדגמה במשך שבוע עבור חיל האוויר הספרדי ומשטרת ההגירה הספרדית, הנלחמים בתופעות הגירה בלתי חוקית והברחת סחורות. הרון הדגים בהצלחה

למטוס, נאלצו מהנדסי אלתא לאפשר את פעולת המכ"ם בשני תחומי תדירויות. האנטנות השטוחות בצידי הגוף של המטוס פועלות בתחום התדירויות L. מכיוון שהאנטנות שניתן להתקין בחרטום ובאחורי הגוף הן קטנות הרבה יותר, נדרשת כאן פעולה של המכ"ם בתדירות הרבה יותר גבוהה כדי להשיג אותו שבח (gain), ולכן נבחר תחום התדירויות S. המכ"ם פועל בריזמנית בשני תחומי התדירויות האלה. יצחקיאן ציין, כי פתרון זה שנבחר לעיטם הוא היישום הראשון בעולם במטוס להתרעה מוקדמת.

מאפיין נוסף של הדור השלישי אותו ציין יצחקיאן הוא השימוש בערוץ העברת נתונים רחב במיוחד. הערוץ הרחב מאפשר להעביר לתחנות על הקרקע בזמן אמת – בקו ראייה או בתקשורת לוויינית – את כל המידע שנקלט בחיישני המטוס, ולעבד את המידע במחשבים חזקים על הקרקע. בעוד שבמטוס יש שש עמדות מפעילים בלבד, העברת הנתונים לקרקע מאפשרת להשתמש בכמה מפעילים שרוצים. המפעילים על הקרקע יכולים לקחת חלק פעיל במשימה, לשלוט באיסוף המידע כמו הפקחים המוטסים, ולהציג כל מידע שירצו.

גם במטוס ההתרעה המוקדמת ברייב A-50EI שהסבה התע"א עבור הודו (ראה ב"ביעף" הקודם) התקינה אלתא מכ"ם מערך מופע אקטיבי ומערכות אחרות מאותו דור שלישי כמו בעיטם. אלא ששם הכיסוי ב-360 מעלות מושג באמצעות שלוש אנטנות אותו

חברות מתחום התעשייה הביטחונית בישראל הגיעה השנה לסלון פאריס בכוח גדול ועם מגוון רחב של מוצרים, שחלקם נחשפו לראשונה. בביתן הישראלי המרכזי, שאורגן על-ידי המכון הישראלי לייצוא ולשיתוף פעולה בין-לאומי, הציגו 10 חברות: אורבן איירו-נאוטיקס, איירונאוטיקס, אלביט מערכות, כנפית, עמית תעשיות, פלאסן, קונטרופ, ראדא, רפאל וקבוצת תאת טכנולוגיות (כולל בנטל תעשיות). התעשייה האווירית לישראל הקימה ביתן נפרד בסמוך לביתן הישראלי (הפעם לא נעשה שימוש במבנה הוותיק דמוי הצלחת המעופפת, שנוטר סגור), וכן הציגה מוצרים גדולים ברחבה שמחוץ לביתן. ארבע חברות ישראליות נוספות בחרו להציג בביתנים אחרים בתערוכה: איירומעז, התעשייה הצבאית לישראל, מנועי בית-שמש ו-SGD הנדסה.

העיטם מגיע גם לפאריס

אחרי שהציגה לראשונה את הנחשון בתצורת עיטם בתערוכת פארנבורו בשנה שעברה (ראה ב"ביעף" e106 עם 10), הביאה התעשייה האווירית לישראל את המטוס המתקדם להתרעה מוקדמת ובקרה אווירית גם לסלון האווירי בפאריס. העיטם של חיל האוויר, שעמד בתצוגה הסטטית בארבעת הימים הראשונים של התערוכה, משך כצפוי תשומת לב רבה.

בתדרוך לעיתונאים בסלון נחשפו פרטים נוספים על העיטם, שלא נכללו בסקירה הקודמת שלנו בעקבות הצגת המטוס בפארנבורו. סגן מנהל מפעל מערכות התרעה מוטסות באלתא, אבישי יצחקיאן, הדגיש כי במטוס זה הותקן מכ"ם מערך מופע אקטיבי מהדור השלישי שפותח באלתא. הדור השלישי מנצל את מגמת המזעור ברכיבים האלקטרוניים ומאפשר השגת ביצועים מצוינים תוך חיסכון במשקל ובגודל. המערכות במטוס, שמבוססות על תוכנה מתקדמת, הותקנו בארכיטקטורה פתוחה, כך שניתן להוסיף בקלות רכיבים נדרשים. נעשה שימוש מרבי ברכיבים מסחריים מן המדף, כדי להזיל את המערכת. החיישנים פועלים באופן אוטומטי מלא, ללא צורך בהתערבות של מפעיל בחוג. לצורך השגת כיסוי ב-360 מעלות מסביב

מטוס ההתרעה המוקדמת והבקרה האווירית נחשון בתצורת עיטם של חיל האוויר בתצוגה הסטטית בלה-בורגיה.





המיני-כטב"ם Bird Eye 600, לצד דגמים מוקטים של מטוסי התרעה ואיסוף מודיעין, בביתן התע"א.

ריינמטאל דיפנס אלקטרוניקס הגרמנית, שתהיה הקבלן הראשי. משרד הביטחון הגרמני השקיע כבר משאבים להתאמת המערכת לדרישותיו המוגדרות. חלק מההתאמות בוצעו בהצלחה על-ידי הצוות המשותף של התע"א וריינמטאל דיפנס, וההערכה היא כי חוזה המשך יחתם השנה.

לאחרונה על חוזה בהיקף של יותר מ-100 מיליון דולר לאספקת מערכות הרופ ללקוח זר (בעיתונות הזרה פורסמו השערות כי מדובר בטורקיה). לקוח נוסף צפוי להיות הצבא הגרמני, כאשר במשרד הביטחון שם אישרו לאחרונה כי קיימת דרישה מבצעית למערכת ההרופ. הפרויקט ימומש בשיתוף עם חברת

את יכולתו לגלות ולהזהות כלי-שיט קטנים, ולהעביר את המידע בזמן אמת למרכזי הפיקוד ביבשה כדי שיוכלו לשגר מיידידת כוחות ימיים לאזור.

