



# בנייה

## תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- הלבית האיתלקי - מטוס אימון מתקדם חדש לחיל האוויר
- לוויין התצפית המכ"מי אופק 10 שוגר בהצלחה
- התצוגה האווירית בברלין - ILA 2014
- תערוכת התעופה הכללית והספורטיבית - Aero 2014
- חדשות התעופה בישראל ● מוזיאונים לתעופה בעולם

## התוכן

### חדשות ביעף:

- 3 חיל האוויר: מטוס השמשון הראשון נחת בנבטים . . . . .
- 5 תעשיות ביטחוניות: שיתופי פעולה עם גרמניה נחשפו בתערוכת ILA . . . . .
- 6 ישראל בחלל: הלוויין אופק 10 שוגר בהצלחה . . . . .
- 7 חברות תעופה ישראליות . . . . .
- 9 **הלביא האיטלקי** – מטוס אימון מתקדם חדש לחיל האוויר . . . . .

### תערוכות בעולם:

- 15 התצוגה האווירית בברלין – ILA 2014 . . . . .
- 23 תערוכת התעופה הכללית והספורטיבית בפרידריכסהפן – Aero 2014 . . . . .

### מוזיאונים לתעופה בעולם:

- 29 המוזיאון לתעופה ימית בפנסאקולה שבפלורידה . . . . .
- 33 תוספות למוזיאון דורנייה בפרידריכסהפן . . . . .

**בשער: לוקהיד מרטין F-16C של חיל האוויר הטורקי במפגן טיסה בשמי תערוכת ILA בברלין ב-22 במאי.**

## דבר העורך

חיל האוויר יתחיל להצטייד בקיץ הקרוב במטוסי אימון מתקדמים מדגם **M-346** מתוצרת החברה האיטלקית אלנייה-אירמאקי, שיחליפו את מטוסי העיט (סקייהוק) המיושנים בטיסת הנמר המעופף בבסיס חצרים. ה-**M-346** הראשון עבור ישראל נחשף ב-20 במאוס בטקס גלילה רשמי שנערך במפעלי אלנייה-אירמאקי בוונגונו סופיריירה, הנמצאים ליד וארזה, מצפון-מערב למילאנו. לא התאפשר לי להגיע לטקס הגלילה, אבל ארבעה שבועות לאחר מכן הגעתי לביקור מקיף במפעל האיטלקי, שכלל סיור בקו הייצור של מטוסי ה-**M-346** ובמעבדת הפיתוח של מדמי הטיסה (הסימולטורים), תצפית על קו הטיסה שממנו יוצאים המטוסים לטיסות ניסוי ומסירה, ותדריך מפורט על ה-**M-346** מפי מהנדס בכיר.

**אירמאקי**, המהווה מאז 2003 חלק מהתאגיד הגדול **פינמכניקה** והפועלת במסגרת חטיבת אלנייה-אירמאקי, היא אחת מיצרניות המטוסים הוותיקות ביותר בעולם, שציינה בשנה שעברה 100 שנים לקיומה. בכל התקופה הזו פעלה **אירמאקי** באזור וארזה, כשהיא מפתחת ומייצרת בעיקר מטוסים צבאיים. החל מסוף שנות ה-50' מטרקזת **אירמאקי** במטוסי אימון סילוניים, והפכה למובילה עולמית בתחום זה. לאחר שרכשה את חברת **סיאיי-מארקטי** בשנת 1997, **אירמאקי** היא היצרנית היחידה בעולם שמציעה את כל סוגי מטוסי האימון – החל במטוס למיון מועמדים ולאיימון ראשוני בעל מנוע בוכנה או טורבו-מדחף (**SF-260**), המשך במטוס סילוני לאיימון בסיסי (מקודם **MB-339**) ומעתה (**M-345**), וכלה במטוס אימון מתקדם המכשיר טייסי קרב ונווטי קרב להטסת מטוסים מבצעים מהשורה הראשונה (**M-346**). המומחיות רבת-השנים והניסיון העשיר שנצברו באירמאקי מצביעים אותה בעמדה עדיפה על פני מתחרותיה, ומוצריה זכו לתפוצה עולמית נרחבת – כ-2,000 מטוסי אימון סופקו ל-40 מדינות בחמש יבשות.

