



ביעף

תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- MAKS 2009 - הסלון האווירי ברוסיה
- מטוס המנהלים החדש G250 נגלל בתע"א
- פרד: כטב"ם חילוץ ממריא ונוחת אנכית
- חדשות התעופה בישראל ● ספרים ביעף

התוכן

חדשות ביעף:

- 3 תעשיות ביטחוניות - גלילת ה-G250
- 4 תעשיות ביטחוניות - כטב"מים
- 7 מטוסים חדשים בישראל

תערוכות בעולם:

- 9 הסלון האווירי ברוסיה: MAKS 2009
- 21 תצוגת הטילים בסלון האווירי ברוסיה

- 25 ספרים ביעף

בשער: אב-הטיפוס הראשון של מטוס הקרב הרוסי החדש **Su-35**, הדגם המתקדם ביותר במשפחת מטוסי ה-**Su-27**, מדגים את כושר תמרונו בשמי ז'וקובסקי.

דבר העורך

בשנים האחרונות אנו משתדלים להרחיב את הדיווחים הישירים שלנו מאירועי תעופה וחלל חשובים בחו"ל, וכך לכסות תחומים נוספים בהם לא התאפשר לנו לעסוק בעבר. על הסקירות השגרתיות של התערוכות הבינלאומיות בלה-בורג'ה, פארנבורו וברלין, הוספנו דיווחים מפורטים מאושקוש, פרידריכסהפן, תערוכות מטוסי המנהלים של ה-NBAA בארה"ב ודיפנדורי באתונה.

בחודש אוגוסט הגעתי גם לסלון האווירי MAKS ברוסיה, והדיווח המפורט שלי מופיע בגיליון זה. זה הפעם הראשונה בכל שנות קיומן של תערוכות MAKS (מסורת שהחלה ב-1993), שלקורא הישראלי מוגשת סקירה מקצועית בלתי אמצעית על החידושים האחרונים בתעשיות התעופה והביטחון ברוסיה, בדיווח ישיר ממקום האירוע. הכתבה שלנו, המתפרסת על פני 16 עמודים, עוסקת במפציצים אסטרטגיים, מטוסי קרב, מטוסי תובלה, מסוקים, מטוסי התרעה מוקדמת, מטוסי אימון, מטוסי נוסעים ומטען, ואפילו ספינת אוויר אחת. בנוסף, אנו סוקרים גם את הכטב"מים, הטילים הטקטיים (אוויר-אוויר ואוויר-קרקע) ומערכות ההגנה האווירית שהוצגו בתערוכה.

האותיות MAKS הן ראשי תיבות ברוסית של "סלון בינלאומי לתעופה וחלל". מניסיוני רב-השנים נוכחתי לדעת, כי ברוב המדינות בהן מתקיים סלון בינלאומי עושים המארגנים מאמץ להקל על מבקרים זרים שאינם דוברים את שפת המקום. הכוונה לשילוט גם באנגלית, לחומר מודפס באנגלית ולמצגים דוברי אנגלית.

הייתה זו חוויה מיוחדת במינה עבורי. כמי שאינו דובר רוסית, חשתי לא מעט מהנסיעה לבד לרוסיה ומהביקור בתערוכה. המציאות הייתה עוד יותר חמורה מהחששות. התברר לי, שהרוסים מבינים את המושג "סלון בינלאומי" בכיוון חד-סטרי בלבד: הם מעוניינים מאוד לארח בתערוכה מציגים ממדינות אחרות, אבל לא נוקפים אצבע כדי לאפשר להם למצוא את דרכם במציאות הרוסית. מי שהגיע ללא מלווה רוסי, הרגיש את עצמו אבוד. כל השילוט בדרך לתערוכה ובתערוכה עצמה היה ברוסית בלבד. הפרסומים בתערוכה היו ברובם הגדול ברוסית. רוב הרוסים אינם מבינים אנגלית, כולל רוב אלה שנשכרו לעבוד בתערוכה ה"בינלאומית".

אפילו ביתן העיתונות אורגן רק למען עיתונאים רוסיים. הבחורות והבחורים שטיפלו בעיתונאים לא הבינו מילה אנגלית. מסיבות העיתונאים התנהלו כולן ברוסית טהורה, ללא תרגום סימולטני לאנגלית – תופעה חסרת תקדים באירועים בינלאומיים. האם הגיעו כל כך מעט עיתונאים זרים, שלא היה כדאי להשקיע בהם? ייתכן שכן. כנראה, שלרוב אמצעי התקשורת הבינלאומיים יש שם כתבים מקומיים.

ובכל זאת, לא רק שלא הלכתי לאיבוד, אלא שבסופו של דבר השלמתי את המשימה העיתונאית בהצלחה. בעקשנות ובנדנדוד עלה בידי להשיג גם חומר באנגלית, שלרוב נשמר בארונות אחוריים, אם כי לעיתים קרובות נדרשתי להמתין זמן רב עד שיזעיקו את הנציגה היחידה של אותה חברה רוסית שדוברת אנגלית.

תודה מיוחדת אני חייב לחברי משלחת התעשייה האווירית לישראל בתערוכה, בראשות הסמנכ"ל לשיווק יאיר רמתי. בלעדיהם הייתי מתקשה מאוד להגיע לז'וקובסקי בשלושת הימים בהם ביקרתי בתערוכה ולחזור משם למלון במוסקבה.

ברכת שנה טובה,

יהודה בורוביק

ביעף
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e110
תשרי תש"ע – אוקטובר 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.

אב־הטיפוס של ה-G250 נגלל בתע"א

שעה מהרגע הרצוי, הודות לדרישות גבוהות מהמערכות האמינות והמוכחות.

המטוס יוכל להמריא ממגוון שדות בעולם עם מסלולים באורך של 1,520 מטר – גידול של כ-50% במספר נמלי התעופה באירופה וצפון אמריקה בהם ניתן לנחות.

טווח מרבי של 6,300 ק"מ יאפשר טיסה ללא חנייה מניו-יורק לפאריס.

בתע"א מקווים להשלים את תהליך הרישוי בתוך פחות משנה מטיסת הבכורה. החברה צברה ניסיון רב בשימוש בטלמטריה ועיבוד נתונים בזמן אמת, המאפשרים ניתוח ועיבוד המידע מהניסוי בזמן הטיסה עצמה.

ה-G250 מוצע במחיר בסיסי של 24 מיליון דולר. עד כה נתקבלו כבר 9 הזמנות.

בגאלפסטריים משוכנעים, שכאשר יסתיים המשבר, הם יהיו מוכנים עם מוצר מוביל.

מצערת אוטומטיות עוזרות לטייסים לשלוט על מהירות המטוס בכל שלב של הטיסה, ומשפרות את השליטה בתצורות הדלק באופן אופטימלי.

מערכת עצירה אוטומטית, המופעלת ברגע הנגיעה בקרקע, מבקרת את קצב התאווה ומאפשרת עצירה רכה ופחות מורגשת בתא הנוסעים. למטוס יש מערכת בלמים מבוקרת מחשב, שיתרונה ביכולת הבקרה בחוג סגור, ביצועי בלימה מדויקים, אמינות גבוהה ומשקל מערכת נמוך.

הפיקוד על ההגאים ב-G250 נעשה ברובו בשטות קונבנציונליות, אך בכל זאת הוכנסה הפעלה חשמלית (טוס-על-חוט) של מחבלי הזרימה בכנף ושל הגה הכיוון בזנב.

מבחינת הביצועים, היצרן מבטיח כי המטוס יוכל להמריא ב-99.75% מהפעמים תוך חצי

אב־הטיפוס הראשון של מטוס המנהלים החדש גאלפסטריים G250 נגלל ב-6 באוקטובר בטקס חגיגי שנערך במתקני התעשייה האווירית לישראל בנתב"ג. המטוס צפוי לבצע את טיסת הבכורה שלו לפני תום השנה הנוכחית.

תהליך תיכון המטוס החדש, שהחל בשנת 2006, בוצע בשיתוף פעולה בין מהנדסי גאלפסטריים למהנדסי התע"א. ניסויי הטיסה של אבות-הטיפוס לבחינת תכונות המטוס וביצועיו ולהשגת רישוי אזרחי יבוצעו ברובם בישראל. המטוסים הסדרתיים ייוצרו בארץ ויועברו להשלמת הגימור הסופי במפעלי גאלפסטריים בארה"ב, כפי שנעשה מאז שנת 2001 עם מטוסי ה-G100, G200 ו-G150.

ה-G250, שמיועד להחליף את ה-G200 החל משנת 2011, מוגדר על-ידי יצרניו כטוב מסוגו בקבוצת מטוסי המנהלים הבינוניים-גדולים. יתרונו על פני המתחרים מתבטא הן בתא נוסעים גדול ומרווח יותר, והן בטווח טיסה ארוך יותר.

תיאור מפורט של מאפייני ה-G250 הבאנו ב"ביעף" e107 (עמוד 3). להלן פרטים נוספים על מערכת המטוס.

ה-G250 מצויד במערכת אוויוניקה מהדור החדש והמתקדם ביותר שנמצא בשוק התעופה האזרחית כיום, מתוצרת רוקוול קולינס. המערכת מאפשרת לטייסים להציג בו-זמנית מידע רב על צגים גדולים, ועל-ידי כך לנהל נכון את משאבי המטוס ולשפר את רמת בטיחות הטיסה.

הקרתנת נתוני טיסה על תצוגה עילית עוזרת לטייסים בזמן נחיתה או במזג אוויר סוער. מערכות ראייה משופרת וראייה סינתטית מיועדות לשיפור תנאי הראייה בנחיתה מפורקת על-ידי הטייסים (לא נחיתה מכשירים). מערכות אלה מבוססות על מצלמת יום וילה מתקדמת המותקנת על גבי המטוס, ותצוגה סינתטית של תוואי הקרקע כולל מכשולים.

מבחינה חיצונית, נבדל ה-G250 מה-G200 בכנף גדולה יותר, תוספת שני חלונות בכל צד של הגוף וזנב T. הבדלי תצורת הזנב בולטים בתמונה למעלה.



פרד - כטב"ם ממריא ונוחת אנכית להעברת אספקה ולפינוי נפגעים - על סף ניסויי ריחוף

כוח צד נטו, באמצעות שליטה על הטיית כ-300 כנפונים המותקנים מעל למניפות ומתחתן. בניסויים שבוצעו בשנים האחרונות הוכח, שמערכת הניהוג באמצעות הכנפונים פועלת כראוי, כאשר היעילות של הכנפונים בכניסה לשרוול דומה ליעילות הכנפונים שמותקנים ביציאה.

● **שרוולים פתוחים מהצדדים בטיסה קדימה:** בניסויים שבוצעו בנקבת-רוח נתגלה, שכאשר מנסים לטוס קדימה עם שרוולים סגורים מהצדדים, הגרר הוא עצום. נמצא, שאם מתקנים שורה של תריסים בשרוול המניפה ופותחים את התריסים האלה בטיסה קדימה

בזכות עומס הדסקה הגבוה, מתאפיינן הפרד בשיעור טיפוס של 4,000 רגל בדקה (כ-1,200 מטר/דקה) במשקל מלא גבוה פני הים. גם שיעור ההנמכה שלו גבוה. במקרה חירום יפתח הפרד מצנח רקטי. מסימולציות שנעשו נמצא, שהפרד יוכל להציל את עצמו עם המצנח בכל תחום המהירויות מעל גובה של כ-30 מטר.

בתיכון כלי-הטיס הייחודי יושמו שלושה פטנטים שפותחו באורבן איירונאוטיקס: ● **בקרת ניהוג באמצעות הטיית כנפונים:** כל מניפה נמצאת בתוך שרוול, הסגור מצדדיו בעת ריחוף. את זרימת האוויר הנכנסת מלמעלה לתוך המניפה מנצלים ליצירת מומנטי גלגול או

הכטב"ם הממריא ונוחת אנכית Mule (פרד) ממשיך בניסויים קרקעיים לבדיקת מערכותיו, לפני שימריא לניסויי ריחוף ראשוניים בחודשים הקרובים. תוכנית הפיתוח מתנהלת בחברת אורבן איירונאוטיקס בהזירות ובאיטליה, כדי למנוע סיכונים מיותרים מאב-הטיפוס היחיד שנבנה. אולם התוכנית מפגרת אחרי לוח הזמנים המקורי שנקבע, בגלל המשאבים המוגבלים של החברה - שמממנת את התוכנית ממקורות עצמיים - והצוות המצומצם שהיא מפעילה. הפרד מיועד לשמש ככלי-טיס צבאי בלתי מאויש להעברת אספקה לוגיסטית לשדה הקרב ולפינוי נפגעים מאזורים מסוכנים שאינם נגישים למסוקים. אורך גופו 5.9 מטר, רוחבו 2.15 מטר וגובהו 1.8 מטר. ביכולתו להמריא במשקל מרבי של 1,090 ק"ג, כשהוא נושא מטען תכליתי בן כ-250 ק"ג בשני תאי ציוד גדולים משני צידי הגוף. תא הציוד מתאים גם לפצוע על אלונקה.

את אורבן איירונאוטיקס יסד ומנהל מהנדס האווירונאוטיקה ד"ר רפי יואלי, שעובד כבר יותר מעשור על פיתוח רעיון כלי-הטיס הממריא ונוחת אנכית באמצעות מניפות אופקיות משורוולות (Fancraft). לאור הערכתו כי קיים צורך מבצעי דחוף בכלי קומפקטי לא מאויש מסוג זה, החליט ד"ר יואלי להקפיא בינתיים את פיתוח כלי-הטיס המאויש X-Hawk (שהוצג בפארנבורו ביולי 2006 - ראה "ביעף" 98 עמ' 15) ולתת עדיפות לפיתוח הכלי הבלתי מאויש Mule.

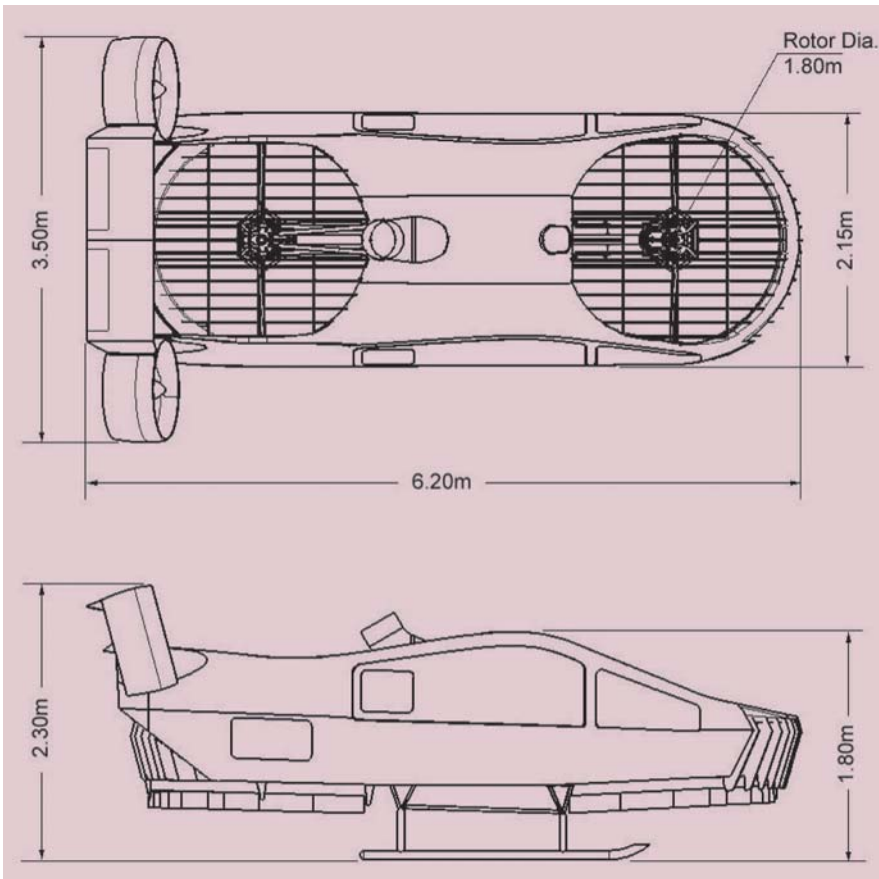
בהציגו את רעיון הפרד ביום העיון בנושא כטב"מים, שארגנו לשכת המהנדסים ומכון פישר בבית חיל האוויר בהרצליה ב-7 בינואר השנה, הדגיש ד"ר יואלי את יתרונותיו של הכלי במצבי לחימה כמו שהיו במלחמת לבנון השנייה. הפרד יוכל להעביר לכווחות מנותקים בשטח מים, מזון וכל ציוד אחר שהם צריכים, ולפנות מהשטח פצוע או הרוג. הכלי יטוס לשטח המיועד באמצעות מערכת ניווט אינרציאלית ו-GPS, ויבצע נחיתה אנכית אוטומטית בנקודה או על מסלול. היחידה שמזמינה את הכטב"ם תצטרך רק להניח משדר קטן בין שני שיחים/עצים, או על שביל שעליו רוצים שהכלי ינחת, והוא יוכל לבצע נחיתה על אותה משואה.