בתוך ביתן התצוגה של התע"א ניתן היה לראות את המיני-כטב"ם Bird Eye 600, המוגדר כמערכת מהדור השלישי. כלי-הטיס הקטן בעל מוטת כנף של 2.5 מטר שוקל 7.5 ק"ג ויכול לשאת מטעד תצפית אלקטרו-אופטי במשקל 1.2 ק"ג. לכלי-הטיס מנוע חשמלי, שמאפשר לו לטוס במהירות מרבית של 74 ק"מ/ש'. הבריד איי מיועד לפעול ברום של 500 עד 1,000 רגל (150 עד 300 מטר) מעל פני השטח, ברדיוס של 15 ק"מ מנקודת השיגור, ולשהות באוויר עד שעתים. שיגורו מתבצע בעזרת כבל קפיצי, והנחיתה באמצעות מצנח. טיסתו אוטומטית במלואה.

הפתעה מעניינת בתצוגת התע"א הייתה חשיפתו של ה-Harop, המוגדר כ"חימוש משוטט מתקדם". זהו כטב"ם תוקף מתאבד שפותח במפעל מבת, מחליפו של ההארפי הוותיק.

ההרופ מצויד במטעד תצפית אלקטרו-אופטי ליום וללילה מדגם POP-200, המאפשר לו לחפש, לאתר ולתקוף בדיוקנות מטרות נייחות או ניידות, יבשתיות או ימיות, בטווחים גדולים. הכלי הקטן מוזנק ממשגר נייד באמצעות מאיץ רקטי וטס לעבר אזור מוגדר, שם הוא משוטט באוויר ומחפש את המטרות. ביכולתו לשהות באוויר עד שש שעות. משנמצאה מטרה, הכלי צולל לעברה ומשמיד אותה באמצעות מטען נפיץ במשקל 23 ק"ג. התקיפה יכולה להתבצע מכל כיוון ובכל זווית, שטוחה עד אנכית. הרופ נוסף יכול להשקיף ממעל ולהעביר למפעיל תמונה של המתרחש בזמן אמת, לצורך הערכת נזקים. על פי הוראת המפעיל, יכול ההרופ להפסיק תקיפה, לחזור למצב שיטוט, ולבצע תקיפה חוזרת בעיתוי מתאים יותר. בצורה כזו נמנע נזק סביבתי בלתי רצוי.

ההרופ מאוחסן בתוך זבילים מלבניים סגורים ומשוגר מתוכם. את הזבילים האלה ניתן לשאת על מגוון פלטפורמות ניידות. סוללת הרופ כוללת רכב שיגור, וקרון בקרה ממנו ניתן לשלוט בכלי-הטיס עם בקרת אדם בחוג, לשיפור יכולת הדיוק והפגיעה במטרה. התע"א הודיעה בסלון כי היא חתמה



החימוש המשוטט המתקדם הרופ מאוחסן בתוך זביל מלבני שנישא על פלטפורמה ניידת ומשוגר מתוכו. משמאל ולמעלה: ההרופ בתצורת טיסה.



טילי ברק 8



הגרסה היבשתית של מערכת ברק 8 להגנה מפני אימיים אוויריים בתצוגה של התע"א. הדגם ארוך-הטווח של הטיל מצויד במאיץ רקטי.

אוניברסאלית, שמתאימה לתפעול כל כטב"ם מתוצרתה. מהתחנה אפשר לפקח במקביל על שתי משימות של כטב"מים.

תכונות מערכת ההרמס 90 מאפשרות חיבוריות עם כל מערכת תיקשוב (C⁴I), לשיתוף מידע מהיר ולתיאום יעיל בין הכוחות הפועלים בשטח.

ב-17 במאי הודיעה אלביט מערכות כי החברה הובת שלה בארה"ב הקימה מיזם משותף עם חברה-בת של תאגיד ג'נרל דיינמיקס בתחום הכטב"מים. החברה המשותפת שהוקמה, UAS Dynamics, תתחרה בתוכניות כטב"מים של משרד ההגנה האמריקני ומשרדי ממשלה נוספים בארה"ב. היעד הראשון הוא התוכנית לאספקת כטב"מים טקטיים קטנים לחיל הנחתים של ארה"ב, וההרמס 90 מתאים היטב לדרישות. המערכות של UAS Dynamics יתבססו על הניסיון המבצעי והבשלות של הכטב"מים ממשפחות הרמס וסקיילארק של אלביט, שצברו עד היום יותר מ-150,000 שעות טיסה מבצעיות.



הכטב"ם הטקטי הרמס 90 בתצוגה של אלביט מערכות.



חידוש נוסף בתצוגת התע"א היה מערכת הנשק ברק 8, המיועדת להפעלה מהיבשה. המערכת מספקת הגנה בפני מגוון רחב של מטוסים ושל טילים המשוגרים מפלטפורמות שונות, בטווח קצר עד בינוני.

במקורה פותחה מערכת ברק 8 לצורך הגנת ספינות, כדי לענות על דרישה של חילות הים בישראל ובהודו. בעקבות התעניינות של חיל האוויר ההודי במערכת נ"מ חדשה לתפעול מהיבשה, הוחלט השנה לקדם גם את פיתוח הגרסה היבשתית. השלמת פיתוח המערכת צפויה בשנת 2010 או 2011.

טיל היירוט ברק 8, שפותח בשיתוף פעולה בין מפעל מבת של התע"א לחברת רפאל, מצויד בחיישן מכ"מי אקטיבי ובמנוע רקטי דו-פעימתי. ההפעלה הראשונה של המנוע הרקטי בדלק מוצק מאיצה את הטיל ברוב מסלול מעופו, בעוד הפעימה השנייה מופעלת כאשר הטיל מתקרב אל מטרות. תוספת הדחף בשלב הסופי נותנת לטיל את האנרגיה הדרושה כדי להשיג מטרות מתמרנות בחריפות. הטיל מצויד בערוץ העברת נתונים דו-כיווני, דרכו הוא מקבל מן המכ"ם הקרקעי עדכונים על מיקום המטרה וכיוון טיסתה. החיישן האקטיבי מאפשר לטיל להתביית בעצמו על המטרה בשלבים הסופיים.

מערכת הברק 8 כוללת מכ"ם מערך מופע אקטיבי מהדור האחרון. אלטא פיתחה את המכ"ם מדגם EL/M-2248 להתקנה בספינות, ומערכת הברק 8 הימית תפעל באמצעותו. למערכת היבשתית יותאם מכ"ם דומה.

