# בטעף

## תעופה וחלל

e133

מהדורה אלקטרונית

- MAKS 2015 - הסלון האווירי ברוסיה
- מוזיאון חיל האוויר הרוסי במונינו
- מוזיאון הכוחות הצבאיים של הפדרציה הרוסית במוסקבה
- מגדל פיקוח חדש נכנס לפעולה בנתב"ג
- חדשות התעופה בישראל

ביעף
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e133
תשרי תשע"ו — ספטמבר 2015

בחסות
**האגודה למדעי התעופה והחלל בישראל**
www.aerospace.org.il

**ביעף** נוסד בשנת 1972.

מו"ל ועורך אחראי: **יהודה בורוביק**

עורכי משנה: **מאיר פדר**
**ד"ר נעם הרטוך**

**דוא"ל:** biaf@aerospace.org.il

**מחיר המינוי:** 117 ש"ח לשנה.

© כל הזכויות שמורות ל"ביעף".

מהדורה אלקטרונית זו מיועדת לשימושו 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 © 2015 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.

# התוכן

## חדשות ביעף:

**אל-על** תצטייד במטוסי **בואינג 787 דרימליינר** . . . . . 3
שישה מסוקים חדשים למשטרת ישראל . . . . . 3
מבחר כטב"מים הוצגו בכנס הכלים הבלתי מאוישים של i-HLS . . . . . 4
שלושה מטוסי **ראפאל** ראשונים סופקו למצרים . . . . . 6
ירדן קיבלה מסוקי **קוברה** מישראל . . . . . 6
מגדל הפיקוח החדש בנתב"ג נכנס לפעולה . . . . . 7

## תערוכות בעולם:

הסלון האווירי ברוסיה — MAKS 2015 . . . . . 9

## מוזיאונים לתעופה בעולם:

מוזיאון חיל האוויר הרוסי במונינו . . . . . 23
המוזיאון המרכזי של הכוחות הצבאיים של הפדרציה הרוסית . . . . . 29

**בשער:** מטוס הקרב החמקן מהדור החמישי **סוחוי T-50**.

# דבר העורך

הנשיא הרוסי הנמרץ ולאדימיר פוטין פועל בשנים האחרונות בנחרצות להעצים את כוחה הצבאי של מדינתו כדי להחזירה למעמד של מעצמה עולמית כפי שהייתה בתקופה הסובייטית. את העוצמה הצבאית מפגין פוטין לא רק במצעדים מרשימים בכיכר האדומה, אלא גם בפועל לקידום האינטרסים הרוסיים — כפי שהוכיח בסיפוח חצי האי קרים, בסיוע לבדלנים הפרו-רוסים במזרח אוקראינה, ולאחרונה בביסוס המאחז הרוסי בסוריה ובסיוע צבאי לנשיא בשאר אל-אסד.

כדי להתרשם מקרוב מההתעצמות הנוכחית בתחום האווירי ומהתקדמות תעשיית המטוסים הרוסית, יצאתי בסוף אוגוסט לביקור שני בחלון הראווה של התעשייה האווירונאוטית במעצמה המזרח-אירופית — הסלון הבינלאומי לתעופה וחלל MAKS. תיארתי לעצמי, כי שש שנים לאחר ביקורי הקודם בסלון האווירי הרוסי יהיו מספיק חידושים שיזינו כתבה עשירה ומרתקת לקוראים המקצועיים של "ביעף".

התערוכה בז'וקובסקי, במרחק נסיעה של כשעה וחצי ממוסקבה, נערכה הפעם בצל העיצומים הכלכליים שהטילו מדינות המערב על רוסיה בעקבות העימות באוקראינה. העיצומים גרמו לפיחות גדול מאוד בערך הרובל הרוסי יחסית לדולר האמריקני ולאירו האירופי, כך שהיבוא לרוסיה התייקר ביותר מ-50%. עבור התיירים, לעומת זאת, ביקור ברוסיה הפך לזול מאוד. השפעת העיצומים הכלכליים ופיחות המטבע המקומי ניכרת יותר מכל בתעופה המסחרית והעסקית ברוסיה. תנועת הנוסעים הבינלאומית פחתה, חברות תעופה רוסיות נקלעו לקשיים ואחדות אפילו פשטו את הרגל, והזמנת מטוסי נוסעים חדשים כמעט נפסקה לחלוטין.

בתערוכה, השפעת הסכסוך עם אוקראינה והעיצומים הכלכליים ניכרו במיוחד באופי הבינלאומי של הסלון. אחת המציגות החשובות בתערוכות הקודמות, חברת **אנטונוב** האוקראינית, נעדרה כליל ומטוסי התובלה הגדולים שלה לא נראו בשדה. השתתפות חברות מערביות הייתה צנועה ביותר, כאשר החריג היחיד היה ה-**A350** של **איירבאס** מנסה למכור לחברות תעופה רוסיות.

החגיגה האמיתית בסלון הייתה בתחום התעופה הצבאית. מטוסי קרב שראיתי בפעם הקודמת כאבות-טיפוס או מקדם סדרת הייצור הוצגו הפעם בגרסתם הסדרתית, לאחר שנכנסו לשירות מבצעי בחיל האוויר הרוסי. למרות הקשיים הכלכליים ברוסיה בגלל הקיטון בהכנסות מנפט וגז טבעי והשפעת העיצומים, ממשיכה הממשלה לקדם ולממן את תוכנית ההתעצמות של חיל האוויר הרוסי. לפי התוכנית שאושרה בשנת 2011, יתוגבר החיל בכ-2,000 מטוסים ומסוקים במהלך העשור הנוכחי, הן מרכש חדש והן מהשבחה של כלים קיימים. ההתעצמות מתבטאת בכל התחומים — מפציצים אסטרטגיים, מפציצים טקטיים, מטוסי יירוט, מטוסי קרב רב-משימתיים, מסוקי קרב וסער, מטוסי תובלה ומטוסי אימון. רוב הסד"כ שנותר מהעידן הסובייטי יוחלף או יושבח. בחוד החנית יוצבו מטוסי הקרב החמקנים מהדור החמישי שמיוצגים על-ידי **הסוחוי T-50**, שפיתוחו מתקדם כנראה בהתאם לתוכנית, כפי שניתן להתרשם.

**יהודה בורוביק**

בואינג 787-9 דרימליינר

# אל־על תצטייד במטוסי בואינג 787 דרימליינר

מנכ"ל **אל־על**, דוד מימון, הודיע ב־5 באוגוסט על תוכנית ההצטיידות הגדולה ביותר בתולדות החברה, שתכלול רכישה וחכירה של 15 מטוסי **דרימליינר** חדשים מדגמי **787-8** ו־**787-9**, ועוד אופציות לרכישת 13 מטוסים נוספים.

מטוסי ה־**787-9** יחליפו בהדרגה את צי מטוסי ה־**747-400**, ומטוסי ה־**787-8** יחליפו את המטוסים הקיימים מדגם **767-300ER**. הם מיועדים לטוס ליעדים בטווח הבינוני והארוך, דוגמת ניו־יורק, בוסטון, טורונטו, בנגקוק, בייג'ין, מומבאי, דרום אפריקה ועוד. מועדי המסירה המתוכננים של המטוסים החדשים הנם בין השנים 2017 עד 2020.

ב־10 בספטמבר חתמה **אל־על** על מזכר הבנות עם **בואינג** לרכישת המטוסים. התמהיל הסופי בין רכישה מ**בואינג** לבין חכירה מחברות להחכרת מטוסים צפוי להיקבע לקראת חתימת ההסכמים לרכישה וחכירה של המטוסים. על פי מזכר ההבנות, הוענקו ל**אל־על** אופציות לרכישת 13 מטוסים נוספים מדגם **בואינג 787-10** וזכויות המרה לדגמים שונים של מטוסי **787**. מזכר ההבנות קובע כי הסכם הרכישה עם **בואינג** ייחתם עד ל־30 באוקטובר 2015, או מועד אחר שיוסכם בין הצדדים.

"מהלך זה צפוי להוות קפיצת מדרגה משמעותית באופטימיזציה של רשת הנתיבים, בשירות לנוסעים ובחוויית הטיסה", אמר דוד מימון.

ב**אל־על** מדגישים, כי מטוסי ה־**787** הם מהחדישים והמתקדמים בעולם, בעלי יתרונות תפעוליים רבים ונחשבים ליעילים וחסכוניים בצריכת דלק, בניצולת ובעלויות האחזקה. בהשוואה לעלויות סבב בנתיב לניו־יורק, לדוגמה, ה־**787-8** מציע עלות למושב הנמוכה בכ־20% יחסית ל־**767-300ER**. חיסכון דומה יושג על־ידי ה־**787-9** בהשוואה ל־**747-400**.

לפי החזון של **אל־על**, שהציג המנכ"ל דוד מימון בכנס שוק ההון ב־9 בספטמבר, החברה שואפת להגיע לשלושה ציי מטוסים בשנת 2020, לעומת 10 ציי מטוסים שהיו לחברה ב־2006. מפת ההצטיידות ארוכת־הטווח שהציג המנכ"ל בכנס כוללת את הצעדים הבאים:

- קליטת מטוס **767-300ER** נוסף ושלושה מטוסי **737-900** בשנים 2015–17.
- קליטת שמונה מטוסי **787-9** בשנים 2017–19 להחלפת צי מטוסי ה־**747-400**.
- קליטת שבעה מטוסי **787-8** בשנים 2019–20 להחלפת צי ה־**767-300ER**.
- בין השנים 2020–24 יחלפו גם שש מטוסי ה־**777-200**.

המנכ"ל הדגיש, כי החברה מייצרת מזומנים התומכים בהחזר חוב קיים ועתידי על רכש המטוסים. עסקת ההצטיידות עשויה להניב לחברה תזרים מזומנים אף גבוה מהקיים בשל החיסכון הצפוי בהוצאות התפעול ויעילות מטוסי ה**דרימליינר**.

# שישה מסוקים חדשים למשטרת ישראל

מסוק **יורוקופטר** (כיום **איירבאס הליקופטרים**) **EC145** של משטרת סאפולק במדינת ניו־יורק בארה"ב.

**אלביט מערכות** הודיעה ב־27 באוגוסט כי זכתה בחוזה של המשרד לביטחון הפנים ומשטרת ישראל לאספקת שירותי חכירה ותחזוקה של כלי־טיס של משטרת ישראל בהיקף של כ־115 מיליון דולר. החוזה, בשיטת יוזמת מימון פרטי, יבוצע במהלך עשרים שנים ויכלול רכישת שישה מסוקים חדשים, התאמתם לדרישות המשטרה וביצוע תחזוקה שוטפת. תצורת המסוקים ומערכות המשימה שיותקנו עליהם יותאמו למתן מענה למגוון רחב של משימות, כגון תצפית ושיטור, חילוץ והצלה, שליטה ובקרה וכיבוי אש.

המשרד לביטחון הפנים הודיע כבר ב־12 ביולי כי חברת **אלביט מערכות** היא הזוכה במכרז לשדרוג מסוקי המשטרה, שיאפשר בין היתר את שילובם גם בכיבוי שריפות והטסת כוחות חילוץ.

מפקד היחידה האווירית של משטרת ישראל, ניצב־משנה ניר רוזנטל, אמר כי "מדובר במהלך אסטרטגי אשר יקנה למסוקי המשטרה יכולות מבצעיות משופרות ויפתח תחומי פעילות אוויריים רבים וייחודיים. צירופם של המסוקים החדשים מקנה שורה של יכולות אוויריות חדשות ומשמעותיות, הן בתפקוד המסוקים בפעילות שיטור שוטפת והן בשימוש למשימות כיבוי והצלה".

מהמשרד לביטחון הפנים נמסר, כי שילוב

ניר רוזנטל הועלה לדרגת נצ"מ ב־1 באוגוסט 2012 ומונה למפקד היחידה האווירית של המשטרה.

פעילות היחידה האווירית של משטרת ישראל במשימות כיבוי והצלה מהווה תוצר ישיר של המדיניות להגברת שיתוף הפעולה בין זרועות המשרד, סנכרון ושיתוף יכולות, וניצול מיטבי של משאבים בין־זרועיים.

איור של מסוק המשטרה העתידי שהפיצה **אלביט מערכות** עם ההודעה על זכייתה בחוזה מרמז כי הכוונה היא לרכוש מסוקי **H145** מתוצרת **איירבאס הליקופטרים** (לשעבר **יורוקופטר EC145**). מסוק דו־מנועי קל זה, שסימונו ההנדסי **BK 117C–2**, הוא גרסה חדישה ומשופרת של ה־**BK 117A–4**, שמופעל בישראל על־ידי **להק תעופה** לפינוי רפואי מוסק בשירות מגן דוד אדום. ה־**H145** החדיש מיוצר כיום עם מנועי **טורבומקה אריאל 2E**, וממריא במשקל מרבי של 3,650 ק"ג. ביכולתו לשאת מטען תכליתי של 1,730 ק"ג, או 1,500 ק"ג בתלייה חיצונית. בתא הפנימי המרווח ניתן להושיב 10 נוסעים בנוסף לשני הטייסים — לעומת 7 מושבים (כולל הטייסים) ב**בל לונג רנג'ר**. מסוקי **EC145** נפוצים מאוד בעולם לשימושים משטרתיים ושירותי חירום שונים.

שני מסוקי ה**בל 206L–3 לונג רנג'ר** של משטרת ישראל ומסוק **בל 206B ג'ט רנג'ר III** שטס מעליהם.

היחידה האווירית של משטרת ישראל (יחידה 55) כפופה ישירות לראש אגף המבצעים. מפקדה הנוכחי, נצ"מ ניר רוזנטל, שמונה לתפקידו ב־1 באוגוסט 2012, משרת ביחידה זה כ־19 שנים.