ד"ר יואלי רואה בחזונו חניון חטיבתי ובו 10 עד 20 כלי-טיס כאלה. בחניון יהיו חיילים שידאגו למלא את תאי המטען בצידי כלי-הטיס בצידוד שיידרש על-ידי יחידות בשדה הקרב ולשלוח את הכלים האלה ליעדם, ולאחר מכן לקלוט אותם בחזרה.

לכלי-הטיס יש שתי מניפות גדולות יחסית בגוף, מלפנים ומאחור, בקוטר של 1.8 מטר. בחלקו המרכזי של הגוף מותקן מנוע טורבו-מדחף מדגם טורבומקה אריאל 1D1, המפתח הספק צירי מרבי של 730 כ"ס. המנוע חזק מאוד יחסית לגודלו של הכלי, לכן עומס הדסקה של המניפות גבוה מאוד - כ-245 ק"ג/מ"ר, כמעט פי 10 ממסוק. שלוש הממסרות בכלי תוכנו על-ידי מהנדסי אורבן איירונאוטיקס. הממסרת מעבירה כ-400 כ"ס ב-2,400 סל"ד. מערכת הבקרה מבוססת על קופסה שמיוצרת על-ידי חברת ראדא.



אב-הטיפוס של הפרד בניסויים קרקעיים. למטה: מבטי על וצד של הכטב"ם הייחודי.



את הפרד ניתן יהיה להוביל בתוך מסוק יסעור לקרבת החזית, ולשם כך הוגבל רוחבו ל-2.15 מטר. בתובלה קרקעית, ניתן יהיה להוביל אותו על משאית או על נגרר.

הפרד יש יתרונות בולטים בהעברת אספקה לכוחות לוחמים, בהשוואה לכלי-טיס המבוססים על מצנחים ממונעים: הפרד יוכל לנחות בדיוק של סנטימטרים, לעומת דיוק של בערך 100 מטר במצנח ממונע; יש לו יכולת טיסה בכל מזג אוויר וברוחות צד חזקות מאוד (הכלי יוכל לרחף במקום ברוח צד של עד 50 קשר, ולהגיע לנקודת הנחיתה מכל כיוון); בזכות החתימות הנמוכות שלו הוא יוכל להתחמק ולהגיע לשטח בחשאי - בעוד שמצנחים יסגירו את מיקום הכוח.

הפרד יוכל לשמש גם לחילוץ טייס שנאלץ לנטוש את מטוסו, כשהוא נוחת בדיוק ליד השיח בו מסתתר הטייס.

יתרונו של הפרד ברורים, לפיכך, ויש גם תמימות דעים לגבי הצורך המבצעי בו. השאלה הגדולה היא, אם לחברה קטנה כמו **אורבן איירונאוטיקס** יהיו מספיק משאבים כספיים ואורך נשימה כדי להשלים את הפרויקט הזה ולהקים קו ייצור. ספק אם הדבר יתאפשר ללא יצירת שיתוף פעולה עם גורמים גדולים וחזקים יותר, או צירוף משקיעים זרים, או קבלת סיוע מממלתי ניכר.

בשנת 2006 ניסתה **אורבן איירונאוטיקס** ליצור שיתוף פעולה עם חברת **בל הליקופטר האמריקנית** בפיתוח הכלי המאוּיֵס **X-Hawk**, אך במבחן הזמן לא נראה שבל מגלה יותר מדי עניין.

בפאנדה הצליחו להכניס את מערכת הבקרה המלאה של הכלי הגדול יחד עם כל החיישנים, ולהטיס אותם באותה בקרת טיסה שהולכת להיכנס לפרד הגדול.

ד"ר יואלי מדגיש את בטיחותו של הפרד בנחיתה ובהמראה ליד אנשים, בזכות המניפות הפנימיות: "במסוקים קיימת סכנה להתקרב לרוטור הראשי ולרוטור הזנב בזמן שהוא נוחת או ממריא. זהו גורם התאונות מספר אחת במסוקים. במתארים שהפרד אמור לפעול, במקום או במאוחר רוטור חיצוני יפגע במשהו. לכן הלכנו מראש על גוף נקי וסגור מהצדדים. זה כמובר מגדיל את אורך החיים של הכלי ואת הבטיחות שלו".

יחד עם זאת, תצרוכת הדלק של כלי-טיס בעל מניפות משורולות גדולה בכ-50% בהשוואה למסוק מקביל, בגלל עומס הדסקה הגבוה. "אם במסוק שקול אפשר היה להשיג שלוש שעות טיסה, אנחנו נאלצים להסתפק בשעתיים בלבד", אומר ד"ר יואלי.

יתרון נוסף שמדגיש ד"ר יואלי קשור לחתימות הנמוכות של הפרד, שתורמות להגברת שרירותו בשדה הקרב. בעוד שבמסוקים הרוטורים גורמים לרעש חזק, כאן המניפות נמצאות בתוך שרוולים ומטופלות אקוסטית. החתימה התת-אדומה של הכלי כמעט זניחה, מכיוון שהאוויר החם מהמנוע מתערבב עם אוויר קר שנכנס למניפות. גם מבחינה חזותית, קשה מאוד יהיה להבחין בפרד ממרחק. עם חתך גוף של 2.15x1.8 מטר, הוא ייראה מלפנים כנקודה קטנה מאוד על רקע השמיים.

כך שהאוויר יכול להיכנס - הגרר פוחת בכ-75%. משמעות הדבר: אם כלי בעל שרוולים סגורים מצדדיו יכול להגיע למהירות של 50 קשר, ניתן להשיג מהירות של 100 קשר כאשר מיישמים את רעיון התריסים הפתוחים.

לטיסה קדימה נעזר הפרד גם בשני מדחפים משורולים קטנים, המותקנים באחורי הכלי.

● **יצירת עילוי מהגוף:** בניסויים בנקבת-רוח נתגלה עוד, שגם צורת החלק העליון של הגוף יכולה ליצור עילוי רב. נמצא, שבעזרת המניפה האחורית שיונקת אוויר, הגג של הגוף יוצר מקדמי עילוי כאלה, שבמהירות של 100 קשר חצי מהעילוי של הכלי הוא מהמניפות וחצי מהגוף. תוצאה מפתיעה זו אפשרה להגדיל את זמן השהייה של כלי-הטיס ואת כושר הנשיאה שלו.

מערכת הניהוג הייחודית של הכלי מאפשרת לו לנוע בשש דרגות חופש. כמוסבר לעיל, הכלי יכול ליצור כוח צד בלי לגלגל, או לגלגל בלי ליצור כוח צד. הוא יכול לגלגל ימינה ולהסיע שמאלה, לדוגמה, על-ידי שילוב נכון של הטיית הכנפונים. תכונה זו יכולה להוות יתרון גדול לצורך נחיתה על סיפון ספינות. על-ידי שינוי פגיעה של שתי המניפות באופן קולקטיבי, ועל-ידי יצירת כוחות צד ושילובים עם גלגולים, ניתן ליצור תנועה יחסית לכל סיפון בתנאי ים קשים. בזכות זאת יש לכלי פוטנציאל לפעול מספינות קטנות מאוד.

מערכת בקרת הטיסה והניהוג באמצעות הטיית הכנפונים נבחנה בטיסה על דגם מוקטן בקנה מידה 1:3.6 השוקל 14 ק"ג, שנקרא **פאנדה** (ראה צילום ב"ביעף" e109 עמ' 21).

בלוֹבִירד פִּיתַחַה כִּטְב"מִם הַמוֹנַע בַּאֲמֻצְעוֹת תַּא דִּלְק מִימְנֵי



בלוֹבִירד מערכות אוויריות השלימה מאמץ של שלוש שנים לשלב את טכנולוגיית תאי הדלק PEM (ממברנה מחליפת פרוטונים) במייני-כטב"ם בומרנג. החברה פיתחה גם מערכות תמיכה, הכוללות יכולות היברידיות ליתירות החשמל של המערכת, מנגנון לקירור תא הדלק ועוד. הכטב"ם המונע באמצעות תא דלק כבר מורשה לטיסות בישראל ומדורג כמערכת "בשלה".

הבומרנג, שמוטת כנפיו 2.75 מטר ומשקלו 9.5 ק"ג, יכול לשאת מטעד צילום במשקל של עד 1.3 ק"ג. ביכולתו לטוס במהירויות שבין 56 ל-110 ק"מ/ש' ברום של עד 15,000 רגל (4.6 ק"מ), לפעול בטווח של עד 50 ק"מ ולשהות באוויר במשך יותר מ-9 שעות.

הבומרנג מוצע בעיקר למשימות של סיורי גבול, פיקוח על תשתיות ונכסים קריטיים, וניטור סביבתי.

המנוע החשמלי של **הבומרנג** מבוסס על מערכת הנעה חשמלית-מימנית, שפותחה על-ידי חברת הורייזן **טכנולוגיות תאי דלק**. חברה סינגפורית זו ידועה בהספקת הביצועים בעלי צפיפות האנרגיה הגבוהה ביותר לטכנולוגיית תאי הדלק PEM, בסדרי גודל מעבר למה שאפשרי היום אפילו באמצעות סוללות הליתיום הטובות ביותר. הורייזן מציעה כיום את המערכת הקלה והקומפקטית ביותר לאחסון אנרגיה חשמלית, שמתאימה היטב לצרכים של כטב"מים חשמליים קטנים.

חיישנים אלקטרו-אופטיים, מערכות דימות תת-אדומות ומצייני לייזר.

בלוֹבִירד מערכות אוויריות, שהוקמה בשנת 2002 וממוקמת בפארק התעשייתי קדימה, מתמחה בתיכון, פיתוח וייצור כטב"מים טקטיים וצויד היקפי. משפחת המוצרים שלה כוללת את המייני-כטב"ם **SkyLite B** ואת המיקרו-כטב"ם **Micro B**, שפותחו בשיתוף עם **רפאל**. **בלוֹבִירד** פועלת כיום כיחידה עסקית של החברה האמריקנית **Athlone Global Security (AGS)**, המתמקדת בשוק ביטחון הפנים ובטכ-נולוגיות המתפתחות בתחום ביטחון הפנים.

כטב"מים המונעים באמצעות חשמל מימני מתאפיינים בחתימה אקוסטית מופחתת, גודל קטן, ויעילות מוגברת במשימות מודיעין, מעקב וסיור מתמשכות. במקרים בהם ביצועי הסוללה מגבילים את השימוש היעיל בכטב"ם, מערכות ההנעה באמצעות תאי דלק מהדור הבא של הורייזן ישפרו את התפקודיות ויפתחו אפשרויות למשימות חדשות עבור כלי-טיס קטנים דוגמת **הבומרנג**. בנוסף להגדלת זמן השהייה באוויר, מערכת תאי הדלק של הורייזן גם מאפשרת לשלב במייני-כטב"מים יותר מכשירים אלקטרוניים צורכי חשמל, כגון

איירונאוטיקס הסבה את הדיאמונד DA42 למל"ט



למעלה: המל"ט דומינייטור II/עוז באחת מטיסתיו הראשונות. למטה: זוג מטוסי דיאמונד DA42 MPP אוסטרלים נושאים בחרטום מערכות לחישה מהאוויר.



חברת איירונאוטיקס ביצעה בהצלחה בחודש יולי סדרה ראשונה של טיסות ניסוי במטוס ללא טייס דומינייטור II / עוז, במהלכן נבדקו מערכות בקרת הטיסה שהותקנו בו. המל"ט צפוי להמשיך בסדרות ניסויי טיסה מתקדמים לשילוב מערכות וחיישנים נוספים, אשר יאפשרו לו לבצע משימות מודיעין מורכבות.

העוז מבוסס על המטוס הדו-מנועי הקל DA42 MPP, מתוצרת החברה האוסטרית דיאמונד. הדגם MPP (פלטרומה רב-שימושית) של ה-DA42 מיועד למשימות "חישה מהאוויר" (Airborne Sensing), בהיותו מצויד במערכות דימות ליום וללילה או במערכות מכ"ם מסוגים שונים המותקנות בחרטומו. אלה הן בדיוק המשימות האופייניות לכטב"מים, שאינן זורשות בהכרח כלי-טיס מאויש.

איירונאוטיקס התקניה בעוז את מערכת בקרת הטיסה הדיגיטלית שלה UMAS, המשמשת גם בכטב"מים אחרים של החברה, דוגמת האיירוסטאר. המל"ט מצויד בערוץ העברת נתונים בקו ראייה, המאפשר שליטה ובקרה בזמן אמת בטווחים של עד 300 ק"מ. בנוסף מותקנת מערכת תקשורת לוויינית, המאפשרת הפעלה של המל"ט בטווחים שמעבר לקו הראייה.

העוז, הממריא במשקל מרבי של 1,785 ק"ג, יכול לשאת מטען תכליתי במשקל 400 ק"ג. המטעדים שלו יכולים לכלול מצלמת טלוויזיה/ דימות תת-אדום עם מצביע לייזר או סמן לייזר, מכ"ם חיפוש ימי או מכ"ם בעל מיפתח סינתטי (SAR), ממסר תקשורת, מערכת לאיסוף מודיעין אלקטרוני או מודיעין אותות, וחיישנים אחרים.

בדומה ל-DA42 מהדור החדש, מצויד העוז בשני מנועי טורבו דיזל מדגם אוסטרו AE300, המפתחים הספק מרבי של 170 כ"ס כל אחד. מנוע הדיזל משתמש בדלק סילונו (Jet A1) ומתאפיין בתצורת דלק נמוכה משמעותית ממנועי בנזין. מנוע חדש זה זכה השנה לרישוי מלא מרשויות התעופה האזרחית באירופה (EASA) ובארה"ב (FAA).

העוז יכול לטוס בכל מזג אוויר במהירויות שבין 75 עד 190 קשר (140 עד 350 ק"מ/ש'), ברום של עד 30,000 רגל (9.1 ק"מ), ולשהות באוויר עד 28 שעות ברציפות.

השימוש במטוס אזרחי, שהוכיח כבר את ביצועיו ואמינותו בעשרות אלפי שעות טיסה, מוזיל מאוד את מחירו של המל"ט – בהשוואה לכטב"ם מפיתוח חדש. החיסכון הכספי מתבטא לא רק במחיר הרכישה, אלא גם בעלויות התפעול והתחזוקה. ההתבססות על מטוס בעל רישוי מלא תקל גם על קבלת האישורים הנדרשים להפעלת המל"ט בשימושים אזרחיים.

אבי לאומי, מנכ"ל איירונאוטיקס, אמר כי "הפוטנציאל לשימוש אזרחי במל"טים הוא אדיר. כפי שבעולם הביטחוני מחליפים כיום המל"טים בהדרגתיות את כלי-הטיס המאוישים בביצוע משימות רבות, כך בעולם האזרחי בעתיד אנו צפויים לראות מל"טים פועלים במגוון יישומים – החל מתחומים הקרובים לכאורה לתחום הביטחוני, כמו שיטור ואבטחה, וכלה בתחומים כגון חקלאות, תשתיות, תחבורה ואף הגנה באיכות הסביבה."