מערכת השליטה והבקרה של סוללת הברק 8 מקושרת ברשת אל סוללות טילים אחרות, אל מכ"מים אחרים ואל מרכזי בקרה של התעבורה האווירית. באופן זה ניתן להגן טוב יותר על המרחב האווירי, ולהפעיל את הסוללה המתאימה ביותר לשיגור הטיל המיירט.

מערכת הברק 8 מסוגלת להתמודד בזמנית עם מספר גדול של אימיים. הטילים משוגרים אנכית ומעניקים הגנה ב-360 מעלות. בסלון הוצגו שני דגמים של הברק 8. הדגם הרגיל יכול לפעול בטווח של 70 ק"מ. הדגם ארוך-הטווח מצויד במאיץ נוסף בבסיסו.

אלביט חושפת את ההרמס 90

אלביט מערכות חשפה בתצוגתה בסלון כטב"ם טקטי חדש, המצטרף למגוון הדגמים ממשפחת הרמס שמציעה החברה.

ההרמס 90 מיועד לפעול בטווח של עד 100 ק"מ ויוכל לשהות באוויר עד 18 שעות ברציפות. בתצורתו הבסיסית נושא הכטב"ם מטעד אלקטרו-אופטי קל משקל וקומפקטי מסוג Micro CoMPASS, הכולל מצלמת וידאו צבעונית לאור יום, וחיישן דימות תרמי מקורר מהדור השלישי לצילום בלילה. ניתן להוסיף לו גם מד-טווח לייזר או מצוין מטרות בלייזר.

לצורך תפעול ממנחתים, מסופק ההרמס 90 עם כרנסע רגיל בעל שלושה גלגלים. אם מבקשים להשתמש בו יחד עם כוחות מתמי-רנים, מסופק הכטב"ם עם מגלשים שמאפשרים לו לנחות בכל שטח. לשימוש כזה מוזנק הכטב"ם בעל המגלשים ממשגר הנגרר על-ידי רכב צבאי.

אלביט מספקת תחנת בקרה קרקעית

מיצג לחימה וירטואלי



המסוק הבלתי מאויש פיקאדור והמיני-כטב"ם אורביטר בתצוגה של חברת איירונאוטיקס.

האטרקציה העיקרית בתצוגה של אלביט הייתה מיצג אור-קולי של תרחיש לחימה וירטואלי, המשלב מגוון פתרונות בשדה הקרב. התרחיש הציג חדר מלחמה המנהל משימה מורכבת, במהלכה הומחש לצופים כיצד 20 מערכות שונות מבית אלביט פועלות בשילוב מלא ליצירת עליונות טקטית בשדה הקרב העתידי. במיצג השתתפו כטב"מים, פלטפורמות לאיסוף מודיעין, חיישנים שונים, רקטה מונחית לייזר, מערכות סיוע אווירי, מערכות שליטה ובקרה, מערכות הגנה מפני טילים למטוסים אזרחיים וצבאיים, ומערכות לוחמה אלקטרונית.

פיקאדור: מסוק בלתי-מאויש

חברת איירונאוטיקס מיבנה הציגה לראשונה בסלון פאריס את המסוק הבלתי-מאויש Picador, המיועד לתפעול מספינות. כלי-הטיס הרטורי מתבסס על המסוק הדו-מושבי הקל H2S, שמשווק על-ידי חברת Dynali כקייט לבנייה עצמית. איירונאוטיקס רכשה את השליטה בחברת דינאלי הצרפתית, ומנגלת את התכן המוכח של המסוק כבסיס לכטב"ם. המסוק מצויד במנוע סובארו EJ25 בעל ארבע בוכנות בנפח 2,500 סמ"ק, שמפתח הספק של 158 כ"ס, ופועל בדלק רגיל למכוניות. למסוק יש רוטור ראשי דו-להבי בקוטר 7.22 מטר העשוי מחומרים מרוכבים, ורוטור זנב משוורול (פנסטרון) בעל 8 להבים הבנוי גם הוא מחומרים מרוכבים.

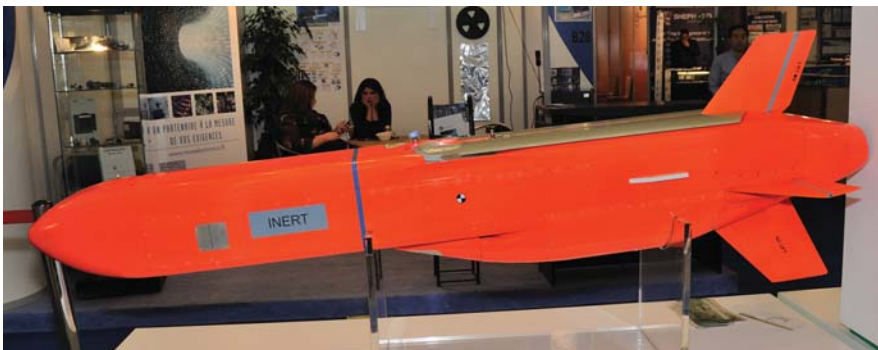
פיתוח חדש זה מבוסס על הניסיון שנרכש עם אמצעי ההטעיה המוטסים מהדורות הקודמים TALD ו-ITALD, שהופעלו בהצלחה רבה הן על-ידי חיל האוויר הישראלי והן על-ידי צי ארה"ב במלחמות קודמות.

כטב"ם ההטעיה, שמשוגר ממטוס לעבר אזור מוגן במערכות נ"מ, יכול לתמרן באוויר במשך כ-35 דקות ולדמות מטוסי קרב. הכלי נקלט על צגי המכ"ם של מערכות ההגנה כמטוס עוין, ואלה ישגרו לעברו טילים. שימוש במספר גדול של כלי הטעיה כאלה יכול להרוות את מערכות ההגנה, שיבזזו עליהם את כל

ממטר אחד ולהשמידה. טיל הדלילה יכול לנווט את דרכו באופן אוטונומי ולשוטט מעל אזור המטרה במשך זמן ארוך. זהו נשק אידיאלי להשמדת מטרות נעות, שמיקומן המדויק אינו ידוע מראש.

אורכו של הדגם לשיגור מספינות 3.31 מטר (כולל המאויץ), מוטת כנפיו 115 ס"מ, קוטרו 33 ס"מ, ומשקלו בעת השיגור 250 ק"ג. בנוסף לשיגור ממטוסים קבועי-כנף, הותאם הדלילה גם לשיגור ממסוקים.