יחידת המסוקים של משטרת ישראל, שהוקמה על־ידי נצ"מ יעקב בירן (ביקו), החלה לפעול בדצמבר 1992 עם שני מסוקי **בל 206B ג'ט רנג'ר III** (4X–BMD/E). באפריל 1995 נקלט מסוק שלישי מאותו סוג (4X–BMF), ומסוק רביעי (4X–BMG) נוסף באפריל 1997.

ביולי 2005 תוגברה היחידה בשני מסוקים גדולים יותר מסוג **בל 206L–3 לונג רנג'ר** (4X–BMH/I), שנתקבלו מעודפי חיל האוויר. אלה הם מסוקי **סייפנית** שהוצאו משירות החיל ביולי 2003, לאחר סגירתה של טייסת המסוקים הקלים. המסוקים שופצו ב**תע"א** והותאמו לשימוש משטרתי.

כתבה היסטורית על התעופה המשטרתית בישראל פרסמנו בשנת 1993 בחוברת "ביעף" 75–76. עדכון על קליטת מסוקי ה**סייפנית** פרסמנו ב"ביעף" 96.

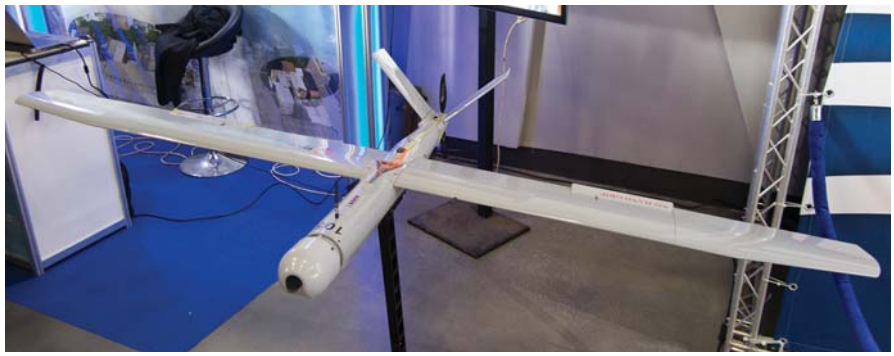
# מבחר כטב"מים הוצגו בכנס הכלים הבלתי מאוישים של i-HLS

אתר האינטרנט הישראלי i-HLS קיים ב־7 בספטמבר במערב ראשון־לציון את הכנס השנתי השלישי למערכות בלתי מאוישות. הכנס לווה בתערוכה מרשימה של מערכות אוויריות, יבשתיות וימיות, והאירוע כלל גם מפגן אווירי ויבשתי צנוע של מספר כלים.

המציגים הבולטים בתערוכה היו **התעשייה האווירית לישראל (תע"א)**, **איירונאוטיקס** ו**בלובירד**, והשתתפו גם יזמים קטנים. **אלביט מערכות** נעדרה מהתערוכה.

אחד החידושים המעניינים היה המיני־כטב"ם **GyroCop–11** — כלי מסוג ג'ירוקופטר שמפתחת חברת ההזנק **Wings & Rotors** מרחובות (בתמונה משמאל). משקלו 11 ק"ג והוא נושא מטע"ד במשקל של פחות מ־1 ק"ג. עם רוטור תלת־להבי בקוטר 2 מטר ומדחף אחורי, הכלי יכול לשהות באוויר קרוב ל־90 דקות במהירות שיוט של כ־65 ק"מ/ש'. ניתן לשגרו מרכב נוסע או מספינה הנעים במהירות של 30 ק"מ/ש', והוא נוחת אנכית בנקודה מוגדרת. בכוונת החברה לפתח כלים דומים גדולים יותר.

ספינת אוויר ממולאת הליום (צפלין) המוטסת בשליטה מרחוק, שמופעלת לפרסום על־ידי חברת **Skyship**.



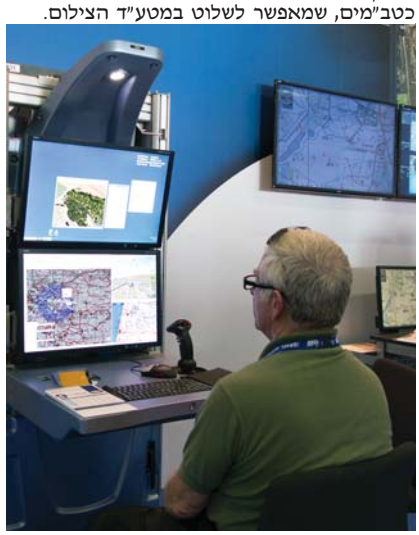
המיני־כטב"ם **SpyLite** של חברת **בלובירד** נושא מטע"ד במשקל 1.3 ק"ג ושוהה באוויר ארבע שעות.

בלון התצפית **Skystar** של **RT LTA Systems**.

תחנת בקרה קרקעית של חברת **איירונאוטיקס** לכטב"מים ממשפחת **אורביטר**.

כטב"מים של **התע"א** – למעלה: **המיני־פנתר** ו**הפנתר**. למטה: **זהבן (סקאוט)**, **סרצ'ר III** ו**סופר הרון**.

מאמן משימה שפיתחה **התע"א** להכשרת מפעילי כטב"מים, שמאפשר לשלוט במטע"ד הצילום.



# שלושה מטוסי ראפאל ראשונים סופקו למצרים

צרפת מסרה למצרים שלושה מטוסי **ראפאל DM** ראשונים בטקס רשמי שנערך ב־20 ביולי במרכז ניסויי הטיסה של חברת **דאסו** באיסטר. שלושת המטוסים הדו־מושביים הוטסו למחרת היום למצרים על־ידי טייסים מצרים, שאומנו בצרפת.

מסירת המטוסים נעשתה חמישה חודשים לאחר חתימת הסכם הרכישה בין שתי המדינות, שבמסגרתו יקבל חיל האוויר המצרי 16 מטוסי **ראפאל** דו־מושביים ו־8 מטוסים חד־מושביים (ראה "ביעף" e131 עמ' 5–6).

כדי לזרז את האספקה למצרים נלקחו המטוסים מתוך המכסה של חיל האוויר הצרפתי, וזאת מתוך מטרה להבטיח את השתתפותם במטס החגיגי לציון חנוכתה של תעלת סואץ החדשה ב־6 באוגוסט.

בתמונה משמאל: שלושת מטוסי **הראפאל DM** הראשונים של מצרים בטיסת אימון בצרפת.

# ירדן קיבלה מסוקי קוברה מישראל

למעלה: **בל AH-1F קוברה** ירדני. למטה: אחד ממטוסי ה־**Archangel** של האמירויות הערביות המאוחדות.

ישראל העבירה לירדן בשנה שעברה 16 מסוקי **בל AH-1F קוברה** מעודפי חיל האוויר, כפי שדיווחה סוכנות הידיעות רויטרס ב־23 ביולי בהסתמך על מקורות אמריקניים. מסוקי הקרב מיועדים לתגבר את סד"כ חיל האוויר המלכותי הירדני במאבק נגד האיום של המדינה האיסלאמית (דאע"ש) באזורי הגבול עם סוריה ועיראק. מעריכים שחלק מהמסוקים שנתקבלו מישראל לא יוכנסו לשירות מבצעי, אלא ישמשו מקור לחלפים.

מסוקי **הקוברה (צפע)** הוצאו משירות חיל האוויר הישראלי בשנת 2013 — ראה "ביעף" e129 עמ' 21.

חיל האוויר המלכותי הירדני מפעיל מסוקי **קוברה** מאז 1985, כאשר קלט מארה"ב 24 מסוקי **AH-1F** שהוצבו בשתי טייסות חדשות. בשנת 2000 קיבלו הירדנים 9 מסוקים נוספים מעודפי צבא ארה"ב. סד"כ **הקוברות** הירדני הצטמצם בשנים האחרונות בעקבות מחייתם של שלושה מסוקים בתאונות, והעברתם של 8 מסוקי **קוברה** ירדניים לצבא פקיסטן בשנת 2013.

אישור העברת מסוקי הקרב הישראליים הוא חלק ממאמץ אמריקני נרחב יותר לשפר את היכולות הצבאיות של ממלכת ירדן. לפני כשנתיים עודדה ארה"ב את האמירויות הערביות המאוחדות להעביר לירדן שישה מטוסי תקיפה קלים מהדגם הראשוני של ה־**Archangel**, המבוססים על **האייר טרקטור AT-802**, שנרכשו ב־2009 מחברת **IOMAX** (ראה "ביעף" e109 עמ' 13–14). האמירויות הערביות המאוחדות רכשו מאז את הדגם המתקדם יותר של ה־**Archangel**, שמבוסס על **התראש S2R-T660** (שידוע גם בסימון **תראש 710P** — ראה "ביעף" e125 עמ' 11–12).

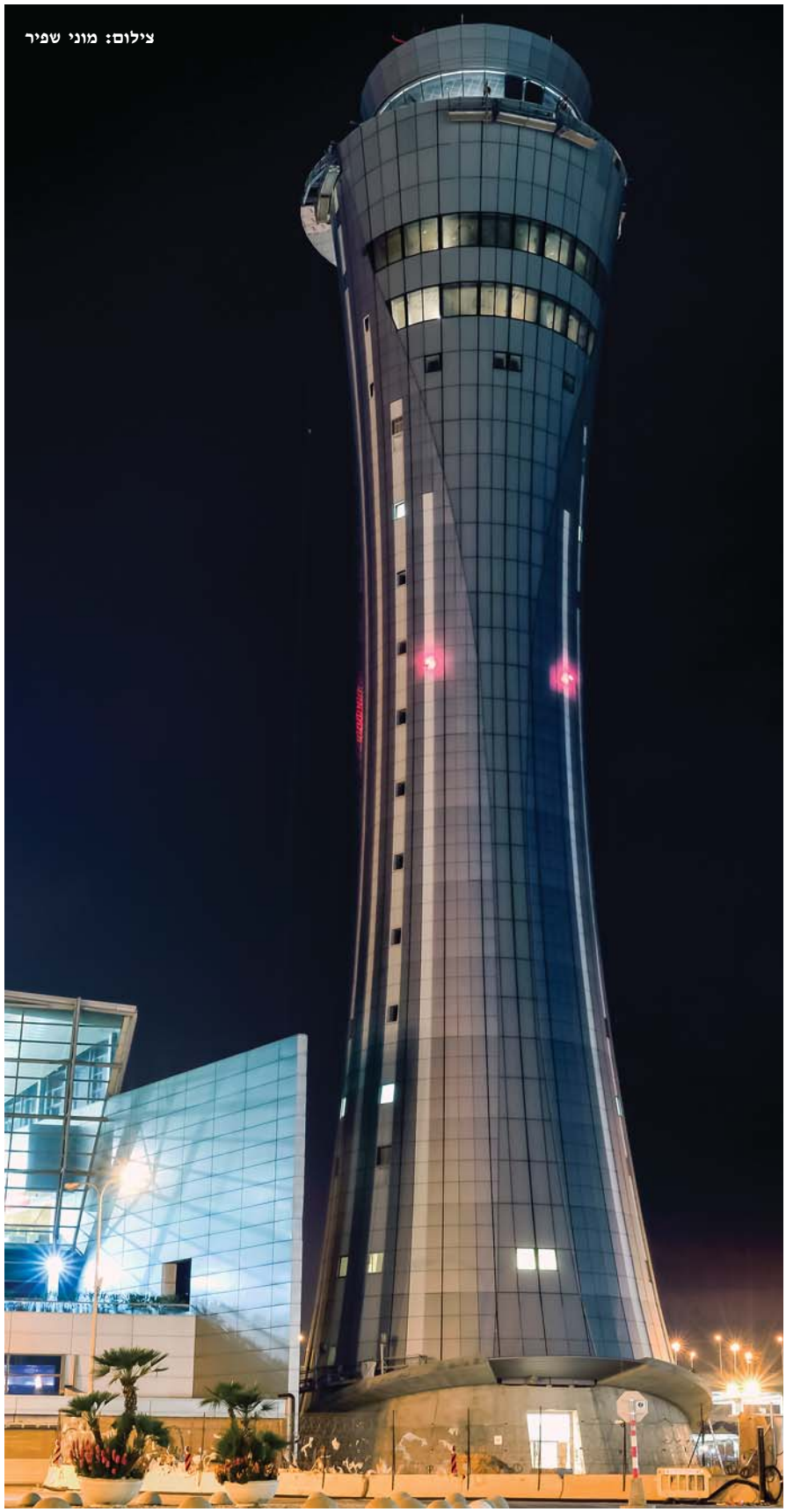
חיל האוויר הירדני הצטייד לאחרונה גם במטוסי תובלה שהוסבו ל"ספינות תותחים" מדגמי **איירבאס AC-235** ו־**AC-295**.

**מטוסי אימון חדשים:** חברת **פילאטוס** השוויצרית הודיעה ב־10 באוגוסט כי חיל האוויר המלכותי הירדני חתם על חוזה לרכישת תשעה מטוסי אימון מדגם **PC-9M**. אספקת המטוסים תחל בינואר 2017.

ה־**PC-9M** הוא מטוס אימון בסיסי עם מנוע טורבו־מדחף, בעל יכולת טיסה אווירו־בטית, המצויד בתאי טייסים מודרניים עם צגים דיגיטליים צבעוניים. יותר מ־260 מטוסי **PC-9** נמכרו עד כה ל־15 חילות אוויר בעולם, ביניהם של סעודיה ועומאן במזרח התיכון.

הירדנים מפעילים כיום מטוסי אימון בסיסי מסוג **סלינגסבי T67M פיירפליי** ומטוסי אימון מתקדמים מסוג **קאזה C-101 אוויוג'ט**.

# מגדל הפיקוח החדש בנתב"ג נכנס לפעולה


צילום: מוני שפיר

מגדל הפיקוח החדש, שנבנה בנמל התעופה בן־גוריון בצמוד לקיר המערבי של טרמינל 3, ייכנס לפעולה בחודש אוקטובר ויחליף את המגדל הקיים שפועל מאז 1985. המגדל החדש נישא לגובה של 100 מטר, לעומת 48 מטר במגדל הקיים, ומאפשר לפקחים לראות את כל המרחב הקרקעי של הנמל עד קצות המסלולים שהוארכו ואת כל המרחב האווירי מסביב.