אלביט הטיסה את ההרמס 90 עם מנוע דלק כבד

אלביט מערכות ביצעה בספטמבר טיסת בכורה מוצלחת של הכטב"ם הטקטי הרמס 90 עם מנוע דלק כבד (Heavy Fuel Engine). המנוע החדש מאפשר שימוש בסולר או בדלק סילונו, שאינו מתלקח בקלות, ולכן נחשב לבטיחותי. מכיוון שהדלק הכבד מאושר לשימוש בכלי-טיס, יתאים מעתה ההרמס 90 להמראה ונחיתה על נושאות מטוסים וספינות. חיים קלרמן, מנכ"ל חטיבת כלים בלתי מאוישים באלביט מערכות, אמר כי טיסת הניסוי של ההרמס 90 עם המנוע הכבד מהווה פריצת דרך במסגרת האסטרטגיה של החברה להתאמת הכטב"מים שלה ליישומים ימיים. בשלב הבא, מתכננת החברה לבצע ניסויים

בהנחת כטב"מים על גבי כלי-טיס שונים. ההרמס 90 נחשף לראשונה בסלון האווירי בפאריס בחודש יוני השנה (ראה "ביעף" e109 עמ' 19). הכטב"ם הטקטי מתאפיין בשרידות גבוהה, שהייה ממושכת באוויר של כ-18 שעות, טווח פעולה של מעבר ל-100 ק"מ, יכולת נשיאת מגוון מטעדים, שיגור נקודתי ויכולת נחיתה על משטחי עפר ללא צורך בתשתיות מיוחדות. מערכת ההרמס 90 פועלת ביום ובלילה, לרבות בתנאי מזג אוויר קשים. היא מתאימה לשימוש כוחות מתמרנים, למשימות של ביטחון פנים ואף ליישומים אזרחיים. ממדיה הקטנים של המערכת מאפשרים לשאת אותה על גבי שני רכבי שטח קלים (דוגמת Humvee), ולפרוס אותה בשטח תוך זמן קצר על-ידי צוות של שניים-שלושה אנשים. המערכת כוללת תחנה קרקעית מתקדמת לשליטה, בקרה ותפעול משימה, המותקנת על אחד מרכבי השטח.





Boeing-Stearman PT-17

סטירמן אזרחי (4X-AAY) חזר השנה לטוס בשמי ישראל – כ-25 שנה לאחר קרקועו של אחרון הסטירמנים מעודפי חיל האוויר שהופעל באופן פרטי (4X-AII). המטוס הנוכחי נרכש בארה"ב בשנה שעברה. הוא הופעל שם באופן פרטי ברישום N3993D, לאחר שעבר שיפוץ יסודי בשנת 1984. במוזיאון חיל האוויר בחצרים נשמרים שני מטוסי סטירמן במצב טוב (מספרי זנב 31 כסוף ו-52 אדום), כאשר הראשון עדיין טס.

Lockwood AirCam

שלוש שנים וחצי לאחר הופעתו בארץ של האיירקאם הראשון (4X-OAB), נבנו כאן והחלו לטוס שני מטוסי איירקאם נוספים – 4X-OAZ ו-4X-ONJ. האיירקאם נראה כמו דריפטר מוגדל. זהו מטוס קל לבנייה עצמית מקיט, תלת-מושבי, המצויד בשני מנועי רוטקס ULS 912 בני 100 כ"ס כל אחד. משקל ההמראה המרבי 760 ק"ג, כשהוא יכול לשאת נוסעים ודלק במשקל של עד 260 ק"ג. מהירותו המרבית 177 ק"מ/ש'.



Dyn'Aero MCR 01 ULC

דורון שלו וברוך דותן סיימו בחודש אוגוסט השנה לבנות את מטוס הספורט הקל MCR 01, שמקורו בצרפת. זהו המטוס הראשון מסוג זה שיופעל בישראל (4X-OTY). המטוס הדור-מושבי בתצורת זה-לצד-זה בנוי ברובו מחומרים מרוכבים, עם מעטה כנפיים מאלומיניום. מצויד במנוע רוטקס 912 בן 100 כ"ס. משקל ההמראה המרבי שלו 490 ק"ג. מגיע למהירות מרבית של יותר מ-300 ק"מ/ש'.

Kitfox 4-1200

גיא אשכנזי סיים השנה לבנות לעצמו מטוס קיטפוקס חדש (4X-OGE), תחליף לקיטפוקס 4X-HCK אותו הפעיל מאז 1989. הקיטפוקס המודרני מדגם 4-1200 הוא בעל מבנה חזק יותר, כדי לאפשר המראה במשקל מרבי של 544 ק"ג (במקום 476 ק"ג בדגם המקורי), וזנב אנכי מוגדל. מצויד במנוע רוטקס 912 בן 100 כ"ס. מהירותו המרבית כ-200 ק"מ/ש'.





Diamond DA40 Star

מטוס שני מדגם דיאמונד סטאר (4X-CXX) הגיע לאחרונה לארץ.

המטוס הראשון מדגם זה (4X-CYC) נרשם בישראל בנובמבר 2007 ומופעל על-ידי מועדון טייסים כרמל בחיפה.

פרטים על הסטאר הבאנו ב"ביעף" e103 עמוד 7.

Cosmos Phase III

רוב כלי-הטיס הזעירים מסוג Trike (עם כנף גמישה כמו של גלשן אוויר) המופעלים בארץ הם מתוצרת החברה האוסטרלית Airborne.

בשנתיים האחרונות הובאו לישראל שני כלי-טיס דומים מתוצרת צרפתית:

הקוסמוס פיז 3 (4X-OHA), הנראה בתמונה מימין, נרשם בישראל באוקטובר 2007.

שנה לאחר מכן, באוקטובר 2008, נרשם בישראל (4X-OAE) גם טרייק צרפתי מדגם Air Creation Tanarg 912ES.

כלי-טיס דו-מושביים אלה דומים מאוד במראם ובתכונותיהם, ומצויים בדרך כלל במנוע רוטקס 912.



ELA-07S R-115

במפגש הסניף הישראלי של אגודת המטוסים הניסיוניים (EAA), שנערך בשדה מגידו ב-11 בספטמבר, הציג רפי ראושר את הגיירוקופטר הדו-מושבי מדגם ELA-07S, אותו סיים לבנות מקיט בחודש מאי השנה (4X-ORR).

גיירוקופטר זה פותח ומוצר על-ידי החברה הספרדית ELA Aviacion. הדגם 07S מתאפיין בהגאים כפולים, מלפנים ומאחור, ומתאים לאימון. הוא מצויד במנוע רוטקס 914UL בעל הספק של 115 כ"ס.

שי נוי, שמתמחה זה שנים בהטסת גיירוקופטרים, סייע לרפי ראושר בבנייה והדריך אותו בהטסת הכלי.

נוי מפעיל בארץ מאז שנת 2001 את הגיירוקופטר RAF 2000 GTX SE, שרישומו 4X-BGR.

MAKS**INTERNATIONAL
AVIATION AND
SPACE SALON**

הסלון האווירי ברוסיה 2009

קאמוב; את מטוס ההתרעה המוקדמת **ברייב A-50** ואת מטוס האימון המתקדם **Yak-130**; מבחר מטוסי נוסעים ומטען; מטוסי ספורט קלים; ואפילו ספינת אוויר אחת וכדורים פורחים.

הסלונים האוויריים ברוסיה ידועים במפגני הטיסה העשירים והמרשימים שמתקיימים במסגרתם, אולם הפעם זכינו לראות הצגה מוגבלת מהרגיל. יומיים לפני פתיחת הסלון אירעה תאונה קטלנית, כאשר שניים ממטוסי ה-**Su-27** של הצוות האווירובטי "האבריים הרוסים" (**Russkiye Vityazi**) התנגשו בעת אימון לקראת המפגן והתרסקו לקרקע. מוביל הצוות, קולונל איגור טקאצ'נקו, נהרג והטייס השני נפצע. התאונה גרמה לעצירה זמנית של השתתפות הצוות הזה, אך כעבור מספר ימים הם הופיעו בכל זאת במבנה חסר בן ארבעה מטוסים, במקום שישה. הצוות האווירובטי "הסיסים" (**Strizhi**) הופיע כמתוכנן עם ארבעה מטוסי מיג-29, וכמו-כן השתתף צוות אווירובטי של חיל האוויר האיטלקי במטוסי איירמאקי **MB-339**. מזג האוויר במשך רוב ימי התערוכה (פרט ליום הראשון) היה גרוע מאוד עם עננות כבדה, כך שאפשרויות הצילום היו מוגבלות. אבל התערוכה לא התרכזה רק בכלי-טיס מאוישים. הוצגו בה גם כטב"מים, טילים טקטיים (אוויר-אוויר ואוויר-קרקע) ומערכות הגנה אווירית. סקירתנו המקיפה, במילים ובתמונות, עוסקת בכל התחומים האלה.

בשנים האחרונות ממעטים הרוסים להציג את מטוסייהם הצבאיים בתערוכות הבינלאומיות באירופה. מי שרוצה לראות את מגוון המוצרים של התעשיות ברוסיה חייב לבקר בסלון הבינלאומי לתעופה וחלל (**MAKS**), המתקיים אחת לשנתיים בחודש אוגוסט בשדה התעופה הצבאי ז'וקובסקי ליד מוסקבה. שדה גדול זה והסביבה הקרובה לו משמשים זה שנים ארוכות כבסיס לניסויי טיסה של מטוסים חדשים ומוסבים, וכמרכז מחקר ופיתוח מוביל. יש שם מרחבים בלתי מוגבלים כמעט לתערוכה קרקעית, ואפשרות בטוחה לקיום מפגנים אוויריים.

יהודה בורוביק בילה שלושה ימים מרתקים ב-**MAKS 2009**, וזכה להכיר מקרוב מגוון רחב מאוד של מוצרים, שאת רובם ראה קודם לכן – אם בכלל – רק בתמונות.

בתערוכה הוצגו יותר מ-100 כלי-טיס מאוישים, רובם מתוצרת רוסיה ומדינות מזרח-אירופיות אחרות, ומיעוטם מהמערב. הם כיסו כמעט את כל המגוון הקיים, החל בתעופה הספורטיבית והקלה, המשך בתעופה האזרחית וכלה בתעופה הצבאית. בתצוגה הסטטית בצדי המסלולים ניתן היה לראות מפציצים אסטרטגיים דוגמת ה-**Tu-160** ו-**Tu-95MS**; מטוסי קרב מחוד החנית של חיל האוויר הרוסי מתוצרת **סוחוי ומיג**; מטוסי תובלה מתוצרת **אנטונוב**; מסוקים מכל הגדלים והסוגים מדגמי **מיל**

מטוס הנוסעים העל-קולי **טופולב Tu-144** הובא לתערוכה כמוצג היסטורי מתקופת הפריחה של תעשיית המטוסים בברית-המועצות.





תעשייה מאוחדת

תעשיית המטוסים ברוסיה עוברת כיום מהפכה ארגונית, כאשר כל חברות התיכון ומפעלי הייצור הממשלתיים מאוחדים לארגון אחד. צעד זה מתבצע בעקבות צו נשיאותי מפברואר 2006, שנכנס לתוקפו בנובמבר אותה שנה. חברת המטוסים המאוחדת (United Aircraft Corporation) שהוקמה בסוף 2006 הכניסה תחת כנפיה את משרדי התיכון של סוחוי, יאקובלב, ברייב, איליושין וטופולב, ואת מפעלי ייצור המטוסים ברחבי רוסיה – קומסומולסק על אמור (KnAAPO), נובי-סיברסק (NAPO), אירקוט, אויאסטאר, וורונז' (VASO), ניז'ני נובוגורוד סוקול (Sokol NAZ) ועוד. חברת מיג, שנקלעה לקשיים כלכליים, תצורף לאיחוד בחודשים הקרובים לאחר שיוזרם לה הון ממשלתי לכיסוי ההפסדים. בשלב הבא תחולק החברה המאוחדת לשלושה תחומי פעילות: מטוסים צבאיים, מטוסים אזרחיים ומטוסים מיוחדים. מטרת המהלך הייתה לרכז מאמצים, לבטל כפילויות, לייעל תהליכים ולחסוך בהוצאות, כדי לאפשר לרוסיה לבסס את מעמדה כיצרנית המטוסים השלישית בגודלה בעולם, אחרי ארה"ב ואירופה. המהפכה הארגונית הזאת וצעדי ההתייעלות שנקטים אמורים להסתיים עד שנת 2015. בראש החברה הועמד אלקסיי פדורוב, ועל התחום הצבאי הופקד מיכאיל

מטוס ההתרעה המוקדמת והבקרה האווירית ברייב A-50 של חיל האוויר הרוסי. למעלה: מופע הצוות האווירובטי "הסיסים" (Strizhi) במטוסי מיג-29.





הדגם המושבח של המיג-29, המסומן MiG-29SMT, מתאפיין במערכות אוויוניקה מודרניות, מכ"ם חדש, תא טייס משודרג, יותר דלק פנימי ויכולת לתדלוק אווירי.

רב-משימתי מוצלח למדי מהדור הרביעי (בן דורם של ה-F-16 וה-F/A-18 האמריקניים), שפותח בסוף שנות ה-70 והחל להיכנס לשירות בראשית שנות ה-80. כ-1,600 מטוסי מיג-29 יוצרו במשך השנים וסופקו ל-29 מדינות ברחבי העולם.

החברה מציעה השבחה של מטוסי מיג-29 קיימים לדגם המסומן MiG-29SMT, אותו היא מגדירה כ"דור 4+". ההשבחה כוללת את התחומים הבאים:

- התקנת מערכות אוויוניקה מודרניות.
- שדרוג תא הטייס עם שני צגים צבעוניים רב-תפקודיים בגודל 6 על 10 אינץ' (15.2 על 25.4 ס"מ), וריכוז המתגים להפעלת כל המערכות והחימוש על מוט ההיגוי והמצערת.
- הגדלת תכולת הדלק הפנימי.
- הוספת חדק מתכנס לתדלוק אווירי.
- הגדלת אורך החיים של המטוס ל-4,000

ולאחר הפעלת המקל, הגיע הזמן להעניק את הגזר. ראש ממשלת רוסיה, ולאדימיר פוטין, שהגיע לפתוח את הסלון האווירי בז'קובסקי, הביא עימו בשורה מעודדת ביותר לחברת המטוסים המאוחדת – הזמנה לרכישת 64 מטוסי קרב חדשים של סוחוי עבור חיל האוויר הרוסי. ההזמנה כוללת 48 מטוסי Su-35 לאספקה בין 2010 ל-2015, תריסר מטוסי Su-27SM לאספקה בין 2009 ל-2011, וארבעה מטוסי Su-30M2 למסירה ב-2011. ההיקף הכספי של ההזמנה הזאת מגיע ליותר מ-80 מיליארד רובל (כ-2.5 מיליארד דולר).

מטוסי מיג-29 משודרגים

בהעדר מימון לפיתוח מטוס קרב חדש, עוסקת חברת מיג בשנים האחרונות בתוכניות השבחה של המיג-29 הוותיק. זהו מטוס קרב

פוגוסיאן, מנכ"ל סוחוי. אחרי התפרקות ברית-המועצות ב-1991, ובעקבות המשבר הכלכלי החמור ברוסיה בשנות ה-90, נפסקו ההקצבות הגדולות לפיתוח ולייצור מטוסים צבאיים, ונעצרה כמעט כליל הזמנת מטוסים חדשים לחיל האוויר הרוסי. החברות שלא הצליחו למצוא לעצמן שוקי יצוא, נקלעו לקשיים כספיים חמורים. בתחום האזרחי, הצטמצם מאוד ייצור מטוסי הנוסעים הרוסיים, לאחר שחברות התעופה ברוסיה ובמדינות חבר העמים העדיפו להצטייד במטוסים מתוצרת בואינג ואירבאס. במצב המשברי שנוצר, לא היה מנוס מנקיטת צעדים קיצוניים לצמצום התעשייה ולהתייעלותה. הפעולה הממשלתית הנחושה לאיחוד הכוחות, עשויה אכן להציל את תעשיית המטוסים הרוסית ולהעלותה על דרך חדשה, שיש בה סיכוי להצלחה.