עוד הציגה התעשייה הצבאית בסלון כטב"ם הטעיה טקטי מתקדם, המסומן ATALD.



למעלה: אמצעי ההטעיה המתקדם ATALD. למטה: טיל השיוט דלילה משוגר מספינה.



הפיקאדור יוכל להמריא במשקל מרבי של 720 ק"ג ולשאת מטען תכליתי בן 180 ק"ג. מהירותו המרבית 204 ק"מ/ש, יש לו טווח של 200 ק"מ, ביכולתו לטוס ברום של עד 12,000 רגל (3,660 מטר) ולשהות באוויר 5 עד 8 שעות ברציפות.

איירונאוטיקס תציע את הפיקאדור עם מגוון מטעדים למשימות ימיות שונות, הכוללים מטעדי תצפית אלקטרו-אופטי עם מצוין לייזר, מכ"ם חיפוש ימי או מכ"ם בעל מייפתח סינתטי, ממסר תקשורת, מערכת לאיסוף מודיעין אלקטרוני ועוד. הפיקאדור יצויד בערוץ העברת נתונים מתוצרת חברת Commtact הישראלית, ויפוקח מתחנת הבקרה הקרקעית המשמשת גם כטב"מים אחרים של איירונאוטיקס.

תעש חוזרת לפאריס

התעשייה הצבאית לישראל (תעש) חזרה להציג בלה-בורג'ה לאחר שנעדרה מהסלון הקודם בגלל קשייה הכלכליים. במרכז התצוגה שלה עמדה הפעם גרסה של הטיל דלילה לשיגור מספינות. דגם זה כולל מאויץ רקטי בזנב הטיל לצורך השיגור מסיפון הספינה. את הדלילה תיארו בהרחבה ב"ביעף" 94 (עמ' 8). זהו טיל שיוט המסוגל להגיע לטווח מרבי של 250 ק"מ. הטיל, המצויד במנוע טורבו-סילון קטן, משייט במהירויות שבין מאך 0.3 למאך 0.7, ברום של עד 28,000 רגל (8.5 ק"מ). הוא נושא בחרטומו מצלמת וידיאו לאור יום או חיישן דימות תת-אדום לפעולה בלילה, שמשדר צילומים למטוס המשגר, או לספינה, או לתחנת בקרה קרקעית, כדי לאתר את המטרה. עם זיהוי המטרה צולל הטיל לעברה במהירות של מאך 0.85 ויכול לפגוע בה בדיוק של פחות



פאנדה – דגם מוקטן בעל כושר טיסה של הכטב"ם Mule המפותח על-ידי אורבן איירונאוטיקס.

איומים אוויריים, תחת הכותרת של מערכת הגנה רב-שכבתית מפני כלי-טיס וטילים. **רפאל** הכינה מיצג יפה המדגים את פעולתן של מערכות **כיפת ברזל** ו**שרביט קסמים** להגנה מפני טילים בליסטיים ורקטות – נושא שאותו אנו מתארים בהרחבה בכתבה נפרדת בגיליון זה. סל המוצרים של **רפאל** בתחום ההגנה מאיומים אוויריים כולל גם טילי אוויר-אוויר מדגמי **פיתון 5** ו**דרבי**, מערכת הנ"מ הניידת **Spyder** לטווחים קצרים ולטווחים בינוניים, וטילי ה**ברק 8** להגנה על ספינות. □

מטען במשקל 230 ק"ג. בנייתו של אב-הטיפוס הושלמה בחודש מאי, וב-1 ביוני בוצעה הרצת מנוע ראשונה. אב-הטיפוס עובר עתה בדיקות וניסויים, כהכנה לטיסות הריחוף שצפויות בקרוב. כתבה מפורטת על ה-**Mule** נביא בגיליון הבא.

מיצג הגנה מפני טילים ורקטות

חברת **רפאל** שמה את הדגש בתצוגתה על מגוון המערכות שהיא מפתחת להגנה מפני

מלאי הטילים שברשותן. ואז, יוכלו מטוסי התקיפה לחדור ללא חשש. **ATALD** הוא כלי מודולארי, שיכול לשאת מטעדי הטעיה שונים ולשמש גם לאימונים. הוא יכול לדמות חתימה תת-אדומה חזקה לצורך אימון בטילי אוויר-אוויר; לדמות קרינה אלקטרומגנטית בתדירויות רדיו באימוני הגנת ספינות מטילי ים-ים לוחכי-גלים; ולדמות מטוסים מסוגים שונים באימוני סוללות טילי נ"מ.