פרויקט הקמת מגדל הפיקוח, בעלות של כ־100 מיליון ש"ח, החל בפברואר 2013 ונוהל על־ידי חטיבת תכנון והנדסה ברשות שדות תעופה. את הבנייה ביצעה חברת **דניה סיבוס**, עם האדריכלות של משרד **פלג אדריכלים**. מבנה המגדל צר ותמיר, וביסוס המגדל תוכנן לעמידה בעומסי רעידת אדמה, עומסי רוח ועומסים אנכיים.

המגדל מכיל בתוכו את כל הפונקציות המבצעיות, המנהלתיות והטכניות הנדרשות להפעלתו, ללא צורך במבנה נוסף בקרבתו. למבנה צורה א־סימטרית, להבטחת שטחים פונקציונליים גדולים יותר לצד הצפוני (הפונה למסלולים). כל קומה טיפוסית היא עגולה, אך הרדיוס שלה ומיקום מרכזה ביחס לפיר הפנימי משתנה. המבנה העיקרי של המגדל עשוי מעטפת בטון היוצרת את הצורה האדריכלית המיוחדת, ובתוכה פיר בטון למעליות ומערכות. מעטפת המגדל מחופה באלומיניום ובקירות מסך.

בראש המגדל עומדת סוכת זכוכית הכוללת עשר עמדות פיקוח על התנועה האווירית, ובקומה מתחתיה נמצאות ארבע עמדות פיקוח על רחבות חניית מטוסים. המגדל צויד במיטב האמצעים הטכנולוגיים החדישים, בהתאם לסטנדרטים הבינלאומיים המתקדמים ביותר.

## מגדלי הפיקוח בנתב"ג

התפתחות התעופה האזרחית בשנות ה־20' של המאה הקודמת ותחילת הקשרים התעופתיים בין מדינות הביאה את העולם לצורך בהסדרת התעבורה האווירית ובפיקוח על כלי־הטיס באוויר ועל הקרקע. שירות פיקוח טיסה ניתן לראשונה בשנת 1921 בנמל התעופה קרוידן ליד לונדון, וכלל פיקוח על תעבורת כלי־טיס בסביבה המידית של השדה בעזרת משקפות וכושר הראייה של פקחי הטיסה. שנה לאחר מכן הוטל על שירות הדואר האמריקני לבצע פיקוח ומעקב אחרי כלי־טיס באוויר, ובשנת 1930 הוקם בקליבלנד בארה"ב מגדל הפיקוח המודרני הראשון בעולם.

מגבלת הטווח הקצר המתאפשר בראייה הביאה להכנסת המכ"ם לתעופה האזרחית במחצית השנייה של שנות ה־50', לאחר שהמכשור הוכיח את עצמו בתעופה הצבאית במלחמת העולם השנייה. המכ"ם מאפשר פיקוח על כלי־טיס מעבר לטווח הראייה, למרחק של קילומטרים בודדים בראשית הדרך, וכיום למרחק של מאות קילומטרים.

שירות פיקוח טיסה כולל כיום מספר עמדות עבודה. מרבית המגדלים המודרניים כוללים קומת קרקע המוגדרת כחדר מכ"ם, ממנו מתבצעת עבודת הבקרה על כלי־טיס מחוץ לרדיוס התפעול המידי של שדה התעופה, וכוללת בקרה על טיסות החוצות את השדה

בגובה רב (מבלי לנחות בשדה עצמו). בקומה העליונה (המכונה "סוכה") מתבצע הפיקוח בראייה בסביבה המידית של השדה. הקומה כוללת עמדת בקרת קרקע (המפקחת על תנועת כלי־הטיס ברחבות החנייה ועל המסלולים), עמדת גישות (קליטת המטוסים בדרך לנחיתה), עמדת המראות (טיפול בטיסות היוצאות) ועמדת תיאום וניהול המתאמת בין העמדות ומנהלת את העבודה בקומה כולה.

כשנבנה נמל התעופה לוד על ידי מחלקת עבודות ציבוריות של ממשלת המנדט הבריטי בארץ־ישראל בשנים 1936–1937, הוחלט למקם את מגדל הפיקוח על גג בניין הטרמינל. באותם ימים הקיף מערך המסלולים את המבנה, וניתן היה לשלוט בראייה הן ברחבות החנייה והן במסלולים. בשנת 1965 נחנכה סוכת מגדל חדשה מעל סוכת המגדל המקורית. היא הייתה גבוהה יותר ומרווחת, וצוידה במכשור קשר מודרני.

היקף הפעילות המצומצם בנמל עם ממוצע של שלושים טיסות ביום לא הצדיק שימוש במכ"ם, ופיקוח הטיסה היה "פרוצדורלי", כלומר ההפרדה בין הטיסות הייתה על־ידי ריווח בזמן ומרחק, כאשר הפקחים נעזרים ברישום ידני של נתוני הטיסה ובדיווחי הטייסים.

בעקבות מלחמת ששת הימים החל גידול משמעותי בתנועת המטוסים, מ־9,808 טיסות בשנת 1966, ל־14,740 ב־1968 ו־18,158 טיסות בשנת 1970 — כלומר, בתוך ארבע שנים הוכפלה כמעט תנועת המטוסים. להנהלת נמל התעופה היה ברור שלא יהיה מנוס מהכנסת ציוד מכ"ם למגדל, ואכן בשנת 1972 נחכר מחברת **אלת"א** מכ"ם בקרה ראשון. היה זה דגם שנועד במקורו לבקרה ימית, אשר עבר הסבה לבקרה אווירית. השימוש במכ"ם היה מוגבל ואיכותו נמוכה, אך הוא אפשר הגדלת יעילות ושיפור הבטיחות. הפקחים לא נאלצו יותר להסתמך על דיווחי טייסים (שלא היו תמיד מדויקים) ועל מה שעיניהם רואות, אלא יכלו לקבל תמונה אווירית גרפית על צג המכ"ם.

באותה שנה נחנכו שני מסלולים חדשים:

21–03 שהחליף את מסלול 20–02 הקצר, אותו נאלצו לסגור לאחר שחיל האוויר מיקם בקצהו הצפוני גף מטוסי **דקוטה**, ובקצהו הדרומי בנתה **אל־על** את מוסך המטוסים הגדול למטוסי ה־**747**.

מסלול 26–08 שכונה "המסלול השקט", אשר נועד להסיט את ההמראות ממעבר מעל תל־אביב אל אזור חולות ראשון לציון (אז אזור לא מיושב). בכך התכוונו למזער את רעש המטוסים מעל ריכוז האוכלוסין הגדול במדינה, ולאפשר את המראת מטוסי ה־**747** לניו־יורק במשקל מרבי. אורכו של מסלול 26–08 להמראה היה 3,657 מטר, והוא היה בזמנו המסלול הארוך ביותר בישראל.

סלילת שני המסלולים החדשים הרחיקה אותם מהאזור הטרמינלי המקורי מימי הבריטים ויצרה לפקחים בעיית שליטה בראייה, שכן קצות המסלולים היו מוסתרים. מצלמות טלוויזיה שמוקמו בסמוך לקצות המסלולים ענו חלקית על הבעיה.

עם הכנסת המכ"ם, הוסבה הקומה התחתונה (למעשה המגדל בתצורתו המקורית עד 1965) לקומת מכ"ם, ממנה בוצעה הבקרה על טיסות נכנסות ויוצאות ועל טיסות חוצות (למשל מחיפה לאילת או משדה דב לאילת), בעוד הקומה העליונה שימשה לפיקוח טיסה בראייה.

באמצע שנות ה־70' היה ברור שנדרש מגדל פיקוח גבוה יותר במיקום מתאים יותר בשדה, אך מימוש התוכנית התבצע רק לאחר העברת האחריות על פיקוח הטיסה ממינהל התעופה האזרחית לרשות שדות התעופה (רש"ת) בשנת 1978. אחד הפרויקטים הראשונים שנלקחו על־ידי רש"ת היה בניית מגדל פיקוח חדש. לצורך כך התקבל סיוע תכנוני, לוגיסטי וכספי מרשות התעופה הפדראלית בארה"ב (FAA), ולמעשה המגדל החדש היה העתק של מגדלי פיקוח דומים בארה"ב.

מהמגדל שנחנך ב־17 ביוני 1985 בקצה מסלול 29 ניתן היה לשלוט בראייה בכל קצות המסלולים ללא צורך במצלמות טלוויזיה. אז גם הוכנס לשימוש מכ"ם חדש ומערכת שליטה מבצעית, וטווח השליטה הוגדל לכ־110 ק"מ.

הצורך בבניית מגדל פיקוח חדש עלה בשנת 2010 ונבע מהארכת מסלול 21–03 לכיוון דרום, פרויקט שהסתיים בשנה שעברה, והדרישה לאפשר תצפית על קצה המסלול הדרומי הנושק לכביש מס' 1.

עם העברת פעילות פיקוח הטיסה למגדל החדש באוקטובר השנה תימשך הפעלת המגדל הנוכחי כיחידת בקרת מכ"ם בלבד, כאשר בקרה בראייה על המסלולים והאזור המידי סביב השדה תהיה מסוכת המגדל החדש.

**ד"ר נעם הרטוך**

מגדל הפיקוח על גג בניין הטרמינל, בצילום מאפריל 1939. למטה: לאחר הוספת הסוכה מעל המגדל.

מגדל הפיקוח הנוכחי שפועל מאז יוני 1985.

צילום: רמי מזרחי

# הסלון האווירי ברוסיה 2015

MAKS 2015
INTERNATIONAL AVIATION AND SPACE SALON

תעשיית המטוסים ברוסיה הגבירה בשנים האחרונות את היקף פעילותה כדי להגשים את תוכנית ההצטיידות הנרחבת מאוד של חיל האוויר הרוסי בעשור הנוכחי וכדי למלא הזמנות לייצוא. המקום היחיד שבו ניתן לראות את כל מגוון המוצרים של תעשייה מפוארת זו הוא הסלון הבינלאומי לתעופה וחלל (MAKS), המתקיים אחת לשנתיים בסוף חודש אוגוסט בשדה התעופה הצבאי ז'וקובסקי ליד מוסקבה.

בתערוכה הקרקעית הוצגו הפעם כ־110 כלי־טיס מאוישים, רובם המכריע מתוצרת רוסיה. הם כיסו כמעט את כל מגוון התחומים, החל בתעופה צבאית לסוגיה השונים, המשך בתעופה אזרחית וכלה בתעופה קלה וספורטיבית. בגלל העימות בין רוסיה לאוקראינה, נעדרה הפעם מהסלון חברת **אנטונוב** — מציגה מרכזית של מטוסי תובלה בתערוכות הקודמות. בשל העיצומים שהטילו מדינות המערב על רוסיה בעקבות סיפוח חצי האי קרים ופעולות האיבה במזרח אוקראינה, ההיבט הבינלאומי של התערוכה היה הפעם מצומצם למדי ונראו בה מטוסים מערביים ספורים בלבד — שהבולט ביותר מביניהם היה ה**איירבאס A350** החדש.

המבקרים בסלון יכלו לראות מקרוב את כל סוגי מטוסי הקרב החדישים של חיל האוויר הרוסי מהמותגים **סוחוי** ו**מיג**, את שלושת סוגי המפציצים האסטרטגיים מתוצרת **טופולב**, מטוסי תובלה מתוצרת **איליושין** ו**טופולב** והמטוס להתרעה מקדימה **ברייב A-50**, מסוקים מכל הגדלים והסוגים מדגמי **מיל** ו**קאמוב**, מעט מטוסי נוסעים ומטען אזרחיים, ומבחר גדול של מטוסי ספורט קלים מתוצרת רוסית וזרה. בנוסף, הוצגו בתערוכה גם כטב"מים, טילים טקטיים ומערכות הגנה אווירית.

במפגני הטיסה בשלושת הימים הראשונים של הסלון, שהוגבלו לקהל מקצועי ולמוזמנים נכבדים, הוצגו כ־35 כלי־טיס, שכללו מטוסי קרב עתירי תמרון, מסוקים, מטוסי אימון, מטוסי נוסעים סילוניים דוגמת ה**סוחוי סופר ג'ט 100** וה**איירבאס A350**, ומטוסים קלים וספורטיביים. בשלושת הימים האחרונים, שנפתחו לקהל הרחב, נוספו במפגני הטיסה צוותים אווירובטיים ומטוסים היסטוריים. האטרקציה העיקרית הייתה מטוס הקרב החמקן מהדור החמישי **סוחוי T-50**, שהוצג בטיסה בלבד אך לא בתערוכה הקרקעית.

**יהודה בורוביק** ביקר בסלון MAKS בפעם השנייה (שש שנים אחרי ביקורו הקודם ב־2009). הכתבה מתמקדת במופע המרשים של מטוס הקרב החמקן **סוחוי T-50** ובחימושים עבורו שהוצגו בתערוכה, במטוסים הצבאיים שמתגברים את סדר הכוחות (סד"כ) של חיל האוויר הרוסי, במסוק התובלה הבינוני החדש **Mi-38**, במטוסי הנוסעים הסילוניים **סופר ג'ט 100** ו־**MC-21**, בתחליפים המודרניים שהוצגו ל**אנטונוב An-2** הוותיק, בכלי־טיס בלתי מאוישים (כטב"מים) ובמערכות המתקדמות להגנה אווירית, וכן במטוסים ההיסטוריים שהוצגו.

המפציצים האסטרטגיים מתוצרת **טופולב** — **Tu-22M3** ולצדו **Tu-160**.