מטוסי קרב מדגמי מיג-29 (מספר 03) ומיג-31 (מספר 93) בשירות חיל האוויר הרוסי.





במיג-35 מותקן מכ"ם מערך מופע אקטיבי Zhuk-AE. שים לב לחדק התדלוק הנשלף מהגוף.

המיג-35 יכול לפעול במשקלים גבוהים יותר מדגמי המיג-29 הקודמים. לפי הנתונים שפרסמה החברה בתערוכה, משקל ההמראה הרגיל של המיג-35 הוא 18.5 טון, לעומת 17 טון ב-MiG-29SMT; משקל ההמראה המרבי הוגדל מ-22 טון ל-24.7 טון. המיג-35 יכול לשאת חימוש ודלק במשקל של 6.5 טון על 11

דימות תרמי, חיפוש ועקיבה באמצעות חיישן תת-אדום, וכך מצוין לייזר. היצרנית מיג מדגישה, כי המטוס מצויד גם במערכת לוחמה אלקטרונית יעילה. בדומה ל-MiG-29SMT, מצויד גם המיג-35 בחדק לתדלוק אווירי, הנשלף מצידו השמאלי של הגוף הקדמי.

MiG-29K: הדגם לפעולה מנושאות מטוסים, שמוצר עבור הצי ההודי, מתאפיין בקצות כנפיים מתקפלים.



שעות טיסה. מערכות האוויוניקה החדשות מתאפיינות בארכיטקטורה פתוחה, שמאפשרת התאמה לנשיאת מגוון רחב של אמצעי חימוש למשימות אוויר-אוויר ואוויר-קרקע. במטוס המושבח מותקן מכ"ם מדגם Zhuk-ME, המסוגל לגלות מטוסי קרב מטווח של 120 ק"מ. למכ"ם יש יכולת רכישה ועקיבה אחרי 10 מטרות, והעסקה בריזמנית של 4 מטרות.

את המטוס המושבח ניתן לצייד גם במערכת אלקטרו-אופטית משודרגת לאיסוף מודיעין ולרכישת מטרות, ובכוונת קסדה. המטוס יוכל לשאת מארז חיצוני לציון מטרות בלייזר ומארז חיצוני לשיבוש קורני מכ"ם.

ה-MiG-29SMT הוצג בתערוכה עם מגוון אמצעי חימוש שביכולתו לשאת. למטוס כושר נשיאה מרבי של 4,500 ק"ג על שש נקודות תלייה חיצוניות.

שיפור בולט עוד יותר בתכונותיו ובביצועיו של המיג-29 הוצג בתערוכה בדמות הדגם החדש שמכונה מיג-35, אותו מגדירה החברה כמטוס קרב רב-משימתי מ"דור ++4". במקרה זה כבר לא מדובר בהשבחה של מטוסים קיימים, אלא בהתחלת ייצור של מטוסים חדשים.

במיג-35 מותקן מכ"ם מתקדם הרבה יותר מסוג מערך מופע אקטיבי, עם אנטנה שטוחה קבועה וסריקה אלקטרונית. יתרונותיו של מכ"ם כזה, כפי שפרטת החברה, מתבטאים ביכולת פעולה בתחום תדירויות רחב יותר, אפשרות לגלות ולעקוב אחרי מספר גדול יותר של מטרות, אפשרות לרכוש בריזמנית מטרות באוויר ועל הקרקע, טווח גילוי ארוך יותר, רזולוציה גבוהה יותר במיפוי פני הקרקע, עמידות גבוהה בפני ניסיונות שיבוש ואמינות משופרת. המכ"ם Zhuk-AE מתוצרת חברת Phazotron-NIIR יכול לגלות מטוסי קרב מטווח של 160 ק"מ, לעקוב אחרי 30 מטרות באוויר ולהעסיק בריזמנית 6 מהן, וכמו-כן לעקוב אחרי מטרות ניירות או נידות על הקרקע או בים ולהעסיק בריזמנית שניים מהן. במטוס הקרב החדש מותקנת מערכת אוויוניקה דיגיטלית בארכיטקטורה פתוחה בדומה לזו של ה-MiG-29SMT, ותא הטייס כולל שלושה צגים צבעוניים. המטוס מצויד במערכת בקרת טיסה דיגיטלית בעלת שלושה ערוצים, עם ארבע דרגות יתירות. הוא נושא מערכת אלקטרו-אופטית חדישה הכוללת



אב-הטיפוס השני של הסוחוי Su-35 נמצא בניסויי טיסה מאז אוקטובר 2008. למעלה: אב-הטיפוס הראשון.

על 12 אינץ' (22.9 על 30.5 ס"מ), תצוגה עילית רחבת זווית ותצוגת קסדה לטייס. היצרן מדגיש בפרסומיו, כי לסוחוי 35 יש ערוץ העברת נתונים הדומה ל-Link-16 האמריקני, באמצעותו אפשר לקבל נתונים על מטרות ממקורות אוויריים, יבשתיים וימיים, ולהעביר אליהם מידע מחיישני המטוס.

המכ"ם החדש מדגם **Irbis-E** מתוצרת חברת **טיחומירוב** הוא מסוג מערך מופע עם סריקה אלקטרונית, אבל האנטנה השטוחה יכולה גם להסתובב כדי להגדיל את גזרת החיפוש והעקיבה ל-120 מעלות. המכ"ם מסוגל לגלות מטרה אווירית בעלת שטח חתך מכ"ם של 3 מ"ר מטווח של 400 ק"מ. באוויר יכול המכ"ם לעקוב אחרי 30 מטרות אוויריות ולהעסיק 8 מהן בראשונה, ועל הקרקע ניתן לעקוב אחרי 4 מטרות בראשונה. המכ"ם המתקדם הזה נמצא בניסויי טיסה מאז תחילת 2007.

בנוסף, נושא המטוס מעל חרטומו מערכת אלקטרו-אופטית לגילוי מטרות ועקיבה אחריהן באמצעות דימות תרמי, הכוללת גם לייזר. המטוס מצויד גם במערכת לחמה אלקטרונית אינטגרלית להגברת שרידותו.

הסוחוי 35 גדול וכבד הרבה יותר מהמיג-35, יכול לשאת יותר חימוש ולפעול בטווחים ארוכים יותר. לשם השוואה: מוטת כנפיו 15.3

המטוס החדש, אך מצוירים שפורסמו בעיתונות הרוסית מתגלה דמיון רב ל-F-22 האמריקני. כוכבי התצוגה של סוחוי בתערוכה, על הקרקע ובאוויר, היו שני אבות-הטיפוס הראשונים של ה-Su-35 – החדש והמתקדם ביותר במשפחת מטוסי הקרב המבוססים על ה-Su-27.

התצורה החיצונית של הסוחוי 35 זהה לזו של הסוחוי 27, פרט לביטול מעצור האוויר הגדול מאחורי תא הטייס. המטוס הנוכחי אינו כולל כנפוני קנארד לפני הכנף, כפי שהיו בדגם הניסיוני שסומן גם הוא Su-35, אותו הציעו הרוסים בתערוכות בפארנבורו ובפאריס במחצית הראשונה של שנות ה-90. אב-הטיפוס הראשון של ה-Su-35 הנוכחי (המסומן במספר 901) טס לראשונה בפברואר 2008, ואב-הטיפוס השני (מספר 902) הצטרף לטיסות הניסוי באוקטובר 2008.

הרוסים מגדירים את ה-Su-35 כמטוס קרב מ"דור ++4", המשלב גם טכנולוגיות של הדור החמישי. מהנדסי סוחוי טוענים, כי הם הצליחו להקטין את חתימת המכ"ם של המטוס באמצעות חומרי ציפוי מיוחדים על הגוף ועל החופה. השיפורים במטוס מתבטאים במערכות האוויוניקה, בתא הטייס, במכ"ם ובביצועים. תא הטייס כולל שני צגים צבעוניים בגודל 9

נקודות תלייה חיצוניות, לעומת 4.5 טון בלבד ב-MiG-29SMT. למיג-35 יהיה אורך חיים מוגדל של 6,000 שעות טיסה.

כדי לשמור על רמת הביצועים במשקלים המוגדלים, הותקנו במיג-35 שני מנועים מדגם **RD-33MK**, המפתחים דחף מרבי של 9 טון כל אחד – לעומת 8.3 טון במנועי ה-RD-33 מסדרה 3 המותקנים ב-MiG-29SMT. לקוחות שיחפצו בכושר תמרון מוגבר, יוכלו לרכוש את המיג-35 עם נחירי פליטה מתכווננים המאפשרים הטיה של וקטור הדחף בכל הכיוונים, כפי שהודגם במטוס הניסוי **MiG-29OVT** – שהופיע במפגני טיסה מרשימים בסלונים אוויריים במערב, וגם בסלון הנוכחי בז'וקובסקי.

מוצע גם דגם דו-מושבי, המסומן **MiG-35D**, שבו המושב האחורי מותקן במקום מכל דלק פנימי בגוף. בתא הנווט/מפעיל מערכות הנשק מותקנים ארבעה צגים דיגיטליים.

אב-הטיפוס של המיג-35 שהשתתף במפגני הטיסה בז'וקובסקי הוא מטוס דו-מושבי, שהוסב מה-MiG-29M2 וטס לראשונה בתחילת 2007.

בנוסף לאלה הציגה חברת מיג גם דגם לפעולה מנושאות מטוסים, המסומן **MiG-29K**, אשר פותח ומויצר עבור הצי של הודו. דגם זה מתאפיין בכנפיים מתקפלות כדי לחסוך במקום חנייה על נושאת המטוסים, ובו עזירה גדול. הוא כולל את מרבית המערכות המודרניות ששולבו ב-MiG-29SMT ומצויד במנועים החזקים יותר מסוג **RD-33MK**. סדרת הייצור עבור הצי ההודי כוללת גם מטוסים דו-מושביים מדגם **MiG-29KUB**.

הפיתוחים של סוחוי

חברת סוחוי זכתה למעמד עדיף על מיג בפיתוח מטוסי קרב חדשים ברוסיה. לאחר עיכוב של שנים רבות בהשלמת הפיתוח של מטוס קרב מהדור החמישי (**PAK-FA**) בגלל מצוקה תקציבית, זכה הפרויקט בשנת 2007 לחיים מחודשים לאחר שהודו הסכימה להשתתף במחצית מהוצאות הפיתוח. בנייתו של אב-הטיפוס **T-50** הולכת ונשלמת בימים אלו, ולדברי מנכ"ל סוחוי, מיכאיל פוגוסיאן, צפוי המטוס לבצע טיסת בכורה לפני תום השנה הנוכחית. בתערוכה לא נחשפו שום פרטים על



מטוס התקיפה הדו-מושבי ארוך-הטווח סוחוי Su-34 מיועד להחליף את הסוחוי Su-24.



הסוחוי Su-30MK2 הדו-מושבי מפגין כושר נשיאה מרשים של טילי אוויר-אוויר ואוויר-קרקע.

העיקרית היא להגדיל את טווח הטיסה ל-4,000 ק"מ עם מטען מרבי במשקל 150 טון. נשיא וולגה-דנפר מעריך, כי ידרשו כמאה מטוסי An-124 חדשים עד לשנת 2030. מטוס התובלה An-70 טס לראשונה בדצמבר 1994, אך עד היום טרם נכנס לייצור סדרתי בגלל חוסר מימון לסיום טיסות הניסוי ותהליך הפיתוח והעדר הזמנות. בתערוכת MAKS נחתם הפעם הסכם בין שר ההגנה הרוסי לבין סגן שר ההגנה של אוקראינה להזרמת כספים לשם החייאת הפרויקט וסיום

ומטוסי הנוסעים הקטנים לטיסות אזרויות An-140 בעל מנועי הטרבור-מדחף וה-An-148 הסילוני. במסגרת המאמצים לחדוש הייצור של ה-An-124 רוסלאן – נושא שעלה לראשונה בתערוכת ברלין בשנה שעברה (ראה "ביעף" e105 עמ' 16) – חתמו נציגי חברת המטוסים המאוחדת ברוסיה, חברת אנטונוב וחברת התעופה וולגה-דנפר בתערוכת MAKS על מסמך דרישות טכני שמגדיר את הדגם המשופר של מטוס התובלה הגדול. הדרישה

מטר ואורכו 21.9 מטר, לעומת מוטה של 12 מטר ואורך של 17.3 מטר במיג-35. משקל ההמראה האופייני במשימת אוויר-אוויר (עם 4 טילים) הוא 25.3 טון, ומשקל ההמראה המרבי עם חימוש ודלק מלא למשימות אוויר-קרקע מגיע ל-34.5 טון. ביכולתו לשאת מטענים חיצוניים במשקל של עד 8 טון על 12 נקודות תלייה חיצוניות.

אמצעי ההנעה של הסוחוי 35 הם שני מנועים חדשים מדגם 117S, שפותחו על-ידי חברת סאטורן מריבניסק. מנועים אלה מפתחים דחף מרבי של 14.5 טון כל אחד, לעומת 12.5 טון במנוע מדגם AL-31F המותקן בסוחוי 27. המנועים מצוידים בנחירי פליטה מתכווננים להטיית וקטור הדחף בכל הכיוונים – אמצעי המעניק למטוס כושר תמרון מדהים. הסוחוי 35 מיועד לשאת מגוון רחב מאוד של טילי אוויר-אוויר, טילי אוויר-שטח ופצצות מונחות, שחלקן הודגם על אב-טיפוס השני שעמד בתצוגה הסטטית. חימושו יכלול טילי אוויר-אוויר ארוכי-טווח בעלי הנחיית מכ"ם פעילה מהדגמים החדשים ביותר שמפותחים כיום ברוסיה.

החברה הציגה בתערוכה עוד שלושה דגמים ממשפחת הסוחוי 27:

- Su-27SM – דגם חד-מושבי מושב ש של מטוס הקרב המקורי, הנמצא בשירות מבצעי בחיל האוויר הרוסי.

- Su-30MK2 – מטוס קרב דו-מושבי (בתצורת האחד מאחורי השני), רב-משימתי, המיועד לייצוא. זהו דגם משופר של ה-Su-30MK, אשר נמכר לחילות האוויר של אינדונזיה, אלג'יריה, הודו, וייטנאם, ונצואלה, מאלאיה וסין.

- Su-34 – מטוס תקיפה ארוך-טווח, דו-מושבי (הטייס והנווט יושבים זה לצד זה), המיועד להחליף בעתיד את ה-Su-24. מתאפיין בכפונני קנארד קטנים. לתערוכה בז'קובסקי הובאו שני המטוסים הראשונים בסדרת הייצור, המסומנים במספרים 01 ו-02.

מטוסי תובלה של אנטונוב

יצרנית המטוסים האוקראינית אנטונוב הקפידה לשמור על יחסי שיתוף פעולה טובים עם רוסיה אחרי התפרקות ברית-המועצות, כדי לשמור על מעמדה כספקית מובילה של מטוסי תובלה צבאיים ואזרחיים. בתערוכה בז'קובסקי הציגה אנטונוב שמונה ממטוסי התובלה והנוסעים שלה, ביניהם ה-An-124 וה-An-22A הענקיים, אב-טיפוס של ה-

מטוס התובלה הגדול אנטונוב An-22A מסוגל לשאת 60 טון מטען לטווח מרבי של 5,000 ק"מ.





אב-הטיפוס השני של האנטונוב An-70. מטוס התובלה מיועד לשאת 35 טון לטווח מרבי של 3,800 ק"מ.



מסוק התקיפה המודרני Mi-28N (למעלה). הצבא הרוסי עומד להכניס לשירות גם את ה-Ka-52 (למטה).



מסוק התובלה הגדול Mi-26 בשירות צבא רוסיה. מאחוריו נראה מסוק הסער Mi-8MTV-5 הנושא אמצעי חימוש חיצוניים לתקיפה.