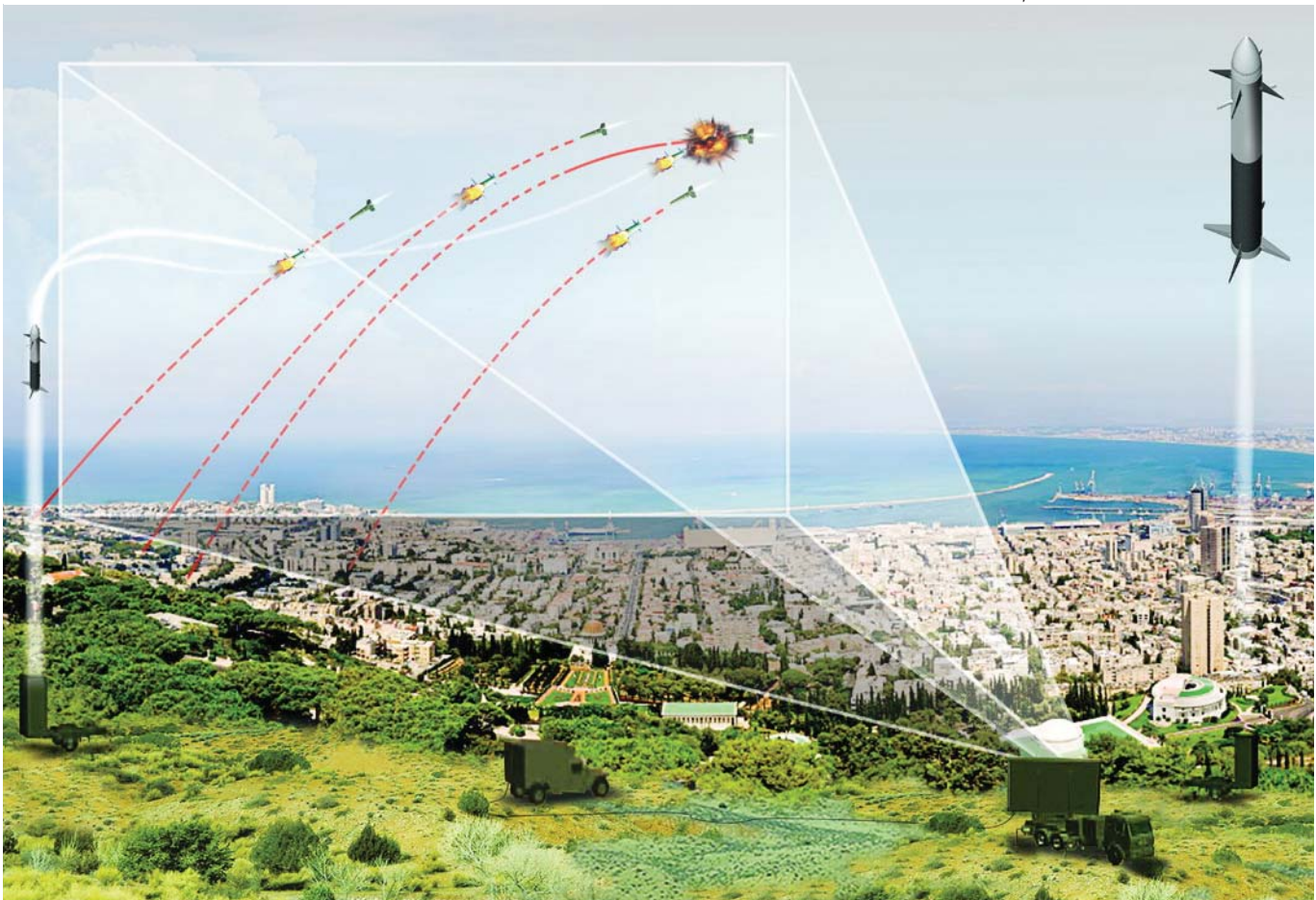
מוצר חדש נוסף של **תעש** שנחשף לראשונה בסלון הוא נורים ספקטראליים מתקדמים, שפותחו כדי להגן על מטוסים מרוב האיומים הקיימים והצפויים, כולל טילים מתקדמים. בפיתוח הנורים החדשים יישמה ה**תעשייה הצבאית** את הניסיון הרב בלחימה שנרכש בחיל האוויר.

פרד לחילוץ משדה הקרב

חברת **אורבן איירונאוטיקס** מיבנה ניצלה את הסלון האווירי בפאריס לחשיפת רעיון הכטב"ם הייחודי שלה **Mule** (פרד), שממריא ונוחת אנכית, אשר מיועד לשמש להעברת אספקה לשדה הקרב ולחילוץ נפגעים מאזורים מסוכנים. החברה הציגה דגם מוקטן המכונה **פאנדה**, ששימש לניסויי טיסה להוכחת ישימות הרעיון.

ה-**Mule**, שאורכו 5.9 מטר ורוחבו 2.15 מטר, ממריא במשקל מרבי של 1,090 ק"ג ויכול לשאת

תרחיש הגנה על אזור חיפה מפני רקטות באמצעות מערכת **כיפת ברזל** שמפותחת ב**רפאל**.



מטוסים היסטוריים בסלון האווירי בפאריס



לוקהיד סופר קונסטליישן.



דאסו מיראז' III DS שהיה בשירות חיל האוויר השוויצרי.



נורת' אמריקן רוקוול OV-10 ברונקו שהופעל בחיל האוויר הגרמני.



דוגלאס DC-3 בצבעי חברת התעופה אייר פראנס, החוגגת 75 שנים לקיומה.



נורת' אמריקן SNJ-5 ששימש כמטוס אימונים בצי ארה"ב.



ראיין PT-22A, מטוס אימון ראשוני מתקופת מלחמת העולם השנייה. מוראן סולנייה דגם H. מאחוריו נראה פוקר DR.1 תלת-כנפי.



מטוס המירוץ קודרון C.460. שחזור זה נבנה בארה"ב וטס לראשונה בינואר 2009. אחד משני מטוסי בלריו XI משוחזרים שנראו בסלון.





במטוסים; חלק ניכר מהתאונות נגרמו בגלל טעויות של הטייסים – בכלל זה התנגשויות בין מטוסים בעת אימון בקרבות אוויר, איבוד שליטה, נחיתות גרועות וכדומה.

מבחר התמונות העשירי מאוד מכל התקופות שנכלל בחוברת מאפשר לפענח את שיטת מספור מטוסי האוראגן בחיל האוויר. 24 האוראגנים הראשונים שהגיעו בסוף 1955 סומנו תחילה במספרים 5641 עד 5664. הקידומת 56 הייתה פיקטיבית, לצורכי טיסות ההעברה בלבד, בעוד שהקידומת האמיתית של סוג המטוס הייתה 40. כעבור חודשים ספורים הוסרו שתי ספרות הקידומת הפיקטיבית מן המטוסים, והם נותרו עם מספר זנב בן שתי ספרות: 41 עד 64. מסיבה כלשהי (כנראה כדי להטעות ולמנוע מהאויב לדעת כמה אוראגנים נמצאים בשירות) הוחלט בשנת 1956 לשנות את מספרי הזנב של מטוסים 53 עד 58. ידוע לנו בוודאות, כי אוראגן 58 הפך להיות 28. בכל אופן, עשרים ותשעה מטוסי האוראגן שנמצאו בשירות בעת מלחמת קדש (לאחר שמטוס אחד, מס' 60, הותרס לפני המלחמה) סומנו במספרי זנב מ-25 עד 30, מ-41 עד 52, מ-59 עד 64 ומ-70 עד 75. האוראגנים שנרכשו מאוחר יותר סומנו במספרי זנב לא בהכרח עוקבים מ-05 עד 24, מ-65 עד 69, ומ-76 עד 96.

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

Les Mirage III/ RD & 5F dans l'Armée de l'Air
Bernard Chenel, Eric Moreau, Michel Liebert

Edition DTU, France, 2008
408 עמודים. המחיר: 82.00 אירו.