קו הייצור שהוקם ל-**M-346** הוא אחד המודרניים ביותר שראיתי במפעלי מטוסים בעולם. הקו מותאם לקצב ייצור מרבי של ארבעה מטוסים בחודש, אבל בשלב זה פועל בקצב מופחת של כמטוס וחצי בחודש בלבד. צבר ההזמנות הנוכחי אינו גדול, אולם יש סיכוי טוב ללקוחות נוספים בשנים הבאות.

לאחר תהליך בחינה והשוואה יסודי, הגיעו מומחי חיל האוויר הישראלי למסקנה, כי ה-**M-346** הוא המטוס המתאים ביותר לאיימון מתקדם של טייסי קרב ונווטי קרב. בכתבה המובאת בגיליון זה אני מתאר את מאפייניו של המטוס ויתרונותיו, בהסתמך על ההסברים המפורטים שקיבלתי בביקור במפעל האיטלקי.

בהתאם לנוהג לתת שמות עבריים למטוסי חיל האוויר, הוחלט בחיל לקרוא ל-**M-346** בשם **לביא**. לדעתי נעשתה כאן טעות חמורה בשיקול דעת, שכן השם **לביא** צריך היה להישאר בתודעה ההיסטורית כקשור בלעדית למטוס הקרב שפותח בתע"א בשנות ה-80'. **הלביא** המקורי היה פאר היצירה של התעשייה האווירונאוטית בישראל, וביטא יכולת נדירה לפתח מטוס קרב מהמתקדמים בדורו. צריבת השם **לביא** בתודעה כמטוס אימון מתוצרת איטליה עלולה להשכיח את ההישג ההיסטורי של **הלביא** כמטוס קרב ישראלי מקורי. עדיין לא מאוחר לשנות את ההחלטה המוטעית.

יהודה בורוביק

**ביעף**  
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e128

סיוון תשע"ד – מאי 2014

בחסות  
האגודה למדעי התעופה  
והחלל בישראל

[www.aerospace.org.il](http://www.aerospace.org.il)

ביעף נוסד בשנת 1972.

מו"ל ועורך אחראי: יהודה בורוביק

דוא"ל: [biaf@aerospace.org.il](mailto:biaf@aerospace.org.il)

מחיר המינורי: 118 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](mailto:biaf@aerospace.org.il)

Copyright © 2014 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.



## מטוס השמשון הראשון נחת בנבטים



מימין לשמאל: הרמטכ"ל, רא"ל בני גנץ, שר הביטחון, משה (בוגי) יעלון, ומפקד חיל האוויר, אלוף אמיר אשל, מדביקים את סמל טייסת הפילים על זנב מטוס השמשון הראשון. (צילום: שלמה אלוני)



טייסת הפילים בבסיס נבטים קלטה ב-9 באפריל את מטוס התובלה הראשון מדגם C-130J-30 סופר הרקולס, שהגיע מארה"ב. המטוס החדש מתוצרת לוקהיד מרטין, הנקרא בישראל שמשון, נתקבל בטקס חגיגי בנוכחות שר הביטחון – משה (בוגי) יעלון, הרמטכ"ל – רא"ל בני גנץ, ומפקד חיל האוויר – אלוף אמיר אשל. מהצד האמריקני כיבדו את האירוע בנוכחותם דן שפירו – שגריר ארה"ב בישראל, מרילין יוסון – יו"ר מועצת המנהלים, הנשיאה ומנהלת העסקים הראשית של לוקהיד מרטין, והושע (שיקי) שני – מנכ"ל לוקהיד מרטין ישראל.

חיל האוויר עתיד לקבל בשלב הראשון שישה מטוסי שמשון. ארבעה מהם כבר נרכשו, והעסקאות לרכש השניים הנותרים יסוכמו בקרוב. המטוס הראשון (מספר 661) נמסר למדינת ישראל בטקס שנערך במפעלי הייצור של לוקהיד מרטין במארייטה, ג'ורג'יה, ב-26 ביוני 2013 (ראה "ביעף" e125 עמ' 4), אך נותר בארה"ב עד לאחרונה לצורך ביצוע תוכנית שניונים והתקנות כדי להתאימו לדרישות חיל האוויר. המטוס השני (מספר 662) ביעץ טיסת בכורה בחודש ינואר השנה, ויגיע לישראל בחודשים הקרובים.