# מופע מרשים של מטוס הקרב החמקן סוחוי T-50

במפגן טיסה מרשים הציג אב־הטיפוס הרביעי של ה־**T-50** (מספר 054) בשמי הסלון האווירי בז'וקובסקי כושר תמרון מדהים, ברמה שכמעט ואינה נופלת מזו של ה**סוחוי Su-35S** עתיר התמרון. תכונות טיסה אלה שהוקנו ל־**T-50** חוזרות ומדגישות את החשיבות הרבה שמייחס משרד התיכון **סוחוי** לכושר תמרון גבוה, גם בעידן של מטוסי קרב חמקנים מהדור החמישי — בניגוד לפילוסופיית הלחימה באוויר של האמריקנים.

את יכולות התמרון המעולות שלו משיג ה־**T-50** באמצעות תצורה אווירודינמית המשלבת 12 משטחי ניהוג נעים, יחד עם נחירי פליטה מסתובבים להטיית וקטור הדחף מהמנועים רבי־העוצמה, כאשר הכול מפוקח על־ידי מערכת בקרת טיסה דיגיטלית שתוכנתה להשיג את המיטב במצבים השונים. בנוסף למדפים בשפת ההתקפה של הכנפיים ולמשטחי היגוי סימטריים וא־סימטריים בשפת הזרימה שלהן, מצויד ה־**T-50** במשטחי היגוי ייחודיים בקצה ההמשך הקדמי לשפת ההתקפה בצמוד לגוף (מעל כונסי האוויר למנועים), ובמייצבי/הגאי כיוון בזנב שנעים בשלימותם. תצורה אווירודינמית מורכבת זו, עם ניצול שינויי וקטור הדחף, מאפשרים למטוס לטוס בזוויות התקפה גבוהות מאוד, לבצע פניות הדוקות ולקיים שליטה גם במצב טיסה של מעבר להזדקרות.

מתעוררת השאלה, לשם מה זקוק מטוס קרב חמקן לכושר תמרון כה גבוה בעידן הנוכחי? התפיסה האמריקנית, שמתבטאת ב־**F-22 רפטור** מתוצרת **לוקהיד מרטין**, דוגלת באימוץ תצורה חיצונית וטכנולוגיות חמקנות שיבטיחו את שטח חתך המכ"ם (שח"ם) הנמוך ביותר האפשרי, כך שמטוס הקרב לעליונות אווירית יתאפיין ברמת חמקנות גבוהה בשיעור ניכר לעומת יריביו. החמקנות העדיפה ומערכות האוויוניקה והחימוש המתקדמות יבטיחו כי המטוס האמריקני יוכל לגלות ראשון את האויב, ולהקדים לשגר לעברו טילי אוויר־אוויר ארוכי־טווח מעבר לטווח הראייה, עוד בטרם נוכח מטוס האויב כי הוא מותקף. שיטת הלחימה האמריקנית איננה דוגלת בניהול קרבות אוויר בטווח ראייה, ולכן מטוס העליונות האווירית איננו זקוק לכושר תמרון עדיף על היריב.

הגישה הרוסית שונה במידה רבה. ראשי משרד התיכון **סוחוי** ערים למגבלות הטכנולוגיות והכלכליות שלהם ביכולת לפתח מטוס קרב שרמת החמקנות שלו תשווה לזו של ה־**F-22**. במציאות כזאת, אין ביכולתם להבטיח כי מטוס הקרב הרוסי העתידי יוכל לראות ראשון את ה־**F-22** שמתקרב לעברו ולשגר ראשון טילים. נראה, שהרוסים מאמינים כי טייסיהם יוכלו להתחמק מהטילים שישוגרו על־ידי ה־**F-22**, יצליחו אולי להתקרב אל המטוס האמריקני כאשר מלאי הטילים שלו

למטה: משטח ההיגוי בקצה ההמשך הקדמי לשפת ההתקפה בצמוד לגוף מוסיף לכושר התמרון. למעלה: ארבע דלתות סוגרות על תאי החימוש הפנימיים בגחון.

איור מרשים המתאר את מגוון הטילים והפצצות שיוכל מטוס הקרב החמקן לשאת למשימות אוויר־אוויר ואוויר־שטח (נגד מטרות קרקעיות וימיות).

יאזל, וינסו להביס אותו בקרב אוויר "קלאסי" תוך ניצול כושר התמרון העדיף של **הסוחוי**.

לטענת טייס הניסוי הרוסי סרגיי בוגדן, שהפגין את תמרון־העל של **הסוחוי Su-35S** בסלון האווירי בפאריס ביוני 2013, שינויי המצב והמהירות הקיצוניים שמסוגל המטוס לבצע עשויים "לשבור" את נעילת מכ"ם האויב על המטוס; התמרונים החריפים יכולים גם להוביל להתחמקות מטילים רודפים.

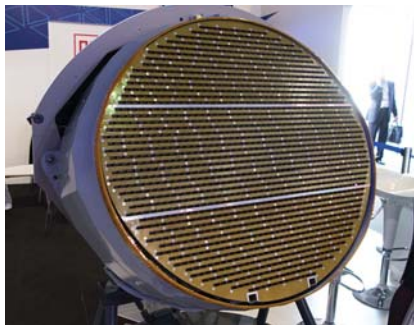
ניתוח ראשוני של מאפייני ה־**T-50** פרסמנו ב"ביעף" e112, בעקבות חשיפת אב־הטיפוס הראשון בתחילת 2010. מסקנתנו הייתה, כי ה־**T-50** איננו מטוס חדש לחלוטין שפותח מאפס, כי אם מטוס המבוסס במידה רבה על ה־**Su-35** עם השינויים הנדרשים להקטנת השח"ם. לפיכך, ניתן להעריך בסבירות גבוהה, כי רמת חמקנותו של ה־**T-50** נמוכה במידה ניכרת מזו של ה־**F-22** האמריקני.

הרוסים לא פרסמו מידע מפורט לגבי יכולותיו של ה־**T-50** מבחינת מערכות האוויוניקה. לאור הידוע על הישגיה המוגבלים של התעשייה הרוסית ולאור המצוקה הכלכלית ברוסיה, אפשר להניח שה־**T-50** לא יצטיין ביכולת היתוך מידע ובתפעול מבוסס תוכנה ברמה של ה־**F-35** האמריקני. גם מערכת תצוגת הקסדה של הרוסים רחוקה ברמתה מהמערכת האמריקנית המתקדמת מאוד.

מפעלי **סוחוי** בקומסומולסק־און־אמור יצרו עד כה חמישה אבות־טיפוס של ה־**T-50**. הראשון ביצע טיסת בכורה בינואר 2010, וארבעת האחרים הצטרפו בהדרגה עד אוקטובר 2013. אב־הטיפוס החמישי ניזוק באופן חמור ביוני 2014, בעקבות שריפה שפרצה באחד ממנועיו בעת נחיתה; המטוס משוקם עתה במפעלי היצרן ואמור לחזור לכושר טיסה.

שלושה מטוסי ניסוי נוספים נמצאים כעת בייצור, ולפחות אחד מהם יועבר בשנה הבאה לידי חיל האוויר הרוסי לצורך בחינה. הייצור הסדרתי אמור להתחיל בשנת 2017, כאשר הדרישה הנוכחית היא ל־55 מטוסים. (יש להבהיר, כי הקידומת **T** מציינת מטוס ניסיוני או אב־טיפוס, כפי שהיה מקובל גם בתוכניות פיתוח קודמות; המטוס הסדרתי יקבל סימון אחר עם הקידומת **Su-**).

חברת **טיחומירוב NIIP** הציגה בתערוכה את אנטנות המכ"ם מסוג מערך מופע עם סריקה אלקטרונית אקטיבית המיועדות למטוס הקרב העתידי. בחרטומו של המטוס תותקן אנטנה עגולה הפועלת בתחום התדירויות X. שתי אנטנות מכ"ם מלבניות הסורקות לצדדים באותו תחום תדירויות יותקנו בצדי החרטום.



אנטנות המכ"ם מתוצרת **טיחומירוב NIIP** שיותקנו בקדמת החרטום (למעלה מימין), בצדי החרטום (למעלה משמאל) ובשפת ההתקפה של הכנף (למטה), עם סריקה אלקטרונית אקטיבית.

פצצה מונחית וטילים למשימות אוויר־שטח. מימין לשמאל: **KAB-250LG-E**, **Kh-58UShKE**, **Kh-59MK2** ו־**Grom-E2**.

בנוסף יותקנו אנטנות מכ"ם בתחום התדירויות L במדפי שפות ההתקפה בכנפיים.

## החימושים של ה־T-50

ל־**T-50** יש שני תאי חימוש גדולים יחסית, המתפרסים לאורך גחון הגוף במרווח שבין שני המנועים. שני תאי חימוש קטנים מצויים בשורש הכנף. במשימות שאינן מחייבות פעולה חמקנית יוכל ה־**T-50** לשאת טילים ופצצות גם על שש נקודות תלייה חיצוניות. יכולת נשיאת חימוש כזאת מדגישה את העובדה כי ה־**T-50** מיועד לבצע משימות תקיפה לא פחות מאשר משימות עליונות אווירית.

בתערוכה הוצגו מרבית אמצעי החימוש המתאימים ל־**T-50**, ביניהם הטילים הבאים שניתנים לנשיאה בתוך תאי החימוש:

- **וימפל RVV-MD / K-74M2** — טיל אוויר־אוויר לטווחים קצרים של עד 40 ק"מ, המתבית על חום, עם יכולת שיגור לעבר מטרות בצידוד של עד 75 מעלות.
- **וימפל RVV-SD / K-77M** — טיל אוויר־אוויר מונחה מכ"ם לטווחים בינוניים של עד 110 ק"מ.
- **Kh-35UE** — טיל אוויר־שטח נגד ספינות, לטווח של עד 260 ק"מ.
- **Kh-38M** — משפחה של טילי אוויר־קרקע מודולאריים עם ראשי ביות שונים, לטווחים קצרים של עד 40 ק"מ.
- **Kh-58UShKE** — טיל אוויר־קרקע נגד מטרות קורנות, לטווח של עד 245 ק"מ.
- **Kh-59MK2** — טיל אוויר־קרקע נגד מטרות נייחות שמיקומן המדויק ידוע, לטווח של עד 285 ק"מ.
- **Grom-E1/-E2** — טיל שיוט (**E1**) ופצצה גולשת (**E2**) שנחשפו לראשונה בתערוכה (לא פורסמו עליהם פרטים רשמיים).

אמצעי חימוש הניתנים לנשיאה על המתלים החיצוניים שהוצגו בתערוכה:

- **Kh-31PD** — טיל אוויר־קרקע על־קולי נגד מכ"מים של מערכות הגנה אווירית, לטווחים של 180 עד 250 ק"מ.
- פצצות מונחות מסוג **KAB-500S-E** (במשקל 560 ק"ג, בניווט לווייני) ומסוג **KAB-250LG-E** (במשקל 250 ק"ג, מונחית לייזר). קיימת גם פצצה מונחית לייזר גדולה יותר, במשקל של 1,525 ק"ג, שלא הוצגה בתערוכה.

טילי אוויר־אוויר מתוצרת **וימפל**. מלפנים **RVV-MD** ומאוחריו **RVV-SD**.

טיל אוויר־שטח נגד ספינות מדגם **Kh-35UE**. (האות הרוסית X, שנשמעת כמו "חה", מתורגמת ל־Kh).

שתי הגרסאות של החימוש החדש **גרום**: הפצצה הגולשת **E2** (למעלה) וטיל השיוט **E1** (למטה).

## תגבור סד"כ חיל האוויר הרוסי

בהתאם לתוכנית שאישרה ממשלת רוסיה בשנת 2011, יתוגבר חיל האוויר הרוסי בכ־2,000 מטוסים ומסוקים במהלך העשור הנוכחי, עד שנת 2020. מדובר ברכש נרחב של כלי־טיס חדשים, בצד השבחה של מטוסים קיימים. וכך, אבות־טיפוס של מטוסי לחימה חדשים או מטוסים מקדם סדרת הייצור שראינו בתערוכת MAKS לפני שש שנים הפכו בינתיים למבצעיים והוצגו הפעם בתצורתם הסדרתית.

מטוס הקרב המתקדם ביותר בחיל האוויר הרוסי כיום הוא ה**סוחוי Su-35S**, אותו מגדירים הרוסים כמטוס קרב מדור 4++ (ראה תיאורים ב"ביעף" e110 עמ' 13–14 ו־e125 עמ' 8–9). החיל החל לקלוט מטוסים סדרתיים כאלה במאי 2011, ועד סוף השנה הנוכחית אמור לקבל את האחרונים מתוך ההזמנה הראשונה ל־48 מטוסים. לפי פרסומים באמצעי התקשורת ברוסיה, צפויה בקרוב הזמנה שנייה לאותה כמות של מטוסי **Su-35S** שיסופקו עד סוף העשור, כדי למלא את השורות עד לכניסתו לשירות של מטוס הקרב החמקן מהדור החמישי — הדגם הסדרתי של ה־**T-50** (ראה בהמשך).

לתגבור כוחן של הטייסות הטקטיות בחיל האוויר הרוסי, נרכשו בשנים האחרונות מטוסי קרב דו־מושביים רב־משימתיים מדגמי **סוחוי Su-30M2** ו־**Su-30SM**. אלה הם פיתוחים מתקדמים במשפחת ה**סוחוי 27**, שבהם הוסיפו תא אחורי לנווט המפעיל מערכות נשק לתקיפה. מטוסים דו־מושביים מתת־דגמים שונים של ה**סוחוי 30** פותחו תחילה עבור לקוחות זרים ונמכרו במספרים גדולים להודו, סין ומדינות נוספות באסיה, אפריקה ודרום אמריקה.

ה־**Su-30M2** מיוצר במפעלי **סוחוי** בקומסומולסק־און־אמור. ה־**Su-30SM**, שמת־אפיין בתוספת כנפוני קנארד לפני הכנף ונחירי פליטה מתכווננים להטיית וקטור הדחף כדי לשפר את כושר התמרון, מיוצר על־ידי חברת **אירקוט**, המאוגדת גם היא ב**חברת המטוסים המאוחדת** (UAC). מטוסים אלה בעלי מערכות אוויוניקה מתקדמות, עם משקל המראה מרבי של 34.5 טון, מסוגלים לשאת חימוש במשקל 8 טון על 12 נקודות תלייה חיצוניות.