בנייתם של שני מטוסים נוספים. בכוונת רוסיה ואוקראינה להזמין מטוסי An-70 לחילות האוויר שלהן. בנוסף, הביעו חברות התעופה הרוסיות להטסת מטענים וולגה-דנפר ופולט עניין ברכישת דגם אזרחי המסומן An-70T. אנטונוב מקווה כי תוכל להתחיל באספקת המטוסים הסדרתיים בשנת 2013.

חברת מסוקים מאוחדת

במקביל לאיחוד הכוחות בתעשיית המטוסים, נעשה צעד דומה בתעשיית המסוקים ברוסיה, כאשר חברות התיכון מיל וקאמוב, חברת קאזאן הליקופטרים ומפעלי ייצור אחרים, אוחדו תחת המטרייה של חברת מסוקים רוסיים (Russian Helicopters). בראש החברה עומד אנדריי שיביטוב, שהציב לפניו כמטרה אסטרטגית להגדיל את נתח השוק של המסוקים הרוסיים בעולם מ-4% כיום ל-15% בשנת 2015. בשנת 2008 יוצרו ברוסיה 169 מסוקים, והשנה מקוויים לייצר 220 מסוקים מדגמים שונים.

המסוקים הבינוניים ממשפחת ה-Mi-8, שמושבים ומשופרים בהתמדה, ממשכים לנחול הצלחה רבה בשוקי העולם. בתערוכה ניתן היה לראות מגוון תת-דגמים צבאיים ואזרחיים ממשפחה זו, ביניהם Mi-8MTV-5 צבאי הנושא אמצעי חימוש חיצוניים לתקיפה. מסוק זה, הממריא במשקל מרבי של 13 טון, יכול לשאת מטען פנימי במשקל 4 טון או מטען חיצוני במשקל 4.5 טון.

כמרכיב הוצג הדגם האזרחי לייצוא ה-Mi-171. חברת מסוקים רוסיים הודיעה בתערוכה על עסקה לאספקת 20 מסוקי תובלה חדשים מסוג Mi-171 לחברת Airfreight Aviation מהאמירויות הערביות המאוחדות במפרץ הפרסי. החברה הערבית, שרכשה בשנים האחרונות 70 מסוקים כאלה עבור לקוחות שונים במזרח התיכון, מפעילה גם מרכז שירות ותחזוקה למסוקים רוסיים בנמל התעופה Sharjah.

מסוקי התקיפה Mi-28N ו-Ka-52 נראו הן בתצוגה הקרקעית והן במפגני הטיסה. בנוסף הוצגו דגמים צבאיים ואזרחיים של מסוק התובלה הגדול Mi-26.

המסוק הקל החדש Ansat הוצג הן בגרסה צבאית לאימוון טייסים והן בגרסה אזרחית להטסת 9 נוסעים, בנוסף לשני הטייסים. ה-



הדגם הצבאי של ה-Ansat מיועד לאימון טייסי מסוקים בצבא רוסיה.



מסוק הסער Ka-60 יועד לשמש תחליף מודרני ל-Mi-8, אך הצבא הרוסי לא ממחר לרכשו.



המסוק הקל Ka-226T מצויד בזוג מנועי טורבינה צרפתיים מדגם טורבומקה אריס 2G2. דגם מוקטן של מטוס הנוסעים העתידי MC-21 בביתן של חברת המטוסים המאוחדת.



Ansaf, שפותח ומיוצר במפעלי קאזאן, מצויד בזוג מנועי טורבינה מדגם פראט אנד ויטני קנדה PW207K. המסוק החדשני מתאפיין במערכת בקרת טיסה דיגיטלית, ובעיות בפיתוח מערכת זו עיכבו את קבלת הרישוי האזרחי במשך תקופה ארוכה. מסוקי Ansaf הוזמנו על-ידי דרום קוריאה לשימושים משטרתיים ולפיקוח על היערות, וקיימת התעניינות ממדינות נוספות במזרח הרחוק.

בתצוגה הסטטית נראה גם אב-הטיפוס השני של הקאמוב Ka-60, שהופיע לראשונה בסכימת צביעה של הצבא הרוסי. זהו מסוק תובלה צבאי בינוני, שיועד לשמש תחליף מודרני ל-Mi-8, אך עד כה לא נמצאו לו לקוחות והוא לא הוכנס לייצור סדרתי. חברת מסוקים רוסיים מעוניינת לפתח דגם אזרחי, שמסומן Ka-62.

המסוק הקל Ka-226T שעמד בתצוגה הסטטית הוא דגם חדש במשפחה זו של מסוקים בעלי רוטורים קו-אקסיאליים, המצויד בזוג מנועי טורבינה צרפתיים מדגם טורבומקה אריס 2G2. הוא מיועד להטסת שישה נוסעים בנוסף לשני הטייסים.

בתוך הביתן של מסוקים רוסיים הוצג מסוק קל מדגם Mi-34 בעל ארבעה מושבים. החברה הודיעה על חידוש הייצור של מסוק זה עם מנוע בוכנה (דגם Mi-34S1), ועל פיתוחו של דגם משופר Mi-34S2 שייקרא Sapsan (בז נודד, באנגלית: Peregrine). המסוק המשופר, שייכנס לייצור בשנת 2011, יצויד במנוע טורבינה צרפתי מדגם טורבומקה אריס 2F.

פיתוח התחום האזרחי

כ-80% מפעילותה של תעשיית המטוסים ברוסיה מופנית בשנים האחרונות לשוק הצבאי, בעוד ייצור המטוסים האזרחיים דעך לכ-20% בלבד. היעד של חברת המטוסים המאוחדת הוא להגדיל בשנים הבאות את הפעילות בתחום האזרחי עד להיקף של כ-50% מהפעילות הכוללת. את המטרה הזאת מקווים להשיג באמצעות תוכנית המטוס הסילוני לטיסות אזרחיות סוחי סופרג'ט (אליו התייחסו בגיליון "ביעף" הקודם בעקבות הצגתו בסלון האווירי בפאריס), ותוכנית חדשה לפיתוח משפחת מטוסי נוסעים לטווחים קצרים ובינוניים MC-21.

הדגם הבסיסי של המטוס החדש, המסומן MC-21-200 מיועד להטיס 150 נוסעים. המשפחה תכלול שני דגמים נוספים בעלי גוף מוארך – MC-21-300 בעל תכולה של 181 מושבים ו-MC-21-400 המיועד ל-212 נוסעים. התצורה הפנימית בתא הנוסעים תכלול שישה מושבים בשורה, עם מעבר רחב מהרגיל ביניהם, כאשר נוסע יוכל לעבור גם כאשר עגלת האוכל נמצאת במעבר. המטוס ישלב את הטכנולוגיות החדישות ביותר, וחלקן ייבנה מחומרים מרוכבים. את הפיתוח מרכזת חברת אייקוט, שהזמינה חברות מערביות להשתתף בתוכנית כקבלניות-משנה בתחומים שונים. על אספקת המנועים מתחרות פראט אנד ויטני ורולס-רויס, שישתפו פעולה עם יצרניות מנועים רוסיות. ה-MC-21 צפוי להיכנס לשירות בשנת 2016 והיהוה תחליף מודרני למטוסי בואינג 737 ואירבאס A320 מתיישנים.

ברוסיה ממשיכים לייצר כיום בקצב נמוך מטוסי נוסעים ומטען סילוניים ממספר סוגים,



מטוס הנוסעים הסילוני לטיסות אזרויות **טופולב Tu-334** טרם הוכנס לייצור סדרתי.



האיליושין **IL-96-400T** הוא דגם להטסת מטענים שהוסב ממטוס הנוסעים רחב-הגוף.



למעלה: מטוס הנוסעים הסילוני לטיסות אזרויות **אנטונוב An-148**.
למטה: מטוס הנוסעים הסילוני צר-הגוף **טופולב Tu-204-300A**.



ובתערוכה ניתן היה לחזות ברובם. אב-הטיפוס השני של ה**טופולב Tu-334** השתתף במפגני הטיסה היומיים בשמי ז'וקובסקי. זהו מטוס לטיסות אזרויות בעל שני מנועי סילון המותקנים בצידי זנבו, אשר מיועד להטיס 102 נוסעים לטווח מרבי של 3,150 ק"מ. אב-הטיפוס הראשון המריא לטיסת בכורה ב-1999 והשני עלה לאוויר ב-2003, אך תחילת הייצור הסדרתי עדיין מתעכבת, כנראה בגלל חוסר בהזמנות.

המטוסים צרי-הגוף לטווחים בינוניים **טופולב 214/204** מיוצרים כיום במספר תת-דגמים להטסת נוסעים ומטענים. לתערוכה הובא ה**Tu-204-300A** בתצורת VIP, היכול לטוס לטווח מרבי של 9,250 ק"מ. כיום נמצא בפיתוח הדגם המשופר **Tu-204SM**, שיצויד במנועים רוסיים חדישים יותר מדגם **PS-90A2**. ויהיה בעל מבנה קל יותר וביצועים עדיפים. המטוס יוכל לשאת 210 נוסעים לטווח מרבי של 4,500 ק"מ. בתערוכה פורסם כי מטוסים מדגם זה (חלקם להטסת מטענים) הוזמנו על-ידי חברות תעופה ברוסיה, איראן, אקוודור וברזיל. דווח גם על שיחות בין שר התחבורה האיראני לראשי חברת המטוסים המאוחדת לגבי ייצור ברישיון של 100 מטוסי **Tu-204SM** באיראן.

ה**איליושין 96** רחב-הגוף מיוצר כיום במספרים קטנים, בעיקר כמטוס מטען. בתערוכה הופיע הדגם **IL-96-400T**, המסוגל לשאת 92 טון מטען לטווח מרבי של 4,800 ק"מ.

כלי-טיס בלתי מאוישים

הצבא הרוסי מפגר אחרי כל הצבאות הגדולים בעולם בתחום השימוש בכטב"מים לתצפית ולאיסוף מודיעין בזמן אמת. המערכת הטקטית היחידה הנמצאת בשימוש צבא רוסי היא **Story-P** מתוצרת **יאקובלב**, שנכנסה לשירות בשנות ה-90. מערכת מיושנת יחסית זו כוללת כטב"מים טקטיים מגושמים למראה מדגם **פצ'לה-1T**, המשוגרים מרכב זחלילי ונוחתים באמצעות מצנח. הכטב"ם, שמשקלו המרבי 138 ק"ג, יכול לפעול ברדיוס של 60 ק"מ ולשהות באוויר שעתים בלבד – ביצועים נחותים מאוד בהשוואה למערכות מודרניות הנמצאות בשימוש כיום.

אחד הלקחים שהפיק הצבא הרוסי מהמלחמה בגיאורגיה באוגוסט 2008 היה הצורך הדחוף להצטייד בכטב"מים מודרניים. בעוד שצבא גיאורגיה השתמש בכטב"מים מדגם **הרמס 450** מתוצרת חברת **אלביט מערכות** הישראלית כדי להתחקות אחרי תנועות הכוחות הרוסיים התוקפים ובעלי בריתם, לרוסים לא היה אמצעי מקביל. חיל האוויר הרוסי הצליח אמנם להפיל את אחד הכטב"מים של גיאורגיה, אבל לא היה בכך כדי לבטל את התועלת הרבה שהפיקו הגיאורגים מהשימוש באמצעי המוטס לתצפית מקוונת.

מכיוון שפיתוח כטב"מים ברוסיה נמצא עדיין בשלבים ניסיוניים בלבד, פנו הרוסים לחפש מקורות אספקה חיצוניים. ב-10 באפריל השנה ציטטו סוכנויות ידיעות ברוסיה הודעה של סגן שר ההגנה הרוסי, הגנרל ולאדימיר פופובקין, על חתימת חוזה עם התעשייה **האווירית לישראל** בהיקף של כ-50 מיליון דולר לרכישת מערכות כטב"מים. לפי הדיווחים בעיתונות הרוסית, מדובר ברכש כטב"מים



הכטב"ם הטקטי סרצ'ר 3 בביתן התצוגה של התעשייה האווירית לישראל. מתחתיו נראה ה-Bird-Eye 400.

בהמראה 95 ק"ג, וביכולתו לשאת מטען תכליתי במשקל 15 ק"ג. מיועד לפעול ברום של עד 4 ק"מ ולשהות באוויר עד 10 שעות ברציפות. החברה הרוסית Lutch השייכת לתאגיד Vega הציגה את מערכת הכטב"מים Tipchak, שעומדת להיכנס בקרוב לשירות מבצעי בצבא רוסיה. המערכת הניידת כוללת קרון שליטה למפעילים, משאית נושאת אנטנה גבוהה, משאית עם ציוד תחזוקה, משאית שעליה משגר פניאומטי ושישה כלי-טיס. מערכת טיפצ'אק ניתנת להפעלה עם כלי-טיס משלושה סוגים שונים.

הכטב"ם הבסיסי שמשומן UAV-05 מתאפיין בתצורה עם זנב הנתמך על שני מנורים. משקלו כ-70 ק"ג וביכולתו לשאת מטעד צילום במשקל 14.5 ק"ג. הוא מיועד

את הדוזור-50 (המסומן גם D-2), שמוכן לאספקה ללקוחות. כטב"ם קטן יחסית זה מתאפיין ביחידת זנב הנתמכת על שני מנורים היוצאים מהכנף – תצורה הדומה לסקאוט/זהבן הישראלי. מוטת כנפיו 4.4 מטר ואורכו 2.6 מטר. משקל ההמראה המרבי 50 ק"ג, וביכולתו לשאת מטעד צילום במשקל של 8 ק"ג. כטב"ם זה מצויד במנוע בוכנה שתי פעימות בעל הספק של 8.5 כ"ס. הוא מיועד לטוס ברום של עד 4 ק"מ ויכול לשהות באוויר עד 6 שעות עם דלק מלא.

כטב"ם ניסיוני אחר שהציגה טראנסאס הוא הדוזור-100, המסומן גם D-5. כלי-טיס זה, הדומה בתצורתו הכללית לדוזור-600 הגדול, הוא בעל מוטת כנף של 5.4 מטר ואורכו 3 מטר. מצויד במנוע בן 19 כ"ס. משקלו המרבי

ישראליים משלושה סוגים: Bird-Eye 400, I-View 150 וסרצ'ר.

בתצוגה של התע"א בתערוכה בז'וקובסקי נכללו המיני-כטב"ם Bird-Eye 400 והכטב"ם הטקטי סרצ'ר 3. למרות שנציגי התע"א בתערוכה סרבו להגיב על עסקת הכטב"מים עם רוסיה, אפשר לראות בעצם הצגת שני הכטב"מים האלה אישור עקיף כי אכן מדובר בדגמים אלה.

הסרצ'ר 3 שהוצג שם לראשונה הוא דגם משופר של הכטב"ם הטקטי הוותיק, שהופעל בחיל האוויר הישראלי מ-1998 עד 2008, ושעדיין מופעל בהצלחה רבה במספר מדינות בעולם. הכטב"ם המשודרג מצויד במנוע בוכנה ארבע פעימות בן 85 כ"ס מתוצרת חברת ג'אבירו האוסטרלית, במקום המנוע הסיבובי (מטיפוס ואנקל) מדגם AR682 מתוצרת חברת UEL הבריטית בעל הספק מרבי של 73 כ"ס, שמונתקן בסרצ'ר 2. מנוע הג'אבירו מתאפיין ברמת רעש נמוכה יותר, והותאם לו מדרף חדש. כמו-כן שולבו בכטב"ם המשודרג מערכות אוויוניקה חדישות יותר ומטעד אלקטרו-אופטי מהדור האחרון מתוצרת מפעל תמ"ם. הסרצ'ר 3 ממרא במשקל מרבי של 436 ק"ג ויכול לשאת מטען תכליתי במשקל של עד 120 ק"ג. ביכולתו לפעול בטווח של 300 ק"מ, לטוס ברום של עד 7 ק"מ ולשהות באוויר עד 20 שעות ברציפות. הוא ממריא ונוחת באופן אוטומטי על מסלול קצר.