מפקד חיל האוויר, אלוף אמיר אשל, אמר באירוע קבלת השמשון בנבטים:

"היום זה יום חג לצה"ל ולחיל האוויר. נוחת כאן מטוס השמשון – מטוס תובלת הסער הקרבית הטוב ביותר בעולם. השילוב של המטוס הזה, מתוצרת לוקהיד מרטין ארה"ב, והמערכות הישראליות המיוחדות שהותקנו בו הופכות אותו למטוס הטוב ביותר מסוגו, עם יכולות שטרם ידענו כמוהן. המטוס הזה מחזק את הזרוע הארוכה של צה"ל הרבה מעבר ליכולות שלה היום. מגוון המשימות שהוא מיועד להן מהלכות על קצה הדמיון – קרוב ורחוק, בלילה, במזג אוויר, בכל תנאי.

"המטוס הזה וההגעה שלו לכאן הם עדות ליחסים המיוחדים שיש בין מדינת ישראל לארה"ב, ואני מצפה שאנחנו נדע להפיק ממנו הרבה מעבר למה שאנחנו מבינים שהוא יכול לתת היום, ככל שלמד אותו יותר. המשימה שלנו היא לפעול, ולפעול בהצלחה במשימות המורכבות הללו. ההיסטוריה שלנו אומרת שאנחנו יודעים להתאים את הפלטפורמות



תדלוק באוויר של מטוס HC-130J של חיל האוויר האמריקני באמצעות מנור מעופף. אפשרות זו קיימת גם בשמשון.



(צילום: שלמה אלוני)

עמדת הנווט בחלק האחורי של תא הטייסים בשמשון.

שמפרסם חיל האוויר האמריקני:

- מהירות שיוט מרבית: 660 ק"מ/ש' ברום של 22,000 רגל / 6.7 ק"מ (לעומת 590 ק"מ/ש').
- תקרת טיס: 26,000 רגל / 7.9 ק"מ (לעומת 23,000 רגל).
- משקל המראה מרבי: 74.4 טון (לעומת 70.3 טון).
- משקל תכליתי מרבי: 20 טון (לעומת 19 טון).
- טווח עם מטען של 15.9 טון: 3,900 ק"מ (לעומת 2,400 ק"מ).

הסופר הרקולס מצטיין בביצועים עדיפים במידה ניכרת בהשוואה למטוסי ההרקולס הקודמים בזכות מערכת ההנעה החדשה – מנועי טורבו-מדחף מסוג רולס-רויס AE2100D3 בעלי הספק מרבי של 4,590 כ"ס צירי, עם מדחפים מסוג דאוטי R391 בעלי שישה להבים. מנועים אלה, המפוקחים על-ידי מערכת בקרה דיגיטלית, מתאפיינים בתצרוכות דלק נמוכה יותר ממנועי ה-T56-A-15 המקוריים של ההרקולס ובביצועים משופרים בימים חמים.

להלן השוואת ביצועים בין ה-30 HC-130J ל-130H (בסוגריים) לפי נתונים

הללו לכל משימה שנדרש, והשמשון יהיה המוביל בתחום הזה – בתחום ההפעלה הרחוקה במערכה שבין המלחמות".

דבריו המפורשים של האלוף אשל כי השמשון מיועד למשימות רחוקות במסגרת הזרוע הארוכה של צה"ל, הכתיבו את השינויים שדרש חיל האוויר להכניס במטוסים. בהתאם לכך, שולבו במטוסי השמשון מאפיינים ייחודיים הקיימים רק במטוסים מדגמי HC-/MC-130J, המשמשים את פיקוד המב"צעים המיוחדים של חיל האוויר האמריקני.