לצורך החלפת מטוסי ה**סוחוי Su-24** המיושנים במשימות תקיפה, מצטייד חיל האוויר הרוסי במפציצים טקטיים חדשים מסוג **Su-34**. גם זהו פיתוח המבוסס על ה**סוחוי 27**, עם תא טייסים רחב יותר לשני אנשי צוות היושבים זה לצד זה, משטחי קנארד לפני הכנף ומשקל המראה מרבי שהוגדל ל־44.5 טון. ה־**Su-34** פותח עוד בשנות ה־90' (אז סומן **Su-32**), אך החל להיכנס לשירות מבצעי רק בשנת 2011 בגלל מצוקה תקציבית. יותר מ־70 מטוסים כאלה כבר יוצרו במפעלי **NAPO** בנובוסיבירסק, מתוך הזמנה כוללת ל־124 מטוסים.

בשורת המטוסים הצבאיים בתצוגה הקרקעית בתערוכה נראו גם מטוסי קרב ותקיפה מהדור הקודם שעברו השבחה. אלה כללו את הדגם המושבח של מטוס היירוט המהיר מאוד (מאך 2.83) ומגביה־הטוס (67,600 רגל, 20.6 ק"מ) **מיג־31**, שמסומן **MiG-31BM**, עם מכ"ם חדש בעל טווח גילוי גדול יותר ומערכות

ה**סוחוי Su-35S** החד־מושבי (למעלה), ומטוס הקרב הדו־מושבי **Su-30SM** בעל משטחי הקנארד (למטה).

המפציץ הטקטי **סוחוי Su-34** מסיע על המסלול לקראת המראה למפגן טיסה בסלון.

אוויוניקה חדישות; הדגם המשופר של **המיג-29** המסומן **MiG-29SMT** ו**המיג-35** — אותם תיארנו בסקירת הסלון האווירי לפני שש שנים. משרד ההגנה טרם הזמין מטוסי **מיג-35** חדישים (המוגדרים כדור 4++) עבור חיל האוויר הרוסי, אך לפי ידיעות באמצעי התקשורת ברוסיה הזמנה כזאת צפויה בעתיד הקרוב.

הוצגו גם מטוס **סוחוי 27** מושבח המסומן **Su-27SM3**, ודגם מושבח של מטוס התקיפה הוותיק **סוחוי 25** שמסומן **Su-25SM**.

כוח המפציצים האסטרטגיים, שמכונה התעופה ארוכת-הטווח בחיל האוויר הרוסי, כולל שלושה סוגי מטוסים מתוצרת **טופולב** שהוצגו גם הפעם בתערוכה: **Tu-95MS** תת-קולי, **Tu-160** על-קולי, ו-**Tu-22M3** על-קולי נושאי טילים.

מפציצי **Tu-160** ספורים בלבד נותרו בשירות מבצעי. סגן שר ההגנה, יורי בוריסוב, הודיע ב-17 ביולי השנה כי ייצור המפציצים האלה יחודש החל משנת 2023. לפי התוכנית ייבנו כמה עשרות מטוסי **Tu-160M2**, המיועדים להישאר בשירות במשך כ-40 שנים. התוכנית לפיתוח המפציץ החדש **PAK DA** תתעכב עד אחרי שנת 2023.

בתחום מטוסי האימון, חיל האוויר הרוסי ממשיך לקלוט מטוסי **Yak-130** חדשים, שאספקתם החלה בשנת 2010. בביתן של **חברת המטוסים המאוחדת** הוצג דגם מוקטן של מטוס אימון ראשוני חדש בעל מנוע בוכנה, המסומן **Yak-152**, שייוצר במפעלי **אירקוט**. אב-הטיפוס יבצע טיסת בכורה בשנה הבאה.

בתחום מטוסי התובלה, חיל האוויר הרוסי עתיד להצטייד בשנים הבאות במטוסי **אילושין IL-76MD-90A**, שמיוצרים במפעלי **Aviastar-SP** באוליאנובסק. בהשוואה למטוסי ה-**IL-76MD** הקודמים, הדגם החדש מתאפיין במנועים חזקים ויעילים יותר מסוג **PS-90A-76**, כנף משופרת, מערכת אוויוניקה חדישה ותצוגות דיגיטליות בתא הטייסים. משקל ההמראה המרבי הוגדל מ-195 ל-210 טון, עם כושר נשיאה מרבי של 52 טון. המטוס יכול לשאת 145 חיילים או 126 צנחנים בתצורה של סיפון אחד, או עד 225 חיילים בתצורה של שני סיפונים. הטווח מגיע ל-4,100 ק"מ עם מטען של 50 טון, או 8,500 ק"מ עם 20 טון מטען.

שני המטוסים הראשונים בסדרת הייצור הושלמו בשנה שעברה והועברו למפעלי **ברייב** לצורך הסבתם למטוסי התרעה מוקדמת ומשימות מיוחדות. המטוס השלישי הושלם בחודש מאי השנה, והרביעי יושלם לפני סוף השנה. אספקת המטוסים לחיל האוויר תחל בשנה הבאה. משרד ההגנה הרוסי הזמין 39 מטוסים, שיסופקו עד 2020.

במקביל, נבנה כיום במפעלי **אוויאסטאר** מטוס דומה שישמש לתדלוק אווירי, אשר מסומן **IL-78M-90A**.

בתחום המסוקים, חיל האוויר הרוסי ממשיך לקלוט מסוקי תקיפה חדשים מדגמי **Mi-28NE** ו-**Ka-52**, מסוקי תובלת סער מסוג **Mi-8AMTSh**, מסוקי אימון מסוג **Ansat U**, ומסוקים קלים מדגם **Ka-226T**, שכולם הוצגו בתערוכה.

למעלה: מטוס היירוט המושבח **MiG-31BM**. למטה: **MiG-29SMT** חדש שנכנס לשירות חה"א הרוסי.

מטוס התובלה המשופר **אילושין IL-76MD-90A** מגיע לתערוכה בז'וקובסקי.

משרד ההגנה הרוסי הורה על היערכות לחידוש הייצור של המפציץ האסטרטגי העל-קולי **טופולב Tu-160** בגרסה משופרת.

בהתייחס למסוקי תובלה כבדים, חברת **מסוקים רוסיים** מפתחת דגם משופר של המסוק הגדול בעולם, שמסומן **Mi-26T2**, והודיעה בחודש מאי השנה על תחילת הייצור הסדרתי. המסוק המשודרג יתאפיין במערכת אוויוניקה חדשה שתאפשר את הפעלתו עם שניים או שלושה אנשי צוות בלבד, במקום חמישה כיום, וניתן יהיה להטיסו בטיסת מכשירים בכל מזג אוויר ובכל מקום בעולם. שני מנועי הטורבינה המשופרים, עם מערכת בקרה אלקטרונית, מעניקים הספק נוסף של 250 כ"ס בהמראה, מעבר להספק הבסיסי של 11,400 כ"ס לכל מנוע. המסוק הגדול, שממריא במשקל מרבי של 56 טון, יכול לשאת מטען של 20 טון בתוך גופו או על מתלה מטען חיצוני.

## מסוק תובלה בינוני חדש

**מסוקים רוסיים** (Russian Helicopters) נמצאת בשלבי הפיתוח והניסוי האחרונים של מסוק התובלה הבינוני **Mi-38**, שצפוי לקבל רישוי רוסי לפני תום השנה הנוכחית. מסוק מקדם סדרת הייצור הוצג בתערוכה הקרקעית, ואב־הטיפוס הרביעי השתתף במפגני הטיסה היומיים.

פיתוחו של המסוק החדש במשרד התיכון **מיל** נמשך בעצלתיים במשך יותר מעשור. אב־הטיפוס הראשון החל בטיסות ניסוי באוגוסט 2004, כשהוא מצויד בזוג מנועי **פראט אנד ויטני קנדה PW127**. לאחר שהרשויות האמריקניות סרבו לאשר את ייצורם של המנועים האלה ברוסיה, החליטו בחברת **מיל** לעבור להשתמש במנועי טורבינה רוסיים מסוג **קלימוב TV7-117V**, שכל אחד מהם מפתח הספק של 2,800 כ"ס צירי בהמראה. המסוק עם המנועים הרוסיים מסומן **Mi-38-2**.

אב־הטיפוס השלישי, שצויד במנועים הרוסיים, המריא לטיסת בכורה בסוף נובמבר 2013, ואב־טיפוס רביעי הצטרף לטיסות הניסוי באוקטובר 2014.

ה־**Mi-38** מיועד לשמש תחליף מודרני למסוקים הוותיקים ממשפחת ה־**Mi-8/Mi-17**, שמיוצרים ברציפות מאז 1965 לשימושים צבאיים ואזרחיים. יותר מ־12,000 מסוקים מתת־דגמים שונים במשפחה זו יוצרו עד היום, ובנוסף לשימוש נרחב בברית־המועצות וברוסיה הם שווקו לכ־100 מדינות ברחבי העולם. דגמים צבאיים ואזרחיים חדישים ממשפחה זו הוצגו הפעם הן בתערוכה הקרקעית והן במפגני הטיסה היומיים.

הדגם הצבאי החדיש ביותר שמסופק בשנים האחרונות לטייסות חיל האוויר המסייעות לצבא היבשה הרוסי הוא **Mi-8AMTSh**. זהו מסוק סער חמוש שנושא עד 37 חיילים, עם יכולת משופרת לפעול בלילה באמצעות משקפת לראיית לילה לטייסים וחיישן תצפית אלקטרו־אופטי בגחון. חימושו החיצוני כולל כוורות רקטות וטילים.

הדגם האזרחי החדיש ביותר הוא **Mi-171A2**, שהחל בטיסות ניסוי בנובמבר 2014. מסוק זה מתאפיין במנועים חדשים, רוטור ראשי חדש עם להבים עשויים מחומרים מרוכבים, ומערכת אוויוניקה מודרנית. המסוק, שממריא במשקל מרבי של 13.5 טון, יוכל להטיס 24 נוסעים בנוסף לשני אנשי הצוות, במהירות שיוט של 260 ק"מ/ש'. לתובלת מטענים הוא יוכל לשאת 4 טון בתוך תא הנוסעים, או 5 טון בתלייה חיצונית.

מסוק התובלה הגדול ביותר בעולם, **Mi-26**, מסוגל להטיס 20 טון מטען.

הדגמים החדישים ביותר במשפחת ה**מי־8/מי־17** הם המסוק הצבאי החמוש לתובלת סער **Mi-8AMTSh** (למעלה) והמסוק האזרחי **Mi-171A2** (למטה).

מסוק התובלה הבינוני החדש **Mi-38-2** יהיה תחליף מודרני למסוקי ה**מי־8/מי־17**.

ה־**Mi-38** גדול במקצת ממסוקי ה־**Mi-8/Mi-17**, עם משקל המראה מרבי של 15.6 טון, ומציע ביצועים טובים יותר. תא הנוסעים שלו ארוך יותר ב־1.66 מטר וגבוה יותר ב־14 ס"מ, וניתן לשאת בו 29 נוסעים בנוסף לשלושה אנשי צוות. להטסת מטענים יוכל המסוק החדש לשאת 6 טון בתוך תא הנוסעים, או 7 טון בתלייה חיצונית. מהירותו המרבית 320 ק"מ/ש' ומהירות השיוט 290 ק"מ/ש'.

מסוקי ה־**Mi-38** הסדרתיים ייוצרו במפעלי **קאזאן הליקופטרים**, בהם מיוצרים כיום גם המסוקים ממשפחת **Mi-8/Mi-17** והמסוקים הקלים **Ansat**.

## מטוסי נוסעים סילוניים

**חברת המטוסים המאוחדת** (UAC) מנסה להגביר את נתח הפעילות האזרחי שלה באמצעות שתי תוכניות עיקריות: מטוס הנוסעים לטיסות אזוריות **סוחוי סופר ג'ט 100**, ומטוס הנוסעים צר־הגוף לטווחים קצרים **אירקוט MC-21**.

**הסופר ג'ט 100**, בעל קיבולת אופיינית של 86 עד 108 מושבים, נכנס לשירות לפני כארבע שנים ועד כה סופקו 66 מטוסים סדרתיים. היקף המכירות הסתכם עד לפתיחת התערוכה ב־115 הזמנות החלטיות, ועוד אופציות לרכישת 15 מטוסים נוספים. הלקוחה המערבית היחידה ל**סופר ג'ט 100** היא חברת התעופה המקסיקנית **אינטרג'ט**, שהזמינה 30 מטוסים. ביום פתיחת התערוכה פורסם כי חברת ההחכרה הממשלתית ברוסיה (GTLK) חתמה על הסכם עם **סוחוי מטוסים אזרחיים** לרכישת 32 מטוסי **סופר ג'ט 100**, עם אופציה לרכישת 28 מטוסים נוספים. המטוסים המוזמנים יסופקו מ־2015 עד סוף 2017 ויוחכרו לחברות תעופה רוסיות, שהראשונה מביניהן תהיה **Yamal**.

תוכנית הפיתוח והייצור של **הסופר ג'ט 100** הסבה ל**חברת המטוסים המאוחדת** הפסדים כבדים, והכניסה אותה לחובות שהקשו על המשך פעילותה. מתוך אינטרס לאומי לאפשר את קיומה של תעשיית מטוסים אזרחיים ברוסיה, התחייבה הממשלה בחודש מארס השנה להעביר לחברה סיוע בסכום של מאה מיליארד רובל (כ־1.5 מיליארד דולר בשערי החליפין הנוכחיים).