שלושת החבריים הצרפתים שכל, מורו וליבר והוצאת DTU לקחו על עצמם את המשימה האדירה של תיעוד קורותיהם של כל מטוסי המיראז' III מתוצרת מפעלי מרסל דאסו. תיאור המשימה כ"אדירה" אינו מוגזם, כיוון שהמחברים מתארים לא רק את ההיסטוריה של כל דגם של המטוס העל-קולי בעל כנף הדלתא, אלא גם את ההיסטוריה הפרטנית של כל מטוס שיוצר. ההיקף העצום של המשימה הזאת דרש כמובן שנות עבודה רבות לאיסוף מידע ותמונות. בשנת 2000 הם הוציאו את הכרך הראשון, שהוקדש להיסטוריה המוקדמת של תוכנית המיראז', לפיתוח ולטיסות הניסוי של אבות-הטיפוס, ולכל המטוסים מדגמי III ו-III שסופקו לחיל האוויר הצרפתי. בשנת 2004 הופיע הכרך השני, שהוקדש למטוסים מדגם III בשירות חיל האוויר הצרפתי.

בשנה שעברה הופיע הכרך השלישי, המוקדש למטוסים מדגמי III ו-5F בשירות חיל האוויר הצרפתי. בחלקו האחרון של כרך זה מתוארים גם אבות-טיפוס מיוחדים של

מדי שנתיים הסלונים האוויריים המפורסמים, המושכים מציגים מכל רחבי העולם ומאות אלפי מבקרים.

הספר מקדיש מספר עמודים לכל אחד מ-47 הסלונים שנערכו עד 2007, תוך הדגשת המוצגים הייחודיים בכל שנה. התמליל מלווה בשלל תמונות, שרובן בשחור-לבן ורק מיעוטן (בעיקר מעשרים השנים האחרונות) בצבעים. איכות התמונות בינונית למדי.

תיאור 47 התערוכות לאורך מאה השנים מהווה למעשה סקירה היסטורית מתומצתת של התפתחות התעופה בעולם. אצל עורך "ביעף", שביקר ב-17 מהסלונים האחרונים, הספר מעורר זיכרונות נעימים.

Dassault Ouragan

מאת רענן וייס ושלמה אלוני
IsraDecal Publications, 2009

80 עמודים בכריכה רכה: המחיר: 130 ש"ח



החוברת השביעית בסדרה על מטוסים של חיל האוויר, המוקדשת למטוס הקרב הצרפתי דאסו אוראגן, עבה יותר מקודמתה – יש בה 80 עמודים, לעומת 48 עמודים בלבד בחוברת על המטאור (שסקרנו בגיליון הקודם).

החוברת כוללת יותר מ-300 תמונות, רובן המכריע בשחור-לבן, עם מעט צילומים צבעוניים ופרופילים צבעוניים.

התמליל, שנכתב הפעם על-ידי שלמה אלוני, סוקר את הרקע לרכישת האוראגן – ראשון מטוסי הקרב הסילוניים מצרפת שנכנסו לשירות חיל האוויר. בהמשך מסופר על תפעולם של המטוסים בטייסות 113 ו-107, על הפעלתם במבצע קדש, במלחמת ששת הימים ובמלחמת ההתשה, ועל השימוש העיקרי בהם במסגרת קורסי האימון המבצעיים לטייסים צעירים.

עניין מיוחד מצאנו בטבלת הסיכום בעמוד 75, המפרטת את גורלו של כל אחד מ-71 מטוסי האוראגן שנכנסו לשירות חיל האוויר. הנתונים המובאים בטבלה מדויקים, פרט לטעות אחת: לא הייתה תאונה של אוראגן מס' 53 ב-5.5.1956 – סגן אביגדור קרן (ליכטנפכט) נהרג ב-5.4.56, ולא ב-5.5.56 כפי שמצויין בטבלה, אבל במטוס מוסטנג (מס' 2308) ולא באוראגן. התאונה אירעה בעת גרירת מטרה לאימוני ירי אוויר-אוויר.

הסטטיסטיקה הנובעת מן הטבלה מעניינת ביותר: רק 29 מטוסים מתוך ה-71 שנרכשו שרדו עד סוף שירותם במרס 1973. מבין השאר, 11 מטוסים הופלו במלחמת ששת הימים ובמלחמת ההתשה; 14 מטוסים התרסקו בתאונות קטלניות; ו-17 מטוסים הותרסו או ניוקו בתאונות, אך טייסיהם הצליחו לנטוש בשלום. שיעור התאונות במטוסי האוראגן היה גבוה מאוד, ונבע בעיקרו מהטסתם בידי טייסים צעירים בלתי מנוסים במסגרת קורסי האימון המבצעיים. רק חלק קטן יחסית מהתאונות נגרם בגלל תקלות טכניות



1909-2009 Aeronautics & Space From Paris to Le Bourget: A Century of Air Shows

Bernard Bombeau, Germain Chambost, Patrick Guerin
Le cherche midi, France, 2009

224 עמודים. המחיר: 32 אירו.

בסלון האווירי בפאריס חגגו השנה 100 שנים לקיומו. לציון ההישג ההיסטורי הופק ספר אלבומי, המתעד את 47 התערוכות שקדמו לאירוע של השנה הנוכחית. הספר הופיע בתי מהדורות, אחת בצרפתית והשנייה באנגלית.

ראשיתה של התעופה הממונעת הייתה, כידוע, בטיסה הראשונה של האחים רייט בדצמבר 1903. בעקבותיהם באו חלוצי תעופה אחרים, וביניהם לא מעט צרפתים, שבנו מטוסים והטיסו אותם למרחקים הולכים וגדלים. כבר בינואר 1908 הקימו חלוצי התעופה הצרפתים איגוד של תעשיות אווירונאוטיות, במטרה לקדם את תחום הפעילות החדש הזה. בסוף אותה שנה הצליחו יזמים אלה לשכנע את מארגני תערוכת המכוניות השנתית בפאריס להקצות להם מקום להצגת כלי-טיס. בתערוכה, שנערכה בארמון הגדול (Grand Palais) שליד שדרות השאנז אליזה, הוצגו המטוסים הצרפתים הראשונים של וואזן, פארמאן, אסנו-פלטרי, בלריו, פרבר, ברגה ועוד, וגם מטוס של האחים רייט. מכוונת התעופה הראשונות זכו להתעניינות רבה מצד הקהל.