מספר חברות רוסיות הציגו בתערוכה כטב"מים בגדלים שונים, הנמצאים בשלבי פיתוח מתקדמים. מרשימה במיוחד הייתה התצוגה של חברת Transas מסנט פטרסבורג, שכללה שלושה כטב"מים שונים ממשפחת Dozor ורכיבים של מערכת שלמה הכוללת עמדת בקרה קרקעית וסימולטורים לאימון המפעילים. הדגם הגדול ביותר הוא הדוזור-600, בעל מוטת כנף של 12 מטר וגוף באורך 7 מטר, שמוגדר ככטב"ם לגובה בינוני ולשהייה ארוכה באוויר (MALE). משקלו המרבי בהמראה 640 ק"ג, וביכולתו לשאת מטען תכליתי במשקל 120 ק"ג ו-220 ק"ג ולשהות באוויר עד 24 שעות ברציפות. הוא מצויד במנוע ארבע פעימות בעל הספק של 115 כ"ס. החברה הציגה את אב-הטיפוס הראשון, שצפוי לטוס לראשונה בסתיו השנה.

חברת טראנסאס כבר השלימה את פיתוח

משפחת הכטב"מים של חברת טראנסאס (מימין לשמאל): דוזור-50, דוזור-100 ודוזור-600 הגדול.





הכטב"ם UAV-08 של חברת לוטץ' על רכב השיגור (למטה). שים לב להתקנה המיוחדת של המדחף (למעלה).



הכטב"ם UAV-07 של לוטץ' בעל תצורת הקנארד על מעוט קרקעי. עמדת הבקרה נמצאת ברכב שלידו.



לפעול ברדיוס של עד 70 ק"מ, לטוס ברום של 200 עד 3,000 מטר, ולשהות באוויר עד שלוש שעות.

בתערוכה הוצג רכב השיגור ועליו כטב"ם גדול מעט יותר מדגם המסומן UAV-08. כלי-טיס זה הוא בעל זנב V ותצורה מיוחדת במינה: המנוע מותקן במרכז הגוף, והמדחף הפונה לאחור מסתובב על צינור הגוף האחורי (ראה תמונה). משקלו המרבי כ-90 ק"ג, עם מטעד במשקל 15 ק"ג. הוא מיועד לפעול ברדיוס גדול יותר של עד 120 ק"מ ולשהות באוויר עד 8 שעות.

הקטן במשפחת הכטב"מים הוא של לוטץ' מסומן UAV-07. כלי-הטיס בעל תצורת הקנארד שוקל כ-35 ק"ג בלבד ויכול לשאת מטעד במשקל של עד 10 ק"ג. הוא מיועד לפעול ברדיוס של 30 עד 50 ק"מ ולשהות באוויר עד 3 שעות. בתערוכה הוא הוצג על משגר קרקעי נייד, עם עמדת בקרה הנמצאת בתוך רכב מסחרי קטן.

יצרנית המטוסים הגדולה אירקוט נכנסת לתחום הכטב"מים באמצעות שיתופי פעולה עם חברות זרות. בין הפרויקטים שמתנהלים בחברה: הסבת מטוס קל ודאון ממונע לכלים בלתי מאוישים, כטב"מים רוטוריים, מיני-כטב"מים ועוד. הופתענו למצוא בדף הפרסומי שחולק על-ידי אירקוט התייחסות להסבת מטוס הדיאמונד DA42 הדו-מנועי לכלי בלתי מאויש – פרויקט שמבוצע על-ידי החברה הישראלית איירונואוטיקס בשיתוף עם חברת דיאמונד האוסטרית (ראה ידיעה במדור החדשות). העובדה שגם החברה הרוסית שותפה בפרויקט זה לא הייתה ידועה עד כה. בתערוכה מצאנו גם כטב"מים רוטוריים קטנים שמפותחים על-ידי חברת Vega שהוזכרה לעיל, ועל-ידי חברה רוסית אחרת MMS Radar מסנט פטרסבורג. כמו-כן הוצגו מיני-ומיקרו-כטב"מים ממשפחת אינספקטור, המפותחים על-ידי חברת Aerocon שפועלת במרכז המחקר ז'יקובסקי, בסמוך לאתר התערוכה.

לא הייתה בתערוכה שום התייחסות לכטב"ם המפציץ Skat שמפותח על-ידי חברת מיג, אשר דגם בקנה מידה מלא שלו נחשף לפני שנתיים. כטב"ם חמקן זה, בעל תצורת כנף מעופפת, דומה ל-X-47B המפותח על-ידי נורת'רופ-גרומן עבור צי ארה"ב.

יוזמות אלה הן תחילתה של חדירה רוסית רצינית לתחום הכטב"מים, שלבטח תלך ותתרחב בשנים הבאות, לאור הדרישה הגוברת למערכות בלתי מאוישות מכל הסוגים.

המיני-כטב"ם אינספקטור 301 של חברת Aerocon.





כלי-טיס נוספים בסלון

ספינת האוויר הרבת-כלתית Au-30 מתוצרת RosAeroSystems יכולה לשאת נוסעים ומטען במשקל של עד 1,500 ק"ג ולשהות באוויר 24 שעות.



מטוס האימון המתקדם Yak-130 ייכנס בקרוב לשירות חיל האוויר הרוסי ויסופק גם לאלג'יריה.



למעלה: המפציץ האסטרטגי Tu-95MS מספר 21 נקרא סאמארה. למטה: המפציץ האסטרטגי הסילוני Tu-160 מספר 10 נושא את השם ניקולאי קוזנצוב.



מערכות הגנה אווירית



רכב הנשיאה והשיגור של טילי הקרקע-אוויר בסוללת S-300PMU2 המרכיבה את מערכת פאבוריט.

המערכות הרוסיות להגנה מפני מטוסים זכו למוניטין רב במשך השנים ונחשבות בין הטובות מסוגן בעולם. החברות הרוסיות העוסקות בתחום זה משכללות את מוצריהן בהתמדה והרחיבו את תחומי הכיסוי שלהן גם נגד טילים בליסטיים, טילי שיוט וכטב"מים. בתערוכת MAKS בז'קובסקי הוצגו מספר מערכות הגנה המיועדות להשמיד אוימים אוויריים בכל תחומי הטווחים. הבולטת והמרשימה מביניהן היא מערכת Favorit מתוצרת חברת Almaz-Antey, המיועדת להתמודד עם אוימים אוויריים בטווחים ארוכים.

מערכת ההגנה הניידת מתבססת על סוללות טילי הקרקע-אוויר S-300PMU2, המסוגלות ליירט מטוסים בטווחים של עד 200 ק"מ. המערכת יעילה גם נגד טילים בליסטיים טקטיים, אותם היא מסוגלת ליירט בטווחים שבין 5 ל-40 ק"מ ובגובה שבין 2 ל-25 ק"מ. הטיל המיירט, מדגם 48N6E2, מאוחסן בתוך זביל אטום לשיגור אנכי. הוא מוזנק מתוך הזביל בשיגור "קר", ומנועו הרקטי מוצת רק לאחר שיצא מהזביל. משקלו 1,835 ק"ג, והוא נושא ראש קרבי נפיץ במשקל 180 ק"ג. רכב השיגור נושא ארבעה זבילים במשקל של 2.6 טון כל אחד, אשר מוזקפים למצב אנכי לפני השיגור.

ניהול הקרב של מערכת פאבוריט מתבצע מקרון שליטה ובקרה הנישא על משאית. רכישת המטרות האווירודינמיות או הבליסטיות והעקיבה אחריהן מתבצעת באמצעות מכ"ם מדגם 64N6E2, הפועל בתחום התדירויות S, אשר נישא על משאית. המכ"ם יכול לגלות עד 300 מטוסים בסריקה אחת מטווח מרבי של כ-300 ק"מ, ולעקוב אחרי עד 100 מטווח. מערכת פאבוריט יכולה לשלוט בשש סוללות S-300PMU2. סוללת הטילים נעזרת במכ"ם

ארוכים עוד יותר. מערכת Triumph, הכוללת מכ"מים משופרים ואלגוריתמים חדשים להנחיית הטילים, מסוגלת ליירט מטוסים בטווח של עד 250 ק"מ וטילים בליסטיים בטווח מרבי של 60 ק"מ. המערכת יכולה לכלול עד 12 רכבי שיגור של סוללות S-400, עם ארבעה משגרי טילים על כל רכב. ביכולתה להעסיק עד 36 מטווח ולהנחות לעברן עד 72 טילי יירוט. הטילים המשופרים מסומנים 48N6E3.

הארה והנחייה מדגם 30N6E2 הנישא על משאית. זהו מכ"ם פולס-דופלר הפועל בתחום התדירויות X. ביכולתו לעקוב אחרי 6 מטווחות בו-זמנית ולהנחות לעברן 12 טילי יירוט. כדי לשפר את ההתמודדות עם מטווחות מנמיכות-טווח, כוללת המערכת גם משאית הנושאת תורן גבוה, שבראשו אנטנת מכ"ם נוספת. חברת Almaz-Antey פיתחה גרסה משופרת של מערכת זו, להתמודדות עם מטווחות בטווחים

מערכת ההגנה האווירית פאבוריט כוללת רכב שיגור הנושא ארבעה טילים, רכב הנושא מכ"ם רכישה ועקיבה, ורכב הנושא מכ"ם הארה והנחייה.





יחידת הירי של מערכת הני"מ BUK-M2E, עם ארבעה טילי קרקע-אוויר מדגם 9M317.

הרוסים מציעים את מערכת פאבוריט לייצוא, אך אינם מוכנים למכור למדינות אחרות את המערכת המשופרת טריומף. כפי שדווח באמצעי התקשורת, מפעילה מדינת ישראל את מירב השפעתה על רוסיה כדי למנוע אספקת מערכות נ"מ מסוכנות ביותר כאלה לאיראן ולסוריה.

בין מערכות הני"מ האחרות שהוצגו בתערוכה נכללה מערכת BUK-M2E, המיועדת להתמודדות עם מטרות בטווחים בינוניים. מרכיבי המערכת הניידת הזאת נישאים על כלי-רכב זחליים וכוללים: מכ"ם עקיבה וציון מטרות, עמדת שליטה, יחידת ירי, מכ"ם הארה והנחייה על תורן מוגבה, ומטעין טילים נוספים. המערכת יכולה לשלוט בשש יחידות ירי.

יחידת הירי נושאת ארבעה טילי קרקע-אוויר מדגם 9M317. אורכו של הטיל 5.55 מטר, קוטר גופו 40 ס"מ, מוטת כנפיו 86 ס"מ ומשקלו 715 ק"ג. מהירותו המרבית 1,200 מטר/שנייה וביכולתו לתמרן בספרות עומס של עד 24g. הטיל מצויד בחיישן מכ"ם חצי פעיל רב-אופני.

מערכת BUK-M2E מיועדת ליירוט מטוסים בטווחים שבין 3 ל-45 ק"מ וברום מרבי של 25 ק"מ. ביכולתה ליירט גם טילים בליסטיים טקטיים בטווח של 20 ק"מ, וטילי שיוט הטסים בגובה 100 מטר מטווח של עד 20 ק"מ. המערכת יכולה להעסיק בו-זמנית עד 24 מטרות.

בתחום מערכות ההגנה לטווחים קצרים הוצגה המערכת החדשה TOR-M2E, המיועדת ליירוט מטוסים, מסוקים וכטב"מים. סוללה אחת כוללת עמדת שליטה, ארבעה רכבי קרב נושאי מכ"ם וטילים, שני רכבי נשיאה/הטענה של מארזי טילים נוספים, ורכב הנושא ציוד תחזוקה ושירות.

רכב הקרב הגלגלי נושא שמונה טילי קרקע-אוויר קטנים יחסית מדגם 9M331, בשני מארזים של ארבעה טילים לשיגור אנכי. אורכו של הטיל 2.9 מטר וקוטרו 23.5 ס"מ. משקלו 168 ק"ג עם ראש קרבי במשקל 14.85 ק"ג. מהירותו המרבית 850 מטר/שנייה.

המכ"ם של TOR-M2E מסוגל לעבד בו-זמנית נתונים של 48 מטרות, ולעקוב אחרי 9 מטרות. הרכב הקרבי יכול להתמודד עם מטרות הטסות ברום של 10 מטר עד 10 ק"מ, בטווחים של 1,000 מטר עד 12 ק"מ. ביכולתה של המערכת להשמיד גם חימוש תקיפה מדויק בעל שטח חתך של יותר מ-0.1 מ"ר ומהירות של עד 700 מטר/שנייה, בגובה של 50 מטר עד 6 ק"מ ובטווחים של 1.5 עד 7 ק"מ.

להגנה בטווחים קצרים יותר מוצעת מערכת Tunguska-M1, הנישאת על רכב זחלי. מערכת זו, המשלבת תותחי נ"מ וטילים קצרי טווח, מיועדת להגן על כוחות צבא מתנייעים ויחידות שריון בשדה הקרב מפני מטוסים מנמיכי-טוס ומסוקים. שני התותחים בקוטר 30 מ"מ יעילים נגד מטרות הטסות ברום של עד 3 ק"מ ובטווח של עד 4 ק"מ. מכ"ם המערכת מסוגל לגלות מטרות מטווח של עד 18 ק"מ, ולעקוב אחרי מטרות בטווח של עד 16 ק"מ. הרכב הזחלי נושא שמונה טילים מדגם 9M311-1M, היעילים נגד מטרות הטסות ברום של 15 עד 3,500 מטר, בטווחים של 2.5 עד 10 ק"מ. משקל הטיל 45 ק"ג והוא נושא ראש קרבי בן 9 ק"ג.



למעלה: רכב הקרב נושא המכ"ם והטילים של מערכת הני"מ TOR-M2E. למטה: מערכת הני"מ קצרת-הטווח Tunguska-M1 משלבת תותחים וטילים על רכב זחלי אחד.



טילי אוויר-אוויר

התעשייה המפותחת יחסית של טילים טקטיים וחימוש מונחה ברוסיה אוחדה עוד בשנת 2002 לפי צו נשיאותי. החברה המאוחדת **טילים טקטיים** מנהלת את 14 החברות העוסקות בתחום זה ברוסיה, כאשר החשובות מביניהן הן **Region**, **Raduga**, **Vypel** ו**Imvel** מתרכזת בעיקר בטילי אוויר-אוויר.

החברה פיתחה הן טילים קצרי-טווח בעלי כושר תמרון גבוה ביותר, והן טילים לטווחים בינוניים וארוכים. התחליף ל-**R-73E** הוותיק בעל ראש הבית התת-אדום הוא טיל מדור חדש המסומן **RVV-MD**, אשר הוצג לראשונה בתערוכה. הטיל, שמצויד בחיישן תת-אדום הפועל בשני תחומי תדירויות, יעיל עד לטווח של 40 ק"מ. אורכו 2.92 מטר ומשקלו 106 ק"ג עם ראש קרבי בן 8 ק"ג.

כמורכב הצגה החברה את ה-**RVV-SD** החדש, שהוא המחליף המודרני לטיל לטווחים בינוניים **R-77** המכונה **RVV-AE**. זהו המקביל הרוסי ל-**AMRAAM** האמריקני, עם ראש בית מכ"מי פעיל. ה-**RVV-AE** מסוגל ליירט מטוסי קרב עוינים בטווחים של עד 50 ק"מ, ומטרות גדולות יותר כמו מפציצים בטווח של עד 80 ק"מ. ב-**RVV-SD** הוגדל הטווח המרבי עד 110 ק"מ. אורכו של הטיל 3.71 מטר ומשקלו 190 ק"ג.

התצוגה בביתן של חברת **הטילים הטקטיים** כללה עוד שני טילי אוויר-אוויר לשיגור מעבר לטווח הראייה. ה-**R-27EP** הוא טיל יחודי שמתבית על קרינת המכ"ם של מטוס האויב – שיטה שלא יושמה בטילי אוויר-אוויר מערביים. אורכו 4.74 מטר, משקלו 346 ק"ג וביכולתו לפעול עד לטווח של 110 ק"מ.

ה-**R-33E** בעל ראש הבית המכ"מי החצי פעיל מתאפיין בטווח של יותר מ-120 ק"מ ונישא על-ידי מטוס היירוט מיג-31 בלבד. אורכו 4.15 מטר ומשקלו 490 ק"ג.