ה־**MC-21**, ששייך לקטגוריה של משפחות ה**בואינג 737** וה**איירבאס A320**, מפותח על־ידי חברת **אירקוט**. מפותחים כיום שני דגמים, שנבדלים באורך הגוף שלהם — **MC-21-200** עם קיבולת של 130 עד 179 מושבים, ו־**MC-21-300** עם 160 עד 211 מושבים. המטוסים ייוצרו בחלקם מחומרים מרוכבים, יצוידו במנוע האמריקני **PW1400G** או במנוע הרוסי **PD-14** (בהתאם להעדפת הלקוח), וינצלו טכנולוגיות מתקדמות ומערכות רוסיות ומערביות. אב־הטיפוס הראשון של ה־**MC-21-300** צפוי לבצע טיסת בכורה באמצע 2016.

## תחליף מודרני ל־An-2

למטוס התובלה הקל **אנטונוב An-2** לא נמצא עד היום תחליף ראוי. כ־17,000 מטוסי בוכנה כאלה נבנו מאז תחילת הייצור בשנת 1948, בקווי ייצור שפעלו בברית־המועצות (אוקראינה), בפולין ובסין (תחת הסימון **Y-5**). המטוס הדו־כנפי הפשוט להפעלה והאמין, בעל כושר נשיאה של 1,500 ק"ג, התאפיין ביכולת המראה ונחיתה קצרה כמעט מכל מקום, מבלי להזדקק למסלולים מוכשרים, עם מהירות הזדקרות נמוכה מאוד. מאות רבות של מטוסים כאלה ממשיכים לפעול בכל רחבי העולם, כשהם משמשים לתובלת אנשים ומטענים, להצנחה, לריסוס מהאוויר, לכיבוי שריפות, לפינוי חולים ופצועים מאזורים שהגישה

אב־הטיפוס הרביעי של מסוק התובלה הבינוני החדש **Mi-38** השתתף במפגני הטיסה היומיים.

למעלה: אב־הטיפוס של הדגם ארוך־הטווח של **הסוחוי סופר ג'ט 100** במפגן הטיסה בשמי הסלון.
למטה: **סופר ג'ט 100** שיופעל על־ידי חברת התעופה הרוסית **יאמאל** בחכירה הוצג בתערוכה הקרקעית.

דגם מוקטן של מטוס הנוסעים **MC-21-300** בביתן התצוגה של **חברת המטוסים המאוחדת**.

אליהם קשה, ועוד. אבל המשך תחזוקתו של המנוע הרדיאלי המיושן עם תצרוכת הדלק הגבוהה היא בעיה קשה.

ניסיונות להסב את ה־**An-2** למנוע טורבו־מדחף נעשו מספר פעמים בעבר, אך לא זכו בהצלחה מסחרית בגלל המנועים הנחותים שנבחרו. חברת **אנטונוב** האוקראינית הציעה בשנות ה־90' את ההסבה ל־**An-3**, עם מנוע טורבו־מדחף רוסי מסוג **TVD-20** בעל הספק מרבי של 1,375 כ"ס צירי (לעומת 1,000 כ"ס במנוע הבוכנה המקורי). המנוע החזק יותר אפשר להגדיל את משקל ההמראה המרבי ב־300 ק"ג, ואת כושר הנשיאה באותה מידה. הושג גם שיפור במהירות הטיסה, שיעור הנסיקה, הטווח וכדומה.

לפני שנתיים הציגה **אנטונוב** את הדגם **An-2-100**, שצויד במנוע טורבו־מדחף מסוג **MS-14** מתוצרת חברת **מוטור זיך** האוקראינית, בעל הספק מרבי של 1,500 כ"ס צירי בהמראה ו־1,050 כ"ס צירי בשיוט. בספטמבר 2013 חתמה **אנטונוב** על הסכם שיתוף פעולה עם חברת **Cuban Aviation** לביצוע הסבות של מטוסי **An-2** בקובה למנוע הטורבו־מדחף של **מוטור זיך**.

בתערוכת MAKS הנוכחית הציג **מכון המחקר הסיבירי לתעופה** (**SibNIA**) שתי הסבות למטוסי **An-2** — האחת, החלפת מנוע הבוכנה הרדיאלי במנוע טורבו־מדחף אמריקני מסוג **האנייוול TPE331-12UAN** בעל הספק של 1,100 כ"ס צירי בהמראה, במטוס שמכונה **TVS-2MS**; השנייה, הוספת שינוי אווירודינמי שמתבטא בחיבור הכנף התחתית אל הכנף העליונה באמצעות מה שנראה כמו כנפון קצה־כנף (winglet), במטוס שמכונה **TVS-2DT**.

ה־**TVS-2MS** הוטס לראשונה כבר בספטמבר 2011, והוצג בתערוכת MAKS הקודמת. **מכון המחקר הסיבירי לתעופה** חתם באוגוסט 2013 על הסכם עם חברת **האנייוול** לאספקה אפשרית של 300 מנועים שישמשו להשבחת מטוסי **An-2** ברוסיה. נבחנה גם האפשרות ש**האנייוול** תסייע בהשבחה אוויונית של מטוסי ה־**An-2** שיצוידו במנוע הטורבו־מדחף.

למעלה: **TVS-2MS** עם מנוע טורבו־מדחף של **האנייוול**. למטה: ההסבה החד־כנפית **TR-301** של **טכנורגיון**.

ה־**TVS-2DT** ביצע טיסת בכורה ב־10 ביוני השנה, לאחר השלמת ביצוע השינויים האווירודינמיים במפעל של **סוחוי** בנובוסיבירסק, כאשר החלקים החדשים של הכנפיים יוצרו מחומרים מרוכבים. אב־הטיפוס הזה הוצג הן על הקרקע והן במפגני הטיסה היומיים בתערוכה, ומשך תשומת לב רבה.

תחליף חדש נוסף ל־**An-2** שנראה הפעם בתערוכה הוא ה־**TR-301** מתוצרת החברה הרוסית **טכנורגיון**. זוהי הסבה של ה־**An-2** למטוס חד־כנפי, עם אותו מנוע בוכנה רדיאלי מסוג **ASh-62IR**, שהוסיפו לו הזרקת דלק המשפרת את יעילותו. משקלו הריק כ־3,000 ק"ג (נמוך ב־450 ק"ג מזה של ה־**An-2**), והוא ממריא במשקל מרבי של 4,300 ק"ג (לעומת 5,500 ק"ג באנטונוב המקורי).

ה־**TVS-2DT** של **מכון המחקר הסיבירי לתעופה** משלב תכן מקורי לחיבור הכנף התחתית אל הכנף העליונה במבנה העשוי מחומרים מרוכבים.

# כלי־טיס בלתי מאוישים

בסלון האווירי בז'וקובסקי לא נראו הפעם כטב"מים צבאיים טקטיים או אסטרטגיים. אפשר להסביר זאת, אולי, ברצונם של השלטונות הרוסיים לשמור בסודיות פיתוחים מתקדמים, אבל ייתכן גם שהרוסים פשוט לא התקדמו מספיק בתחום זה ואין להם מוצרים ממשיים להציג.

במסיבת העיתונאים שקיים בתערוכה, העיר הנשיא החדש של **חברת המטוסים המאוחדת**, יורי סליאוסאר, בתשובה לשאלה: "יש לנו מספר חוזים עם משרד ההגנה לפיתוח כטב"מים עבורם. למרבה הצער, אינני יכול לפרט הרבה בנושא זה, אבל חוזים כאלה מבוצעים".

בתערוכה הוצגו הפעם מבחר כטב"מים קטנים, שפותחו ומיוצרים ברוסיה על־ידי חברות פרטיות — במיוחד **ENICS** ו־**Zala Aero**.

בנוסף למבחר גדול של מטוסי מטרה זעירים, הציגה **אניקס** שני מיני־כטב"מים:

**Eleron-3SV** — מיני־כטב"ם בעל הנעה חשמלית במשקל 5.3 ק"ג, הנושא מטע"ד צילום של עד 1 ק"ג, שיכול לפעול בטווח של עד 25 ק"מ ולשהות באוויר במשך 100 דקות.

**Eleron-10SV** — מיני־כטב"ם בעל הנעה חשמלית במשקל 15.5 ק"ג, הנושא מטע"ד צילום של עד 2 ק"ג, שיכול לפעול בטווח של עד 60 ק"מ ולשהות באוויר במשך שעתיים וחצי.

כלים אלה, המשוגרים באמצעות מעוט ונוחתים עם מצנח, הוכיחו יכולת לפעול באזור הארקטי בטמפרטורות נמוכות עד מינוס 30 מעלות.

קבוצת **זאלה איירו** הציגה מבחר גדול יותר של כלים בלתי מאוישים, שכוללים גם בלוני תצפית הקשורים לרכב קרקעי ומסוקים זעירים. הקבוצה מציעה את הכטב"ם הטקטי **זאלה 20-421** במשקל 200 ק"ג, היכול לשהות באוויר במשך 6 עד 8 שעות בטווח של עד 70 ק"מ. בנוסף פותחו שישה דגמים שונים של מיני־כטב"מים, במשקלים מ־2.5 ק"ג עד 29.5 ק"ג. הגדול מבין המיני־כטב"מים, שמכונה **זאלה 16E5-421**, יכול לטוס במשך 6 עד 7 שעות בטווח של עד 150 ק"מ.

מוצר מעניין במיוחד שנחשף לראשונה בתערוכה השנה הוא כלי־הטיס האמפיבי **Chirok** שממריא ונוחת על כרית אוויר בגחונו, אשר מפותח על־ידי החברה־הבת המאוחדת לייצור מכשור (**UIMC**) של התאגיד הממשלתי הגדול **רוסטק**. הדגם בקנה מידה מלא מייצג את אב־הטיפוס המאויש שישמש לניסויי טיסה, כאשר הכוונה הסופית היא לייצר כטב"ם.

**השירוק** שייבנה כולו מחומרים מרוכבים, עם מוטת כנף של 10 מטר, יצויד בשני מנועי **רוטקס 912ULS-2** בעלי הספק של 100 כ"ס כל אחד. הוא ישייט במהירות של 250 ק"מ/ש' ברום של 3,000 מטר, ויוכל להגיע לטווח מרבי של 2,100 ק"מ (נתון שמצביע על זמן שהייה ארוך מאוד באוויר במשימות סיור). משקל ההמראה המרבי 700 ק"ג, עם כושר נשיאת מטען תכליתי של 210 ק"ג. הגרסה הצבאית של **השירוק** תוכל לשמש גם ככטב"ם תקיפה נושא חימוש.

התצוגה של **ENICS**. שני המיני־כטב"מים נראים על המעוטים הפניאומטיים שלהם.

המיני־כטב"ם **16E5-421** ושני דגמים קטנים יותר(למעלה), והכטב"ם הטקטי **20-421** (למטה) של **זאלה**.

דגם בקנה מידה מלא של כלי־הטיס הדו־מנועי **שירוק** בגרסתו המאוישת. **השירוק** ימריא וינחת על יבשה או מים באמצעות כרית אוויר בגחונו.

# כטב"מים ישראליים מיוצרים ומופעלים ברוסיה

את הצורך המבצעי הדחוף בכטב"מים טקטיים לתצפית ולאיסוף מודיעין חזותי מילא הצבא הרוסי בעשור הנוכחי באמצעות מערכות שנרכשו מישראל. בסקירתנו על תערוכת MAKS באוגוסט 2009 דיווחנו על הצגת הכטב"ם הטקטי המשופר **סרצ'ר III** והמיני-כטב"ם **Bird-Eye 400** בביתן התצוגה של **התעשייה האווירית לישראל** (ראה "ביעף" e110 עמ' 18). הזכרנו שם הודעה של סגן שר ההגנה הרוסי מה-10 באפריל 2009 על חתימת חוזה עם **התע"א** בהיקף של כ-50 מיליון דולר לרכישת מערכות כטב"מים.

לפי דיווחים באמצעי תקשורת ובאתרי אינטרנט רוסיים, לא רק שהעסקה ההיא אכן התקיימה, אלא שאחריה נחתמו עסקאות נוספות בין משרד ההגנה הרוסי ל**תע"א**. המקורות הרוסיים גילו כי עסקה שנייה לרכישת כטב"מים נחתמה עם **התע"א** ב-2010 בהיקף כספי דומה לעסקה הראשונה, וב-13 באוקטובר אותה שנה נחתמה עסקה בהיקף של כ-400 מיליון דולר להקמת קו הרכבה של הכטב"מים הישראליים ברוסיה. ל**סרצ'ר III** ניתן השם הרוסי **Forpost**, וה-**Bird-Eye 400** מכונה ברוסיה **Zastava**.

משרד ההגנה הרוסי בחר להקים את קו ההרכבה לכטב"מים **במפעלי תעופה אזרחית באוראל (UZGA)**, שעוסקים בעיקר בתחזוקה ושיפוץ של מסוקים ומנועי מסוקים, ושייכים לתאגיד **רוסטק**. בדו"ח השנתי שלהם לשנת 2011 דיווחו המפעלים באוראל כי זכו בחוזה ממשרד ההגנה הרוסי להרכבת 27 מערכות **זאסטאווה** בהיקף כספי של 1.329 מיליארד רובל ו-10 מערכות **פורפוסט** בסכום של 9 מיליארד רובל, לאספקה מ-2012 עד 2014. הרכבת **הפורפוסט** הראשון הושלמה ביולי 2012, כפי שהודיע אז מנכ"ל המפעל באוראל.

מתברר, שהצבא הרוסי הפעיל את הכטב"מים האלה גם בעימות הנוכחי במזרח אוקראינה. שלטונות אוקראינה הציגו הוכחות לכך בתמונות של שני כטב"מים מסוג **פורפוסט** שהופלו בחודש מאי השנה, ושל **זאסטאווה** שנתפס על-ידי חיילים אוקראינים לאחר שנחת בשטח שבשליטתם. הכטב"מים נשאו תוויות יצרן הן של מפעל **UZGA** והן של **התע"א**.

אולם ההרכבה של הכטב"מים מדגם **פורפוסט (סרצ'ר III) במפעלי תעופה אזרחית באוראל**.