לאור הצלחת התצוגה הזו במסגרת תערוכת המכוניות, ובעקבות האצת הפעילות התעופתית בצרפת, נחנכה ב-25 בספטמבר 1909 התערוכה הבינלאומית הראשונה לכלי-טיס (בלשון אותם ימים: Locomotion Aérienne). בתערוכה, שנמשכה עד 17 באוקטובר, הוצגו מגוון מטוסים בני אותה תקופה וכן כדורים פורחים וספינות אוויר.

מסורת תערוכות המטוסים בארמון הגדול בפאריס נמשכה עד 1951, בתחילה בתדירות של אחת לשנה ולאחר מכן אחת לשנתיים לערך, עם הפסקות ארוכות בתקופות מלחמת העולם הראשונה והשנייה. לסיום הסלון של 1949 נערך לראשונה מפגן טיסה בשדה התעופה אורלי, והסלון של 1951 לווה במפגן אווירי בשדה התעופה לה בורג'ה.

הסלון האווירי של 1953 (ה-20 במספר) הועתק כבר בשלמותו לשדה התעופה לה בורג'ה שבצפון פאריס, שם הוקם מבנה מיוחד רחב ידיים לקיום התערוכות. המטוסים המוצגים חנו ברחבה שמחוץ למבנה, בסמוך למסלול ההמראה והנחיתה. מאז, נערכים שם

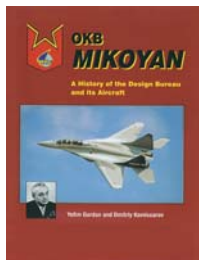
התשיעי מוקדש ליחידות צבאיות, משטרותיות וממשלתיות אחרות שמפעילות כלי-טיס, כגון משמר הגבולות. ולסיום מביא יפים גורדון תחזית לעתיד לגבי שילוב כלי-טיס חדישים ומתקדמים יותר, דוגמת הסוחוי Su-35 וה-MiG-29SMT.

בסקירה הזאת בולט חסרונם של כטב"מים מתקדמים. מתברר, שזרועות האוויר של רוסיה מפגרים מאוד בשילוב כטב"מים, ולפיכך אין זה מפתיע כי רוסיה פנתה לאחרונה לישראל כדי להצטייד בכטב"מים.

הספר כולל מבחר עשיר ביותר של תמונות צבעוניות באיכות מדהימה. בנוסף לצילומים של כלי-הטיס מובאים בספר תמונות של אמצעי חימוש שונים, תאי טייס, סמלי טייסות, וכן עשרות פרופילים צבעוניים. עושר חזותי כזה על המטוסים הרוסיים לא ראינו בשום פרסום אחר.

OKB Mikoyan: A History of the Design Bureau and its Aircraft

Yefim Gordon and Dmitriy Komissarov
Midland Publishing, U.K., 2009
544 עמודים. המחיר: 50 לירות שטרלינג.



מאז התפרקות ברית-המועצות ב-1989 ופתיחת הארכיונים של יצרניות המטוסים ברוסיה פורסמו מספר ספרים לתיאור ההיסטוריה של משרד הטיכון מיג. הספרים הקודמים לא היו מושלמים, שכן בשנים האחרונות נחשפו

הרבה יותר חומרים היסטוריים ומידע עדכני. ספרם החדש של גורדון וקומיסארוב יכול בהחלט להתהדר בתואר "ההיסטוריה השלמה והמחולטת" של משרד הטיכון חשוב זה.

הספר מתעד בפירוט רב את כל המטוסים שתוכנו, פותחו ויוצרו תחת הכינוי מיג מאז 1939 ועד היום. עיקרו של הספר מוקדש למטוסי הקרב, מהמיג-1 ועד למיג-35. הפרקים האחרונים עוסקים בפרויקטים של מטוסים צבאיים משנות ה-80 וה-90 שלא הבשילו, ובתוכנית לפיתוח מטוסים אזרחיים ומטוסי אימון. מתוארת גם הפעילות המוגבלת בתחום הטיילים והכטב"מים.

רוב התמונות בספר זה הן בשחור-לבן, בתוספת 30 עמודים צבעוניים בסופו. יש כאן הרבה שרטוטים של הדגמים השונים וכן טבלאות נתונים.

פרסום זה הוא בעיקרו מחזור של חומרים שכללו המתבררים בספרים קודמים שלהם על משרד הטיכון עצמו ועל מטוסי הקרב הפרטניים – במיוחד הידועים שבהם, החל במיג-15 וכלה במיג-29. כמוכן שהמידע עודכן ושגיאות תוקנו, ונוספו פרטים שנודעו בשנים האחרונות. בכל מקרה, טוב להחזיק ביד כרך אחד גדול שמסכם את המידע על עשרות הדגמים ותת-הדגמים ממשפחת מיג.

את הספרים האלה של הוצאת מיידלנד עדיף לרכוש באתר של Amazon בארה"ב, המציע אותם בהנחה וגובה הוצאות משלוח סבירות. הספרים הנחלים מאמאזון מגיעים לארץ בתוך ימים ספורים.

האינטרנט www.livre-aviation.com של חנות הספרים הוותיקה בפאריס: La maison du livre Aviation

Russian Air Power

Yefim Gordon
Midland Publishing, U.K., 2009
626 עמודים. המחיר: 40 לירות שטרלינג.



הכוח האווירי של רוסיה הצטמצם במידה ניכרת לאחר התפרקות ברית-המועצות. הקשיים הכלכליים של רוסיה בשנות ה-90 גרמו לעצירת פיתוחם וייצורם של כלי-טיס צבאיים חדישים, כך שחיל האוויר הרוסי

והזרועות האוויריות האחרות ברוסיה ממשיכים להפעיל מטוסים מיושנים יחסית, שנכנסו לשירות בתקופת האימפריה הסובייטית. המעט שהצליחו הרוסים לעשות בכל זאת הוא להשביח חלק מהמטוסים עם מערכות מודרניות יותר. ועדיין, זרועות האוויר ברוסיה גדולות וחזקות, ואין לזלזל בכוחן.

ספרו החדש של יפים גורדון מביא תמונת מצב פורטרת של כוחות האוויר ברוסיה נכון לספטמבר 2008. הדגשת התאריך חשובה, לדברי גורדון, כיוון שבשנים הקרובות צפויים לחול שינויים דראסטיים במבנה הכוח האווירי ובפריסתו.