טילי אוויר-קרקע

וימפל מייצרת גם טיל אוויר-קרקע עם הנחיה טלוויזיונית מדגם **Kh-29TE**, בעל טווח מרבי של 20 עד 30 ק"מ. את ראש הבית של הטיל צריך לנעול על המטרה לפני השיגור מהמטוס. אורכו 2.9 מטר ומשקלו 690 ק"ג עם ראש קרבי בן 320 ק"ג.

חברת **ראדוגה** פיתחה משפחה ענפה של טילי אוויר-קרקע. טילי השיוט ממשפחת **Kh-59** מתאפיינים במנוע שיוט סילוני, התלוי מתחת לגוף הגלילי. תת-הדגמים השונים במשפחת טילים זו מצוידים בראשי בית מסוגים שונים – מכ"מי או טלוויזיוני. הדגם החדש **Kh-59MK2** מיועד להשמיד מטרת קרקעיות מוגדרות מראש בטווח של עד 285 ק"מ. הוא טס לעבר מטרתו בגובה של 50 עד 300 מטר מעל פני הקרקע ובמהירות של 900 עד 1,050 ק"מ/ש' בעזרת מערכת ניווט אינרציאלית בשילוב עם ניווט לווייני, ומזהה את המטרה בטכנולוגיה של השוואת פני הקרקע לנתונים שהוזנו לפני השיגור. אורכו 5.7 מטר ומשקלו 900 ק"ג.

ראדוגה מציעה גם את טיל האוויר-קרקע **Kh-58E**, המתבית על הקרינה של מכ"מים קרקעיים. הטיל יעיל עד לטווח של 200 ק"מ כשהוא משוגר מרום של עד 20 ק"מ. אורכו 4.8



טילי האוויר-אוויר החדשים **RVV-MD** (מלפנים) ו-**RVV-SD** (מאחור).



טיל האוויר-אוויר היחודי **R-27EP** מתבית על קרינת המכ"ם של מטוס האויב.



טיל האוויר-קרקע **Kh-29TE** מצויד במערכת הנחיה טלוויזיונית.



למעלה: טיל האוויר-קרקע **Kh-31P**, התלוי כאן בגחונו של הסוחוי **Su-34**, מיועד להשמיד מכ"ם קרקעיים. למטה: טיל השיוט **Kh-59MK2** מוצג כחימוש אפשרי למיג-29. לפניו נראה טיל האוויר-אוויר **R-73E**.



טילים טקטיים



למעלה: טיל האוויר-רקרקע Kh-38ME תלוי בגחוונו של ה-Su-35.
למטה: הטיל ארוך-הטווח נגד ספינות Kh-35UE תלוי גם הוא בגחוונו של ה-Su-35.



מטר, משקלו 650 ק"ג והוא נושא ראש קרבי נפיץ בן 149 ק"ג.
טיל אחר נגד מטרת קרקעיות קורנות הוא ה-Kh-31P, המיועד לפעול בטווחים של עד 110 ק"מ כשהוא משוגר מרום טיסה של עד 15 ק"מ. אורכו 4.7 מטר, משקלו 600 ק"ג והוא נושא ראש קרבי בן 87 ק"ג.

חברת הטילים הטקטיים מציעה את הטיל נגד ספינות Kh-35UE בדגמים לשיגור ממטוסים קבועי-כנף, ממסוקים, מספינות או מהחוף. הדגם לשיגור ממטוסים, שנראה בתערוכה כשהוא תלוי בגחוונו של ה-Su-35, יעיל עד לטווח של 260 ק"מ. אורכו 3.85 מטר, משקלו 550 ק"ג, והוא נושא ראש קרבי נפיץ חודר בן 145 ק"ג. זהו טיל לוחד-גלים בעל ראש ביות מכ"מי פעיל.

טיל האוויר-רקרקע המודולרי Kh-38ME מוצע עם מגוון רחב של ראשי ביות ועם ראשים קרביים מסוגים שונים, בהתאם לאופי המטרת. אמצעי הביות האפשריים הם: לייזר חצי פעיל, מכ"ם פעיל, דימות תרמי או ניווט לווייני. אורכו של הטיל 4.2 מטר, משקלו 520 ק"ג והוא נושא ראש קרבי בן 250 ק"ג.

חברת Region מייצרת מגוון פצצות מונחות. דגמים אופייניים הם KAB-500S-E במשקל 560 ק"ג עם ניווט לווייני, ו-KAB-1500LG במשקל 1,525 ק"ג עם הנחיית לייזר.

מבחר הטילים והפצצות שמוצרים במסגרת החברה המאוחדת טילים טקטיים. בטור הימני: פצצות מונחות מתוצרת Region; בטור השני: טילי אוויר-רקרקע מתוצרת ראדוגה; בטור השלישי: טילי אוויר-אוויר וטיל אוויר-רקרקע מתוצרת יומפל; בטור השמאלי: טילי אוויר-רקרקע מתוצרת החברה האם טילים טקטיים. למטה: Kh-31.

Предприятия разработчики и производители финальных изделий

ОАО Корпорация Тактическое Ракетное Вооружение

X-25MC3 Авиационная управляемая тактическая модульная ракета

ОАО «ГосМКБ «Вымпел» им. И.И. Горюнова»

PВВ-МД Авиационная управляемая ракета класса «воздух-воздух»

ОАО «ГосМКБ «Радуга» им. А.Я. Березняка»

X-58УШКЗ Противорадиолокационная ракета

ОАО Государственное научно-производственное предприятие «Регион»

КАБ-500С-3 Корректируемая авиационная бомба с аппаратурой спутникового наведения и фугасной боевой частью

X-31ПД Авиационная высокоскоростная ракета класса «воздух-РЛС»

PВВ-АЕ Авиационная ракета класса «воздух-воздух»

X-59M23 Ракета

КАБ-500-ОД Корректируемая авиационная бомба

X-353 Тактическая противокорабельная ракета

P-27ЭП Управляемая авиационная ракета класса «воздух-воздух»

X-59MK Ракета повышенной дальности класса «воздух-поверхность»

КАБ-1500ЛГ-ФЭ Корректируемая авиационная бомба с лазерной гироскопизированной фугасной самонаводящейся проникающей боевой частью

X-29TE Ракета повышенной дальности класса «воздух-поверхность»

X-59MK2 Авиационная управляемая ракета



ישראל ממריאה אל על

מאת מרווין ג' גולדמן.
תרגם מאנגלית: נועם הרטוך.
Airways International, U.S.A., 2009
192 עמודים בכריכה קשה.

שמונה עשרה שנה לאחר שפרסם את ספרו הראשון על תולדות חברת אל-על (ראה "ביעף" 72 עמ' 48), הכין מרווין גולדמן מהדורה חדשה של הספר, שהופיעה בארה"ב בחודש פברואר של השנה. המהדורה המורחבת באנגלית מסכמת 60 שנה לפעילות חברת התעופה הלאומית של ישראל, והיא מעודכנת עד אמצע 2008. ביוזמת הנהלת אל-על תורגם הספר לעברית, והמשימה הופקדה בידי האמונות של מיועדנו נועם הרטוך. המהדורה העברית הופיעה לקראת ראש השנה תש"ע, וחולקה כשי לעובדי אל-על. נראה, שאל-על רכשה גם את כל עותקי המהדורה האנגלית, כך שהספר אינו מוצע כרגע למכירה.

בספר החדש הכניס גולדמן שינויים רבים בתמליל המקורי, שהכנתו נסתיימה בשנת 1989, והוסיף שלושה פרקים אחרונים המכסים את התקופה משנת 1990 ועד לאחרונה. מספר התמונות והאיורים גדל פי שניים ויותר, ומסתכם בכ-530. רובם בצבעים, ורק אלה מהתקופות המוקדמות בתולדות החברה מובאים בשחור-לבן. בנוסף לתמונות הרבות,



כולל הספר כרזות פרסומת של אל-על, מעט-פות זיכרון בולאיות ודפי מזכרת, ציורי פרופיל צבעוניים של המטוסים, מפות נתיבים ועוד. גולדמן מתאר בהרחבה את כל ההתפתחויות החשובות בתולדות אל-על במשך 60 שנות קיומה, בכל הקשור לרכש מטוסים והפעלתם, פתיחת קווים חדשים, וצעדים ארגוניים

וניהוליים. דגש מיוחד מושם על המבצעים המיוחדים שעשתה החברה, במיוחד להעלאת עולים ממדינות שונות, כגון "מרבד הקסמים" בשנת 1949, "עזרא ונחמיה" בשנים 51-1950, מבצע אייכמן ב-1960, הטסת מאות אלפי העולים מברית-המועצות בשנות ה-90, ומבצע "שלמה" ב-1991. בפרקים האחרונים מתאר המחבר את תהליכי ההפרטה והשלכותיהם. הנספח הראשון בסוף הספר מפרט תאריכים משמעותיים בתולדות החברה. הנספח השני מביא נתונים סטטיסטיים נבחרים. מעניין במיוחד הוא הנספח השלישי, המתעד את כל המטוסים שהופעלו ומופעלים בשירות אל-על, עם זיהוי פרטני ותמונה של כל אחד מהמטוסים.

מרווין גולדמן עשה כאן עבודה מעולה בפרסום ההיסטוריה המאוירת של אל-על, אך מי שמכיר אותו לא מתפלא. זה כ-25 שנים שהוא מטפח באהבה ובמסירות את תחביבו לחקר ההיסטוריה של אל-על. פעילותו זו הניבה מוזיאון ארכיוני בביתו, ובו אלפי צילומים, דו"חות, פריטי פרסום, דגמים ומזכרות הקשורים לאל-על. וכפי שכתבנו בסקירת המהדורה הראשונה: "רק חובב תעופה 'משוגע לדבר', המתמיד במשך שנים במחקר יסודי ובאיסוף בלתי-נלאה של מידע וצילומים, היה מסוגל להוציא מתחת ידיו ספר מפואר ומקיף כזה על תולדות חברת התעופה הלאומית של ישראל".

טייס קרב / מכתב לבן ערובה

מאת אנטואן דה סנט-אקזופרי.
תרגם מצרפתית: גדעון טיקוצקי.
ספרית פועלים, 2009.
198 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 82 ש"ח.

הטייס הצרפתי אנטואן דה סנט-אקזופרי היה לא רק גיבור מלחמה בתקופת מלחמת העולם השנייה, אלא גם סופר מוערך. גם כיום, 65 שנה לאחר מותו, ממשיכים להוציא לאור בצרפת מהדורות חדשות של ספריו, וכל כתביו עדיין ניתנים לקנייה בחנויות שם. סנט-אקזופרי התגייס לשירות מילואים פעיל בחיל האוויר הצרפתי עם פרוץ מלחמת העולם השנייה, ולמרות גילו הגבוה (היה אז בן קרוב ל-40) התנדב למשימות מבצעיות רבות. בספרו **טייס קרב** הוא מתאר טיסת סיור מעל העיר Arras ב-23 במאי 1940, שארכה שעה וארבעים דקות, ונסתיימה בשלום רק במזל. טיסת הסיור נועדה לעקוב אחרי התקדמות הגייסות הגרמניים, שזה 12 יום שטפו את צרפת מצפון דרך הולנד. מטוסי הסיור הצרפתיים הותקפו על-ידי מטוסי קרב גרמניים, חלקם הופלו ואחרים הצליחו לחזור לבסיסים עם גפיעות ניכרות.

סיפורו זה של סנט-אקזופרי עורר בזמנו עניין רב וזכה לביקורות מחמיאות בעולם, כיוון שעסק בנושא כאוב מאוד לצרפתים: תבוסתו של הצבא הצרפתי בפני הנאצים, שהביאה למפולת של צרפת ופתחה תקופה חדשה של פילוג פנים-צרפתי בין משתפי הפעולה עם הנאצים ללוחמי ה"רזיסטאנס". אולם הסיפור התעופתי בספר הוא רק מעין



מסגרת לתמונה. כמו בספריו האחרים, מרחיב סנט-אקזופרי את היריעה הרבה מעבר לסיפורי הטיסה ודן בנושאים חשובים ברומנו של עולם, כגון ההתנהלות השלטונית הפגומה, הומאניות, רוחניות וחברות.

כפי שמסביר מתרגם הספר, גדעון טיקוצקי, באחרית הדבר שלו: "מאה הדקות של הטיסה לאראס משמשות את סנט-אקזופרי לנתח באזמל דק את הרעה החולה שפקדה את ארצו:

פרקי הספר הם כרוניקה של צבא ומדינה בהתמוטטות, של חיי היומיום בארץ שסדרה השתבשו כליל. סנט-אקזופרי מנסה לעמוד על הסיבות שהביאו למפלה, ומציע הסברים שונים. חלקם, בעיקר אלה במישור המעשי, מלווים מאז את השיח ההיסטוריוגרפי בנושא: למשל, התייעוש המפותח של גרמניה לעומת אופייה החקלאי של צרפת; או יתרונה של גרמניה על צרפת במספר האוכלוסין – וכפועל יוצא מכך, בגודלם של כוח הייצור ומשק העבודה. אלא שההסברים שלו פונים ברובם דווקא אל המישור הרוחני. היצירה כולה היא חשבון נפש נוקב על אופייה של החברה הצרפתית בשנים שקדמו למלחמה, על העמידה מן הצד ועל הפלגות ששררה בה; אך זו גם הכאה על חטא הסטייה מן המסורת ההומניסטית, כפי שסנט-אקזופרי תופש אותה, שהובילה, לשיטתו, להיחלשות הדמוקרטיה ולעלייתן של התורות הטוטאליטריות בכלל, והפאשיזם בפרט".

לספר מצורף גם תרגום של חיבורו הקצר של סנט-אקזופרי **מכתב לבן-ערובה**, המופנה אל לאון ורת, חברו היהודי של המחבר, שנאלץ לברוח ולהסתתר מאימת הכובש הנאצי. בשני החיבורים מתייחס סנט-אקזופרי בחיבה רבה לידידו היהודים, ומגנה בתקיפות את האנטישמיות. זוהי אולי סיבה נוספת, שספריו של סנט-אקזופרי זוכים להתעניינות גם בישראל.

הערות על התרגום:

הספר Pilote de guerre תורגם לעברית כבר בשנת 1950 ויצא גם אז לאור בהוצאת **ספרית פועלים** (נמצאת בידינו מהדורה מקורית

המלחמה". טיקוצקי העדיף את השם האטר-קטיבי יותר: "טייס קרב". אבל סנט-אקזופרי לא היה טייס קרב (pilote de chasse) במובן המקובל על כולם, אלא שכטייס תובלה אזרחי הוצב להטיס מטוסי סיור וצילום בתחילת המלחמה.

תמונת השער של המהדורה העברית החדשה אינה מתאימה אף היא לספר, שכן היא מראה טייסי קרב של ממש מתקופת מלחמת העולם השנייה, ואין לה שום קשר לפעילותו האמיתית של סנט-אקזופרי. במהדורות הצרפתיות הקפידו על כך יותר.

מטוסו של סנט-אקזופרי:

בספר המקורי לא מצוין כלל איזה מטוס בדיוק הטיס סנט-אקזופרי במשימה מעל אראס. מסופר רק על מטוס תלת-מושבי, המאוויש על-ידי טייס-מפקד, נווט המפעיל גם את ציוד הצילום, ומקלען אחורי שתפקידו לנסות להגן על המטוס מתקיפה מסכנת של מטוסי קרב עוינים.

מתיאורים ביוגרפיים על חייו של סנט-אקזופרי ידוע בדיוק איזה מטוס הוא הטיס באותה תקופה. מדובר במטוס סיור וצילום חדש לחלוטין מדגם **בלוך 174**, שנכנס לשירות חיל האוויר הצרפתי רק שבועות ספורים קודם לכן. היה זה תחליף משופר למטוס המיושן והנחות יותר **פוטז 637**, שהפעילה טייסת הסיור והצילום II/33 בה שירת סנט-אקזופרי מאז תחילת המלחמה.



למעלה: מטוס הסיור והצילום **בלוך 174**. למטה: אנטואן דה סנט-אקזופרי כטייס במלחמה (מעטיפת אחד מספריו בצרפתית).