למעלה: הכטב"ם הרוסי **פורפוסט** מספר 923 שהופל במזרח אוקראינה. למטה: השברים שנאספו וסודרו.

למעלה: תווית היצרן של **פורפוסט** מספר 923.
למטה: ה**זאסטאווה** שנחת ונתפס באוקראינה.

# מערכות הגנה אווירית

לאחר שבסלון הקודם לפני שש שנים ראינו מקרוב את מערכת ההגנה האווירית **פאבוריט** עם סוללת טילי הקרקע־אוויר **S-300PMU-2**, וקיבלנו מידע על מערכת **טריומף** עם סוללת הטילים **S-400**, נחשפנו הפעם למערכות הגנה אווירית נוספות המוצעות לייצוא.

תאגיד **Almaz-Antey** הציג את המערכת הניידת **אנטיי 2500** (שסומנה בעבר **S-300VM**), המסוגלת להתמודד בהצלחה עם מגוון איומים אוויריים, החל מטילים בליסטיים לטווח בינוני (2,500 ק"מ) וטילים בליסטיים טקטיים, וכלה במטוסים ובטילי שיוט. כל רכיבי המערכת נישאים על כלי־רכב זחליים בעלי עבירות גבוהה.

לגילוי ולרכישת מטרות משתמשת המערכת במכ"ם סריקה **9S15ME** המסתובב מכנית ב־360 מעלות עם הטיה אלקטרונית של הקרן עד 65 מעלות במישור האנכי, שסורק לטווח של עד 500 ק"מ; במכ"ם **9S19ME**, הסורק בגזרה צרה לאחר שקיבל נתונים ראשוניים על כיוון המטרה, ויכול להעסיק טילים בליסטיים מטווח של 90 עד 120 ק"מ (תלוי בשח"ם שלהם); ובקרון שליטה המסומן **9S457ME**. להנחיית טילי היירוט משמש מכ"ם **9S32ME**, המסוגל לעקוב בו־זמנית אחרי 12 מטרות.

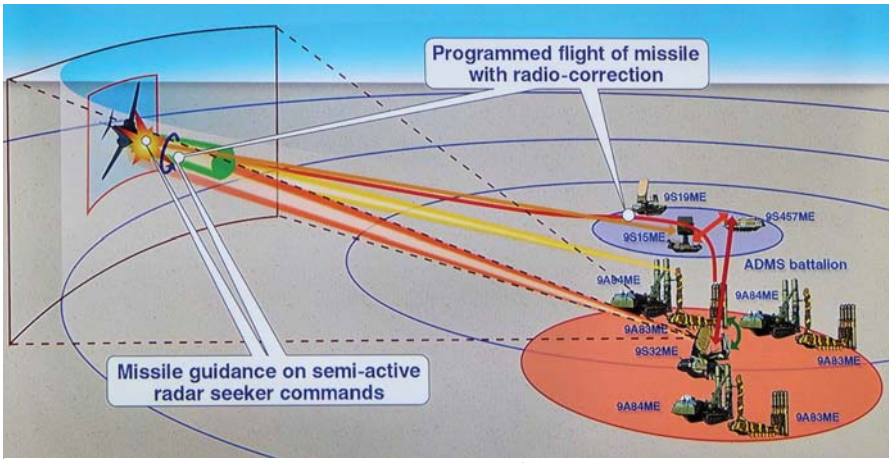
המערכת יכולה לשלוט בשישה משגרים נפרדים, שכל אחד מהם מאחסן ארבעה טילי יירוט מדגם **9M83ME** בתוך זבילים סגורים. טילים אלה יכולים להשמיד מטוסים בטווח של 120 עד 130 ק"מ, וטילים בליסטיים טקטיים בטווח של עד 40 ק"מ. ליירוט טילים בליסטיים לטווח בינוני, או מטוסים גדולים בטווח של עד 200 ק"מ, מיועדים טילי **9M82ME** בעלי מאיץ רקטי מוגדל, המשוגרים מרכב נפרד שנושא שני זבילים.

בסלון הקודם הוצגה מערכת **BUK-M2E** על רכב זחלילי, ועכשיו היא מוצעת על רכב גלגלי חדש. זוהי מערכת טילי הקרקע־אוויר שלה מייחסים את הפלת מטוס ה**בואינג 777** של חברת התעופה המאלזית מעל מזרח אוקראינה ביולי 2014.

מערכת **BUK-M2E**, שמיוצרת במפעלי **אלמאז־אנטיי** באוליאנובסק, מיועדת ליירט מטוסים בטווחים שבין 3 ל־45 ק"מ וברום מרבי של 25 ק"מ. המערכת מסוגלת עקרונית ליירט גם טילים בליסטיים טקטיים וטילי שיוט הטסים נמוך (ברום של כ־100 מטר) בטווח של 20 ק"מ — אך סיכויי ההצלחה בירי טיל בודד הם רק כ־70%. הרכב נושא את מכ"ם בקרת הירי יחד עם ארבעה טילי קרקע־אוויר מדגם **9M317**. סוללה השולטת במספר רכבי שיגור כוללת גם רכב נושא מכ"ם חיפוש **9S18M1-3E**, ורכב הנושא את מרכז השליטה עם אנטנת תקשורת הנפרסת לגובה.

מפעלי **IEMP Kupol**, השייכים גם הם לתאגיד **אלמאז־אנטיי**, הציגו את מערכות **TOR-M2E** ו־**OSA-AKM1**. את הראשונה תארנו בסקירת הסלון הקודם. השנייה היא גרסה מודרנית למערכת שמוכרת היטב באזורנו בכינוי נאט"ו **SA-8**.

המערכת הניידת להגנה אווירית בטווחים




למטה: רכבי השיגור של מערכת **אנטיי 2500** — ארבעה זבילים עם טילי **9M83ME** (משמאל) ושני זבילים עם טילי **9M82ME** (מימין). למעלה: עקרונות הפעולה של המערכת הזו.

ארבעה טילי **9M317** של מערכת **BUK-M2E**.

קצרים **OSA-AKM1** נושאת על רכב גלגלי אחד הן את המכ"מים לחיפוש ולבקרת־ירי והן שישה טילי קרקע־אוויר מדגם **9M33M3**. מכ"ם החיפוש יכול לגלות מטוסים עד לטווח של 35 ק"מ. ביכולת הטילים לפגוע במטרות הטסות במרחק של 1.5 עד 10 ק"מ, ברום של עד 5 ק"מ. בתערוכה הוצג שימוש נוסף במערכת זו לשיגור טילי מטרה מסוג **9F841M**, המשמשים לאימון מפעילי מערכות נ"מ.

חברת **KBP** הציגה את מערכת **Pantsir-S1** המיועדת להגן מפני איומים אוויריים בטווחים קצרים באמצעות שילוב של טילי קרקע־אוויר ותותחי נ"מ המותקנים על כלי־רכב אחד. הרכב נושא 12 טילים קטנים יחסית (74.5 ק"ג) מסוג **57E6-E**, ושני תותחים אוטומטיים בקוטר 30 מ"מ עם 1,400 פגזים. המערכת מופעלת על־ידי שלושה אנשי צוות.

מכ"ם החיפוש שמותקן על רכב **הפאנציר** יכול לגלות מטוסים מטווח של 32–36 ק"מ, ומכ"ם העקיבה רוכש מטרות ועוקב אחריהן עד טווח של 24–28 ק"מ (תלוי בגודל המטרה). טילי הקרקע־אוויר יעילים בטווחים של 1.2 עד 20 ק"מ וברום של 15 מטר עד 15 ק"מ. התותחים מסוגלים לפגוע במטרות בטווח של 200 מטר עד 4 ק"מ, וברום של עד 3 ק"מ.

למטה: המכ"ם **55Zh6UME**, פרי פיתוחו של **מכון המחקר ניז'ני־נובגורוד להנדסת רדיו (NNIIRT)**, משלב אנטנת VHF גדולה עם אנטנה קטנה יותר בתחום התדירויות L, שמותקנות גב לגב על מרכב מסתובב. המכ"ם יכול לעקוב אחרי 200 מטרות בטווחים של 10 עד 600 ק"מ וברום של עד 80 ק"מ. שילוב האנטנות משפר את יכולת הגילוי של מטרות בעלות שח"ם קטן.

למעלה: מערכת **OSA-AKM1**. למטה: מערכת **Pantsir-S1** (משמאל) ליד רכב נושא טילי נ"ט **קורנט**.

# מטוסים היסטוריים

**מיג־3** — אחד ממטוסי הקרב הבולטים של ברית־המועצות בתחילת מלחמת העולם השנייה. כ־3,170 מטוסים יוצרו מדצמבר 1940 עד סוף דצמבר 1941, והופעלו עד סוף המלחמה. המטוס המוצג שוקם לפני כעשור על־ידי חברת **Aviarestoration** מנובו־סיבירסק תוך שימוש בחלקים משברי מטוסים שנמצאו והשלמת חלקים, עם מנוע **מיקולין AM-38**, והוחזר לכושר טיסה.

**מיג 1.44** — מדגים טכנולוגי דו־מנועי למטוס קרב חמקן מהדור החמישי, בתצורה של כנף דלתה ומשטחי קנארד לפניה, שפותח בתחילת שנות ה־90'. ביצע ריצות על המסלול בז'וקובסקי בדצמבר 1994, אך המריא לטיסת בכורה רק בפברואר 2000 בגלל בעיות מימון. הפרויקט בוטל בעקבות העדפת ההצעה של **סוחוי** לפיתוח ה־**T-50**. אב־הטיפוס היחיד נותר בהאנגר בז'וקובסקי.

**מיאסישצ'ב VM-T אטלנט** (אטלס) — שני מפציצים מדגם **3M** הוסבו ב־1981 להטסת מעבורת החלל **בוראן** ורכיבים של המשגר **אנרגיה** ממפעלי הייצור ליד מוסקבה לאתר השיגור בייקונור בקזחסטאן. הם ביצעו כ־150 טיסות להעברת המטענים הגדולים על גבם.
המטוס השני הוצג בתערוכה עם מטען גדול דמוי ביצה, שמחבר את החיפוי הקדמי והחיפוי האחורי של מיכל הדלק הגדול של **אנרגיה**.

למעלה: **פוליקארפוב I-153 צ'איקה** — מטוס קרב דו־כנפי מסוף שנות ה־30'. זהו דגם משופר של ה־**I-15** עם כן־נסע מתקפל. הופעל לפני מלחמת העולם השנייה וגם בתחילתה.

למעלה משמאל: **פוליקארפוב I-15 bis** — מטוס קרב דו־כנפי שפותח ב־1933. חימושו כלל שני מקלעים בקוטר 7.62 מ"מ מסונכרנים לירי דרך מישור המדחף, וארבע פצצות של 10 ק"ג מתחת לכנף.

**פוליקארפוב I-15 DIT** — שחזור של הדגם הדו־מושבי לאימון, ממנו נבנו רק שלושה מטוסים בשנת 1937.

# מוזיאון חיל האוויר הרוסי במונינו

בלב אזור מיוער ליד העיירה מונינו, כ־40 ק"מ מזרחית למוסקבה, שוכן המוזיאון הגדול של חיל האוויר הרוסי. המוזיאון, שנחנך בשנת 1960, ממוקם בסמוך לשדה תעופה צבאי שהופעל מבצעית מ־1932 עד 1956. בבסיס זה נמצאת זה עשרות שנים האקדמיה של חיל האוויר הרוסי, הנקראת על שמם של פרופ' ז'וקובסקי והקוסמונאוט גאגארין.

במוזיאון מוצגים כיום קרוב ל־130 כלי־טיס, המייצגים את התעופה הרוסית והסובייטית משנת 1910 ועד סוף המאה העשרים. כ־100 המטוסים והמסוקים מהשנים שלאחר מלחמת העולם השנייה מוצגים בשטח פתוח, בעוד שהמטוסים הישנים יותר נשמרים בתוך שני האנגרים סגורים.

המבחר העשיר והמגוון כולל בעיקר כלי־טיס צבאיים שהופעלו בחיל האוויר הסובייטי והרוסי, אך נכללים גם אבות־טיפוס מעניינים של מטוסים צבאיים שפותחו למטרות מחקר וניסויים ולא הגיעו לשלב מבצעי. בנוסף, מוצגים גם מספר מטוסי נוסעים אזרחיים — כולל ה**טופולב Tu-144** העל־קולי, וכן מטוסים קלים אחדים ודאונים.

מבחר המוצגים מייצג היטב את רוב הדגמים החשובים שהופעלו בתעופה הצבאית הסובייטית והרוסית אחרי מלחמת העולם השנייה:

- מפציצים טקטיים ואסטרטגיים, בעיקר של **טופולב** — מה־**Tu-4** הבוכנתי (העתק של ה**בואינג B-29**) שנכנס לשירות בסוף שנות ה־40', וה־**Tu-16** הסילוני שפותח בשנות ה־50', ועד ל־**Tu-95** התת־קולי וה־**Tu-22** העל־קולי שנמצאים בשירות עד היום.
- מטוסי קרב ותקיפה סילוניים מכל הסוגים — מה**מיג-9** עד ל**מיג-29**; מה**סוחוי־7** עד ל**סוחוי־27**; ומה**יאק-23** עד ל**יאק-28**.
- מטוסי קרב לתפעול מנושאות מטוסים בים — **יאק-36**, **יאק-38** ו**יאק-141**.
- מטוסי תובלה בינוניים וגדולים, מה**אנטונוב An-12** עד ל־**An-22**; וגם ה**איליושין IL-76**.
- מסוקים מכל הסוגים והגדלים — מה**מיל Mi-1** עד ה־**Mi-26**; מה**קאמוב Ka-18** עד ל־**Ka-26**; וגם ה**יאק-24**.
- מטוסי אימון סילוניים, דוגמת ה־**L-29 דלפין** וה**יאק-130**.
- מטוסים אמפיביים — מוצג רק ה**ברייב Be-12** ללוחמה בצוללות.
- אמצעי חימוש — חלק ממטוסי הקרב והתקיפה ומהמפציצים מוצגים עם החימוש שנשאו, דוגמת טילי אוויר־אוויר, טילי אוויר־קרקע וכוורות רקטות. גם מסוקי התקיפה (**Mi-24**) מוצגים עם חימושם האופייני.