בניגוד לספריו הקודמים, אין גורדון מסתפק הפעם בתיאור כלי-הטיס השונים בלבד, אלא עוסק בעיקר במסוגלות הארגונית שבתוכן מופעלים המטוסים, באופן התפעול ובחימוש הציוד.

בפרק הראשון דן המחבר במבנה הנוכחי של חיל האוויר הרוסי ובסדר הכוחות שלו מבחינת כנפות וטייסות. הפרק השני מוקדש למטוסי הקרב, הכוללים תת-דגמים שונים של המיג-29, מיג-31 וסוחוי Su-27. הפרק השלישי עוסק במפציצים, מטוסי התקיפה ומטוסי הצילום. הדגמים העיקריים כאן הם מטוסי סוחוי מדגמי Su-24, Su-25 ו-Su-34. בהמשך עובר המחבר לסקירת הכוחות האוויריים של צבא היבשה, המפעילים מסוקי קרב ותובלה. בפרק החמישי מתוארת הזרוע ארוכת-הטווח, שמפעילה מפציצים אסטרטגיים מדגמי טופולב Tu-160, Tu-95, Tu-22 וכן מטוסי תדלוק מסוג איליושין II-78M. בהמשך מתוארת זרוע התובלה הכבדה, שמשמשת במטוסי אנטונוב ואיליושין מכמה דגמים.

הפרק השביעי עוסק בתעופה הימית, שבמסגרתה מופעלים מטוסים ומסוקים שונים הן מבסיסים יבשתיים והן מספינות בים. בין כלי-הטיס שמפעילים זרוע זאת נכללים מטוסי קרב מסוג סוחוי Su-33 (דגם של ה-Su-27 לפעולה מנושאת מטוסים), מטוסי סוור ימו ארוכי-טווח מסוג טופולב Tu-142, מטוסי לוחמה בצוללות מדגם איליושין II-38, מסוקי קאמוב Ka-27 ועוד.

בפרק השמיני מתוארות יחידות לאימון מבצעי, להתרעה מוקדמת ובקרה אווירית (עם מטוסי ברייב A-50U) ולניסויי טיסה. הפרק

דגמים יוצאי דופן: מיראז'ים בעלי "שפם" ומשטחי קנארד, המטוס לניסוי מנועים שונים III, ומטוסי הניסוי להמראה ונחיתה אנכית IIIV ובאלזאק. כרך זה מעניין אותנו במיוחד, כיוון שהוא מתעד את קורותיהם של חמישים מטוסי המיראז' 5, שנבנו במקורם עבור חיל האוויר הישראלי, אך בעקבות האמברגו שהוטל אחרי מלחמת ששת הימים הועברו המטוסים בסופו של דבר לשירות חיל האוויר הצרפתי.

כפי שמתואר בספר, חתמה ממשלת ישראל ב-7 באפריל 1966 על חוזה עם מפעלי מרסל דאסו לרכישת 50 מטוסים מדגם M5J, שהותאמו לדרישות הייחודיות של חיל האוויר הישראלי, תמורת 350 מיליון פרנקים צרפתיים. חברת דאסו התחייבה לספק את המטוסים ממאי 1967 עד יוני 1969 ונערכה לייצורם. המטוס הראשון המריא לטיסת בכורה ב-19 במאי 1967, והוצג כחודש לאחר מכן בסלון האווירי בלה-בורג'ה. כל שאר המטוסים יוצרו בהתאם ללוח הזמנים המקורי שנקבע, אך מכיוון שהעברתם לישראל נאסרה בשל האמברגו, הם הועברו לאחסנה. ביולי 1969 חנו 23 מהמטוסים בבסיס איסטר של חיל האוויר הצרפתי, 26 מטוסים היו בבסיס מריניאק, ומטוס אחד (מס' 02) נשאר ברשות דאסו ושימש לניסויי פיתוח של דגם בעל "שפם". במחצית הראשונה של 1970 הועברו כל המטוסים לבסיס שאטודן. עלות הטיפול בהם הלכה וגדלה, ודאסו דרשה פיצוי ממשלת צרפת. בסופו של דבר החליטה ממשלת צרפת בשנת 1971 לרכוש את המטוסים מדאסו ולהכניסם לשירות בחיל האוויר הצרפתי. תהליך השמשת המטוסים נמשך חודשים ארוכים, ללא דחיפות מיוחדת, מה גם שבחיל האוויר הצרפתי לא התלהבו לקבלם. ראשוני המטוסים, שסומנו מיראז' 5F, נכנסו לשירות טייסת הקרב 03/013 Auvergne בבסיס קולמאר באפריל 1972. ביולי 1974 נפתחה בקולמאר טייסת האחות 02/013 שנקראה Alpes, אשר קלטה את שאר המטוסים. מטוסי מיראז' 5F הופעלו במשך שנים ספורות גם על-ידי טייסת 03/003 בבסיס נאנסי, שנקראה Ardennes. אחרוני המטוסים הוצאו משירות חיל האוויר הצרפתי ביוני 1994. 36 מהם נמכרו לפקיסטן.

הספר מתאר בפירוט רב את קורותיהם של המטוסים, עם מבחר עשיר של צילומים צבעוניים. התמליל הוא בצרפתית, אך הכיתובים לתמונות ניתנים גם באנגלית. יש פה גם תיאור טכני מפורט של המיראז' 5, עם שרטוטים ואיורים. ממש עבודה לתפארת.

ראוי להזכיר בהקשר זה את פרשת מטוסי הנשר. רשמית שרר אמנם אמברגו, ומטוסי המיראז' M5J הוקפאו בצרפת, אך תחת מעטה סודיות כבד נמשכו הקשרים העסקיים בין חברת דאסו לבין מדינת ישראל – בידיעת ממשלת צרפת ובהסכמתה. דאסו סייעה לתעשייה האווירית לישראל להקים קו ייצור של אותם מטוסים ממש, סיפקה את כל השרטוטים ואת כלי הייצור, ואף חלקים רבים למטוסים.

מחברי הסדרה על מטוסי המיראז' III הודיעו על כוונתם להוציא כרך רביעי, שיוקדש למיראז'ים שסופקו ל-19 מדינות ברחבי העולם. אנו מחכים לספר זה בכיליון עיניים. ניתן להשיג את הספרים האלה (וספרי תעופה רבים אחרים בצרפתית) באתר