מונחי התעופה, בעוד גדעון טיקוצקי טעה בהם. במיוחד צורם לי תרגום שם הספר. גליקשטיין תרגם מילולית ונכון: "טייס

מאותה תקופה, המאגדת בכרך אחד תרגומים לעברית של שלושה מספריו של אנטואן דה סנט-אקזופרי: **טייס המלחמה**, **טיסת לילה וארצו של אדם**. המתרגם דאז, חיים גליקשטיין, לא עשה עבודה מושלמת. הוא לא רק קיצר כמה פרקים בהחלטה תמוהה שלו, אלא גם לא דייק בתרגומו. הסיבה איננה נעוצה רק באוצר המילים המוגבל של העברית באותה תקופה, אלא במגבלותיו של המתרגם עצמו. במיוחד צורם תרגומו של גליקשטיין בכל הקשור למונחים תעופתיים. ראוי להדגיש, שבאותה עת, לאחר הקמת חיל האוויר הישראלי, חודשו כבר מונחים עבריים רבים לביטויים תעופתיים, אבל גליקשטיין לא טרח לחפש את התרגומים הנכונים ולא התייעץ עם אנשי תעופה.

כדובר צרפתית, השווייתי בין המקור הצרפתי לבין התרגומים לעברית, ונוכחתי לדעת עד כמה מנוחכים רוב התרגומים לעברית של מונחי התעופה בעבודתו של גליקשטיין. הייתה בהחלט הצדקה לתרגום חדש בעברית, הן כדי להגיש לקורא בישראל את ספרו החשוב של סנט-אקזופרי בעברית עכשווית מובנת, ולא בלשון ארכאית, והן כדי לדייק במונחי התעופה. גדעון טיקוצקי מבהיר באחרית הדבר שלו, כי הוא נעזר בידו הטייס האזרחי אילן ורשאי בתרגום מונחי התעופה בספר. ואכן, התוצאה היא בהחלט סבירה. עם זאת, דיוק התרגום אינו מושלם – מצאתי מקומות ספורים בספר שדווקא חיים גליקשטיין ידע לתרגם נכון את



World Directory of Leisure Aviation 2009/2010
Published by Flying Pages Europe
250 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 5.99 ליש"ט.

שינוי מהותי הוכנס במהדורה החדשה של המדריך העולמי לתעופת פנאי, כדי לצמצם את היקפו ההולך וגדל משנה לשנה (ראה סקירה קודמת ב"ביעף" e106). רוב כלי-הטיס בעלי כנף רכה (גלשני אוויר ומצנחי רחיפה למיניהם) הוצאו מן המדריך הזה, ונכללים במדריך חדש הנקרא: **World Directory of Free Flight**.

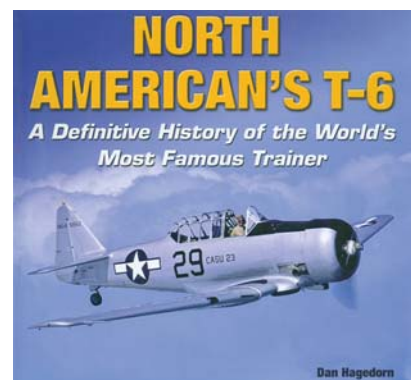
הגדורן כותב בהרחבה על תולדות פיתוחו של המטוס, מאז טיסת הבכורה ב-1 באפריל 1935 והזכייה במכרז של חיל האוויר של צבא ארה"ב. הוא מתאר בפירוט כל תת-דגם שיוצר במשך השנים בליווי שפע תמונות, שרטוטים ואיורים. מקום מרכזי מוקדש בספר לתייעוד תרומתו החשובה של המטוס לאימון טייסים בתקופת מלחמת העולם השנייה. לאחר המלחמה פותח הדגם המשופר **T-6G**, שזכה לתפוצה נרחבת ברחבי העולם והופעל במשך שנים רבות בעשרות חילות אוויר.

את הפרק העשירי בספר מקדיש המחבר להפעלתו של **הטקסן/הרווארד** בחילות אוויר מחוץ לארה"ב. מוזכרת כאן כל מדינה שהפעילה את המטוס בתקופה כלשהי, כולל כמובן ישראל.

הגדורן מציין כי חיל האוויר הישראלי הפעיל +92 מטוסים בין השנים 1946 עד 1963 – ביניהם דגמי **AT-6A (1)**, **T-6D (+52)** ו**הרווארד II B (+8)** – ומביא תמונה של **הרווארד 1105** מתקופת מלחמת העצמאות. פרטים אלה אינם לגמרי מדויקים.

כפי שפרסמנו בכתבה המקיפה על מטוסי **הטקסן/הרווארד** בחיל האוויר הישראלי ב"ביעף" 70 (עמ' 41-47), המטוסים הראשונים נכנסו לשירות בנובמבר 1948 והאחרונים הוצאו משירות במאוס 1963. בבית הספר לטיסה הם הופעלו מ-1949 עד 1962. ידוע לנו בוודאות על רכישתם והפעלתם של לפחות 83 מטוסים, אך ייתכן שהיו קצת יותר.

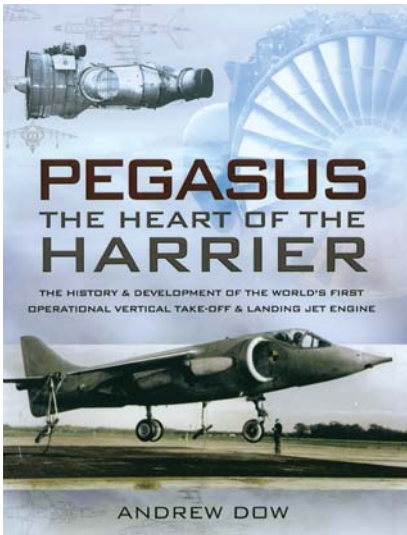
הגדורן עשה עבודה ראויה לציון בתייעוד ההיסטוריה של ה**T-6**. מבחר התמונות בספר (חלקן בצבעים) עשיר ביותר, ותוספת השרטוט-ים והאיורים מעשירה מאוד את התיאורים.



North American's T-6
By Dan Hagedorn
Specialty Press, U.S.A., 2009
228 עמודים. המחיר: 32.95 דולר.

ה**T-6 טקסן/הרווארד** (או **AT-6** בסימונו המקורי) מתוצרת חברת נורת' אמריקן נחשב למטוס האימון הבסיסי המפורסם ביותר בעולם. קרוב ל-20,000 מטוסי **T-6** מתת-דגמים שונים יוצרו משנת 1935 עד 1952, ואלה שירתו בארה"ב וב-83 מדינות נוספות ברחבי העולם.

בשנים עברו פורסמו כבר מספר ספרים על ה**T-6**, האחרון מביניהם של פיטר סמית' בהוצאת Crowood הבריטית בשנת 2000. אבל אף אחד מהספרים האלה לא הקיף כראוי את סיפורו המלא של המטוס המפורסם. ספרו החדש של דן הגדורן יכול בהחלט להיחשב להיסטוריה המוחלטת של ה**T-6**.



פגאסוס מתת-דגמים שונים, כאשר ההבדלים בין המנועים הראשונים לדגם האחרון ניכרים בכל המאפיינים – הדחף המרבי, היחס בין הדחף למשקל, תצרוכת הדלק הסגולית והאמינות.

אנדרו דו עבד בחברת **בריסטול סידלי** משנת 1962, ובין השנים 1975 עד 1991 שימש כמנהל המסחרי של תוכנית **הפגאסוס**. היכרותו האישית עם הדמויות הפועלות נתנה לו גישה חופשית לארכיונים של החברה ואפשרות לראיין את העוסקים במלאכה. ואכן, הוא מכסה את הנושא בפירוט יוצא דופן מכל היבטיו – יש שיטענו יותר מדי לעומק.

פרקי הספר עוסקים בשלבי הפיתוח, בתיאור מפורט של המנוע ותת-מרכותיו והשיפורים המתמידים שהוכנסו בו, בניסויים, ובהכנסה לשירות חיל האוויר המלכותי הבריטי וחיל הנחתים האמריקני. אחד הפרקים נוגע גם בפעילות המבצעית של מטוסי **ההרייר**. המחבר מדגיש לאורך הספר את תרומתם של האישים הבולטים בצוות התיכון והפיתוח, ומביא את תמונותיהם.

כל התמונות בספר הן בשחור-לבן, אבל ההדפסה כה כהה, שאי אפשר להבחין בפרטים. כמו-כן נכללים שרטוטים ואיורים רבים, ואפילו כמה קריקטורות נחמדות.

אלה שעסקו במלאכה במשך השנים הרבות בוודאי מרוצים מן התיקוד המפורט שמנציח את פועלם. הקורא הרגיל יתקשה לעכל את עודף המידע המוגש כאן.

הוא מכיר מקרוב את קשיי הנחיתה על סיפון נושאות המטוסים ביום ובלילה, וההמראה מהן. לאחר פרישתו, החל לעסוק בחקר ההיסטוריה של התעופה הימית.

הובס מתאר את התפתחות נושאות המטוסים מנקודת מבט בריטית, בהדגישו שהבריטים הם שיזמו את ההמצאות הבולטות בתחום זה, אם כי האמריקנים שיכללו את ההמצאות הבריטיות לרמה הרבה יותר מפותחת. בפרק אחרי פרק הוא חושף את ההתפתחויות מאז מלחמת העולם הראשונה, בשנים שבין מלחמות העולם, ובמיוחד בתקופת מלחמת העולם השנייה. בעוד שהבריטים נאלצו להסתפק בנושאות מטוסים קטנות יחסית וחיפשו דרכים מקוריות לאפשר את הפעלתם של מטוסי קרב מתקדמים, הרשו לעצמם האמריקנים לבנות נושאות מטוסים גדולות יותר ויותר.

הדגש איננו על תיאור כל נושאות המטוסים שנבנו במשך השנים, אלא על הטכנולוגיות ועל הייחודיות של מספר דגמים בולטים.

לקראת סוף הספר מקדיש המחבר פרק לתפעול מסוקים מהים, ובפרק שלאחריו הוא מתרכז בתפעול מטוסי **ההרייר** בעלי כושר המראה ונחיתה אנכית. בפרק הבא, שכותרתו "מה יכול היה להיות", הוא מקונן על ביטול התוכנית לבניית נושאת המטוסים הגדולה **קווין אליזבת** באמצע שנות ה-60.

בפרק הסיכום מתייחס המחבר לשימוש הצפוי בטכניקות המראה ונחיתה אוטומטית על סיפון נושאות המטוסים, שיאפשרו תפעול מבצעי של כטב"מים גדולים. הוא מביע תקווה כי תוגשם התוכנית הבריטית לבנייתן של שתי נושאות מטוסים גדולות בעשור הבא (**קווין אליזבת ופרינס אוף וויילס**), שמהן יופעלו מטוסי ה-**F-35B** החדשים. נושאות מטוסים אלה ייתנו לצי הבריטי הזדמנות למלא תפקיד חשוב בקידום התעופה הימית במאה השנייה, הוא מאמין.

הספר הוצא בפורט גדול ומכיל תמונות בשחור-לבן בלבד. יש בו גם שרטוטים ואיורים של ספינות, מערכות ושיטות הנחתה על הסיפון.

Pegasus: The Heart of the Harrier

By Andrew Dow

Pen & Sword Aviation, U.K., 2009

544 עמודים. המחיר: 35 לירות שטרלינג.

המנוע הסילוני **פגאסוס** בעל היכולת להטות את סילוני הפליטה כלפי מטה, שפיתוחו החל בחברת **בריסטול** (שהפכה מאוחר יותר לחלק מ**מרולס-רויס**) באמצע שנות ה-50, הביא למהפכה בתעופה. פיתוח חדשני זה אפשר את יישום רעיון ההמראה והנחיתה האנכית במטוס קרב מהיר, והעניק לחילות ים ולכוחות נחתים כלי אווירי יעיל שתומך בלחימתם.

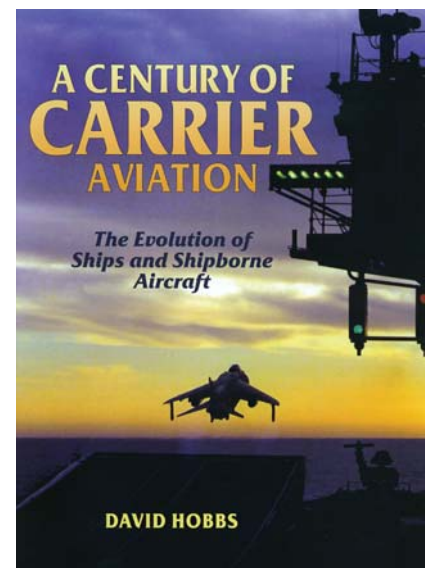
על מטוס **ההרייר** נכתבו ספרים רבים, שמפארים את מפתחיו ומתארים את הישגיו. ספרו החדש של אנדרו דו אינו אחד מאלה. הוא מקדיש את מאות עמודי ספרו לתיאור מפורט ביותר של תולדות פיתוח אמצעי ההנעה שאפשר את הולדתו של **ההרייר**, ויורד לעומק מאפייניו של המנוע המהפכני והשיפורים הניכרים שהוכנסו בו במהלך השנים. משנת 1959 עד 2005 יוצרו 1,347 מנועי

המדריך החדש לתעופת פנאי מקיף יותר מ-1,000 כלי-טיס בקבוצות הבאות: מטוסים זעירים ומטוסי ספורט קלים, מטוסים לבנייה עצמית, דאוניס לסוגיהם, מטוסים קלים בעלי רישוי, ג'ירוקופטרים ומסוקים, וטריקים. המידע הניתן על כל כלי-טיס אמנם מצומצם למדי, אבל המדריך מציין את כתובת אתר האינטרנט של כל אחד מהיצרנים, שם אפשר למצוא את כל הפרטים הדרושים. מצוינות גם כתובת דוא"ל לפנייה אל כל יצרן.

בנוסף לכלי-הטיס עצמם מביא המדריך מידע על משוור לתא הטייס, על מנועים, ועל ספקי ציוד.

את שני המדריכים החדשים ניתן מעתה לרכוש בחנות הבריטית המקוונת:

<http://shop.keypublishing.com/>



A Century of Carrier Aviation

By David Hobbs

Seaforth Publishing (Pen & Sword Books), U.K., 2009

304 עמודים. המחיר: 40 לירות שטרלינג.

חילות ים מובילים בעולם החלו להתעניין באפשרויות השימוש במטוסים שיופעלו מסיפון ספינות שנים ספורות בלבד לאחר הטיסות הממונעות הראשונות בארה"ב ובאירופה בתחילת המאה הקודמת. ההמראה הראשונה של מטוס מסיפון ספינה נזקפת לזכותו של הטייס האמריקני יוג'ין אילי, שהמריא ב-14 בנובמבר 1910 מסיפון הספינה **בירמינגהם** של צי ארה"ב במטוס דו-כנפי מסוג **קרטיס דגם D** עם מנוע בן 50 כ"ס. ב-18 בינואר 1911 הדגים אותו טייס נחיתה מוצלחת על סיפון הספינה **פנסילבניה**, ולאחר מכן המריא ממנה חזרה. אבל היו אלה דוקא הבריטים, שקידמו בשנים הבאות את פיתוח נושאות המטוסים יותר מהאמריקנים.

דיוויד הובס מתאר בספרו את התפתחות נושאות המטוסים והתעופה הימית במאה השנים הראשונות. כשמאחריו 33 שנות שירות כטייס מטוסים ומסוקים בצי המלכותי הבריטי,

רכישת חוברות "ביעף" קודמות
 נותרו בידינו עדיין עותקים ספורים של החוברות הקודמות הבאות, אותן ניתן לרכוש במחיר צנוע:
 2, 3, 5, 20, 33, 34, 35, 37, 38, 41, 44, ומ-46 (פרט ל-51) עד 98.
 כמו-כן ניתן לרכוש את כל גיליונות המהדורה האלקטרונית: e109 - e101.
 פנה אל: biaf@aerospace.org.il