לתועלת המבקרים הזרים, שלטי ההסבר ליד המטוסים כתובים גם באנגלית. ביקרנו במוזיאון במונינו ב־28 באוגוסט, ואנו מגישים כאן מבחר תמונות של המוצגים המעניינים במיוחד והפחות מוכרים.

כביש הגישה למוזיאון באזור המיוער במונינו.

השלט המכריז על המוזיאון המרכזי של חיל האוויר הרוסי.

למעלה: המוסך החיצוני בו מוצגים 9 מטוסים היסטוריים מתקופת מלחמת העולם השנייה. למטה: הכניסה לאזור הפתוח בו נמצאים כ־100 כלי־הטיס מהתקופות המאוחרות יותר. מאחור נראה המוסך בו נשמרים המטוסים הישנים מראשית ימי התעופה ברוסיה.

משמאל: **Farman IV** – מטוסי פארמן צרפתיים רבים הופעלו ברוסיה החל משנת 1910. במוזיאון מוצג מטוס משוחזר שנבנה על־ידי מועדון תעופה ספורטיבית בלנינגראד לצורך השתתפות בסרט קולנוע, וצויד במנוע לא מקורי.

מימין: **פטליאקוב Pe-2** – מפציץ הצלילה הנפוץ ביותר של חיל האוויר הסובייטי ב"מלחמה הפטריוטית הגדולה" (החזית המזרחית במלחמת העולם השנייה) בין 1941 ל־1945.

למטה: **ברזניאק איסייב BI-1** – מטוס יירוט ניסיוני עם מנוע רקטי מוזן בדלק נוזלי. ביצע טיסות ניסוי קצרות בשנים 1942–43, אך הפרויקט בוטל בעקבות התרסקות אב־הטיפוס.

למטה (מימין לשמאל): שחזור של **הסיקורסקי S-22 איליה מורומץ** הארבע־מנועי מ־1913, ששימש כמפציץ במלחמת העולם הראשונה; **סופווית' טריפלן** תלת־כנפי מ־1917 (משוחזר); **וואזין (Voisin)** מ־1916; **וטופולב ANT-2** מקורי מ־1924. ממעל תלויים דאונים שונים והמטוס הזעיר **סטורק־2** (מימין).

מטוסי מלחמת העולם השנייה המוצגים בהאנגר נפרד.

למעלה מימין: מטוס הקרב **יאקובלב Yak-9U** שנכנס לשירות ב־1944 והופעל גם אחרי המלחמה. (המטוס המוצג יוצר ב־1947).
למעלה משמאל: מטוס הקרב **לאבושקין La-7** שנכנס לשירות ב־1944.

משמאל: מטוס התקיפה המפורסם **איליושין IL-2 סטורמוביק** שהופעל ביעילות רבה נגד כוחות גרמניה הנאצית משנת 1941.

למעלה: מטוס האימון הראשוני **פוליקארפוב Po-2** שנבנה ב־1945. המטוס הדו־כנפי פותח ב־1927 וכונה בתחילה **U-2**. יוצר במספרים גדולים עד 1953. בתקופת המלחמה שימש גם לסיור ותקיפה.

משמאל: **פוליקארפוב I-16** — מטוס קרב שפותח בשנת 1933 ונכנס לייצור סדרתי שנה לאחר מכן. בעת הופעתו היה ממטוסי הקרב החד־כנפיים היחידים בעולם, שמהירותו עלתה על כל מתחריו. הופעל במלחמת האזרחים בספרד, ושירת גם בראשית מלחמת העולם השנייה.

משמאל: **מיל Mi-2** – מסוק קל דו־מנועי לשמונה נוסעים, שפותח בתחילת שנות ה־60' ויוצר בפולין במספרים גדולים.

למטה: **יאקובלב Yak-24** – מסוק כבד בעל שני רוטורים ראשיים, מלפנים ומאחור, שנשא 30 חיילים. נכנס לשירות ב־1956.

בתמונה השלישית: מסוקי התקיפה **מיל Mi-24** מתת־דגמים שונים. הדגם הראשוני **Mi-24A** (שלישי משמאל), שיוצר מ־1970, היה עם חרטום בלתי מדורג. ב־**Mi-24D** (שני משמאל) מוקמו הטייסים בתאים מדורגים לשיפור הראות. ה־**Mi-24V** (משמאל) נכנס לשירות ב־1976 עם מערכת נשק משופרת שכללה טילי נ"ט מתקדמים **AT-6**.

בתחתית העמוד: המסוק הענקי **מיל V-12** הציב בשנת 1969 סדרה של שיאים עולמיים, שכללו נשיאת מטען מרבי של 40,204 ק"ג לרום של 2,000 מטר. המסוק, בעל התצורה החריגה עם שני רוטורים ראשיים זה בצד זה, הוכיח כישורי טיסה טובים בטיסות הניסוי שבוצעו מ־1968 עד לסגירת הפרויקט ב־1974.
אב־הטיפוס הראשון הוצג בסלון האווירי בפאריס ביוני 1971.
במוזיאון מוצג אב־הטיפוס השני.

**טופולב Tu-4** – מפציץ אסטרטגי ארוך־טווח שפותח אחרי מלחמת העולם השנייה כהעתק של **הבואינג B-29 סופרפורטרס** האמריקני, עם מנועי בוכנה רוסיים. המטוס המוצג הופעל מבצעית מ־1952 עד 1958. בתום שירותו הוטס למונינו והיה לאחד המוצגים הראשונים במוזיאון.

**טופולב Tu-16K** – מפציץ סילוני תת־קולי, ארוך־טווח, נושא טילי שיוט נגד מטרות קרקעיות וימיות. על המטוס בתצוגה תלויים שני טילי **KSR-5** (בקוד נאט"ו **AS-6 קינגפיש**), הנושאים ראש קרבי בן 900 ק"ג לטווח של 240 ק"מ.

**טופולב Tu-22** – מפציץ על־קולי ארוך־טווח, ששימש גם כמטוס צילום. נכנס לשירות בתחילת שנות ה־60' והופעל עד שנות ה־90'.
המטוס המוצג במוזיאון יוצר ב־1960 והופעל מבצעית מ־1962 עד 1965. לאחר מכן הועבר לאקדמיה הטכנית ושימש להדרכת צוותי קרקע.

**טופולב Tu-95MS** – מפציץ אסטרטגי בין־יבשתי עם מנועי טורבו־מדחף, נושא טילי שיוט, שנכנס לשירות בשנות ה־80' ועדיין מופעל מבצעית. זהו דגם מתקדם ומשופר של ה־**Tu-95** המקורי, שפותח בשנות ה־50', אשר מוצג גם הוא במוזיאון.

**סוחוי T-4 / 100** – אב־טיפוס ניסיוני למפציץ אסטרטגי על־קולי (מאך 3). נבנה בחלקו מטיטאניום, והותקנה בו לראשונה מערכת בקרת טיסה חשמלית (טוס־על־חוט). התאפיין בחרטום המוטה כלפי מטה בהמראה ונחיתה לשיפור הראות של הטייסים (כמו ב־**Tu-144**). ביצע עשר טיסות ניסוי מאוגוסט 1972 עד ינואר 1974, כאשר הפרויקט בוטל.

**בריב Be-12** – מטוס אמפיבי לסיור ימי ולוחמה בצוללות, שהופעל משנות ה־60' בזרוע האווירית של חיל הים הסובייטי.

למעלה: **מיאסישצ'ב 3M** — מפציץ אסטרטגי בין־יבשתי שיוצר ב־1960.

מימין: כטב"ם הצילום הסילוני **טופולב Tu-141 סטריז'** שהופעל בשנות ה־80'.

למטה: **מיקויאן 105.11** — כלי־טיס ניסיוני שהוטל ממטוס **Tu-95** לבחינת תכונות היציבות והניהוג באטמוספירה של מטוס מאויש לטיסות מסלוליות בחלל (**EPOS**).

**טילים המשוגרים מהאוויר** (למטה):
**RS-2-US** (בקוד נאט"ו **AA-1A**) — טיל אוויר־אוויר לטווח קצר שנכנס לשירות ב־1960, נישא מתחת לכנפו של **סוחוי Su-9**.
**R-8** (בקוד נאט"ו **AA-3**) — טיל אוויר־אוויר לטווח קצר שנכנס לשירות ב־1961, תלוי כאן על **סוחוי Su-11**.
**R-4R** (בקוד נאט"ו **AA-5**) — טיל אוויר־אוויר ששימש מ־1965 כחימושו של מטוס היירוט **טופולב Tu-128**.
**Kh-25MP** (בקוד נאט"ו **AS-10**) — טיל אוויר־קרקע נגד מטרות קורנות התלוי על **סוחוי Su-17M3**.

R-8

RS-2-US

Kh-25MP

R-4R

# המוזיאון המרכזי של הכוחות הצבאיים של הפדרציה הרוסית

בבניין רחב־ידיים ומפואר בצפון מוסקבה, שנבנה במיוחד למטרה זו ונחנך במאי 1965, שוכן המוזיאון המרכזי של הכוחות הצבאיים של הפדרציה הרוסית, בו ביקרנו ב־29 באוגוסט.

המוזיאון מתעד ומתאר את התפתחות הצבא הסובייטי והרוסי על כל זרועותיו מאז תחילת המאה ה־20', ואת פעילויותיו במלחמות שבהן השתתף במשך השנים. המוזיאון מחולק ל־24 אולמות בשטח כולל של כ־5,000 מ"ר על פני שתי קומות המוקדשים בסדר כרונולוגי לתקופות השונות, בהם מוצגים תמונות, מסמכים, אותות, כלי־נשק, מדים, ציוד אישי של חיילים, ועוד.

העיצוב מושך את העין והמוצגים מעניינים למדי, אך כל הכיתוב הוא ברוסית בלבד. תייר שאינו מבין את השפה לא יוכל להתעמק במוצגים.

Центральный музей Вооруженных Сил Российской Федерации

אותנו עניינו, כמובן, יותר מכל המוצגים הקשורים לתעופה הצבאית בברית־המועצות ולטילים מסוגים שונים.

באחד האולמות מוצגים בצורה בולטת שבריו של מטוס הביון האמריקני מגביה־הטוס **לוקהיד U–2** שהוטס על־ידי פרנסיס גרי פאוארס, אותו הצליחו הסובייטים להפיל ב־1 במאי 1960 באמצעות טיל קרקע־אוויר מסוג **S–75 דווינה** (שכונה בקוד נאט"ו **SA–2**). טיל כזה תלוי בתצוגה מעל השברים —ראה תמונה בעמודים הבאים.

את העניין הרב ביותר במוזיאון זה מצאנו ברחבת התצוגה החיצונית מאחורי הבניין הגדול. בנוסף לספינות קטנות, טנקים, תותחים, משגרי רקטות וכלי־רכב שונים, מוצגים שם 16 כלי־טיס של ממש מהעידן הסובייטי, הכוללים מטוסי קרב מדגמי **מיג וסוחוי**, מפציץ **איליושין IL–28**, מטוסי אימון ואווירובטיקה, וארבעה מסוקים.

בעוד שכל כלי־הטיס האלה מוכרים לנו היטב, האטרקציות העיקריות עבורנו היו הטילים הבליסטיים, טילי הקרקע־אוויר וטיל השיוט המוצגים ברחבה החיצונית. אנו מביאים כאן מבחר צילומים של טילים אלה.

רוב הפריטים בתצוגה החיצונית נראים במצב גרוע למדי, לאחר שהיו חשופים במשך שנים לפגעי מזג האוויר הקשה באזור מוסקבה.

למעלה: חלק מכלי־הטיס בתצוגה החיצונית. מימין לשמאל: חרטומו של מסוק התקיפה **מיל Mi–24A**, המטוס האווירובטי הקל **Yak–50**, מטוסי הקרב **MiG–17**, **MiG–21F–13**, **MiG–21SM** ו־**MiG–23S**, ובסוף השורה המסוק הימי **קאמוב Ka–25**. למטה: חזית הבניין והכניסה למוזיאון.

טיל קרקע־אוויר **S-75 דווינה**, המכונה בקוד נאט"ו **SA-2 גיידליין**. מאחוריו נראה מסוק התקיפה **Mi-24A**.

טיל קרקע־אוויר **S-200 אנגארה** (בקוד נאט"ו: **SA-5 גאמון**).

טיל בליסטי דו־שלבי בין־יבשתי **R-9** (בקוד נאט"ו: **SS-8 סאסין**)

טילי קרקע־אוויר **S-125 נווה** (בקוד נאט"ו: **SA-3 גואה**).

טילי קרקע־אוויר **2K12 קוב** (בקוד נאט"ו: **SA-6 גיינפול**)

המערכת הניידת נגד מטוסים **9K33 אוסה** (בקוד נאט"ו: **SA-8 גקו**).

הטיל הבליסטי **R-21** לשיגור מצוללות, שכונה בקוד נאט"ו **SS-N-5 סארק**.

למטה: הטיל הבליסטי הטקטי **סקאד**.

טיל השיוט **P-5 פיאטיורקה** בעל מנוע טורבו־סילון ששוגר מצוללות (בקוד נאט"ו: **SS-N-3C שדוק**).

הטיל הבליסטי לטווח בינוני **RSD-10 פיונר** על רכב הנשיאה והשיגור שלו (בקוד נאט"ו: **SS-20 סייבר**).

שברי מטוס הביון האמריקני **לוקהיד U-2** שהופל על־ידי הסובייטים ב־1 במאי 1960 באמצעות טיל קרקע־אוויר **SA-2** (תלוי מעל השברים). הטייס האמריקני פרנסיס גרי פאוארס צנח בשלום ונפל בשבי.