התוספות הייחודיות שמאפשרות פעולה בטווחים ארוכים מאוד, אשר הותקנו בארה"ב לאחר גמר הייצור של המטוס הבסיסי, כוללות:

- יכולת לתדלק את השמשון באוויר באמצעות מטוסי מכלית המצוידים במנור מעופף, דוגמת הבואינג 707 ראם של חיל האוויר. פתח הכניסה למנור המעופף נמצא בחלק העליון של הגוף הקדמי, והוא מסומן בבירור על-ידי קווים לבנים.
- יש להדגיש, כי יכולת כזאת לתדלוק אווירי הותקנה גם בחלק ממטוסי הקרנף הקיימים של חיל האוויר, מדגמי C-130H ו-KC-130H, והחיל אף פרסם תמונות המדגימות זאת.

- התקנת אנטנה לתקשורת לוויינית על גב המטוס, כדי לאפשר תקשורת בכל מקום וחיבורו של השמשון לרשת המבצעית של חיל האוויר. (יכולת כזאת קיימת זה מכבר גם ברבים מן המטוסים, המסוקים והכטב"מים של החיל, שמיועדים לפעול בטווחים ארוכים).

- הוספת עמדת נווט בתא הטייסים. מטוסי ה-C-130J למשימות תובלה רגילות מופעלים על-ידי צוות של שלושה בלבד – שני טייסים ופקח העמסה, כאשר עמדת הנווט שהייתה קיימת במטוסי ההרקולס מהדגמים הקודמים בוטלה. לוקהיד מרטין מתגאה ביכולת להפעיל את הסופר הרקולס עם צוות מצומצם, ומדגישה בפרסומיה כי בכך מסכנים פחות אנשי צוות בפעילות מבצעית וחוסכים בעלויות התפעול. אולם בטיסות לאזורים מסוכנים, בלילה, במזג אוויר גרוע ובגובה נמוך מעל פני הקרקע, אין זה בטוחותי מספיק להטיל את כל העומס על שני הטייסים. דרוש איש צוות אוויר נוסף, ששייע בניווט ובהפעלת מערכות המשימה. עמדת הנווט נוספה בחלק הימני האחורי של תא הטייסים, כפי שקיים גם במטוסי ה-HC-/MC-130J.

בנוסף, מותקנות במטוסי השמשון מערכות תקשורת ולוחמה אווירית מתוצרת ישראל, ומתחת לחרטום יותקן חיישן תצפית אלקטרו-אופטי – התקנה שתבצע בארץ, כמו שנעשה בחלק ממטוסי הקרנף.

### יתרונות השמשון על הקרנף

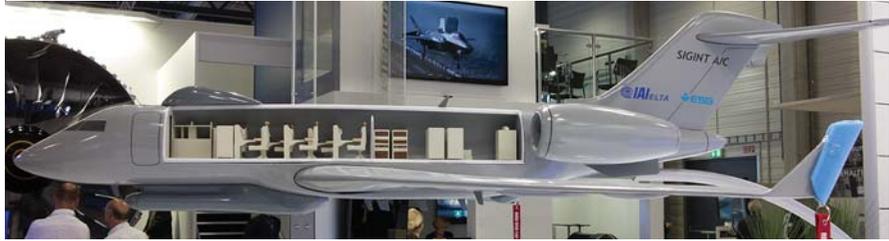
חיל האוויר בחר בסופר הרקולס עם הגוף המוארך. המשמעות היא תא מטען באורך 16.9 מטר, לעומת 12.3 מטר במטוסי הקרנף. תא המטען הארוך יותר ב-37% מאפשר נשיאת 128 חיילים, במקום 92; או 92 צנחנים, במקום 64; או 8 משטחי מטען סטנדרטיים, במקום 6.

# שיתופי פעולה עם גרמניה נחשפו בתערוכת ILA



צילום: צביקה פדר.

למעלה: מטוס בומבארדייה גלובאל 5000 שהוסב בתע"א למשימת איסוף מודיעין אותות עבור לקוח זר. למטה: הדגם המוקטן שהוצג בביתן של חברת ESG בתערוכה בברלין מראה את הסידור הפנימי במטוס.



## אירבאס והתע"א מציעות לצבא גרמניה כטב"מים מסוג הרון TP

**אירבאס הגנה וחלל** הודיעה בתערוכה בברלין על חתימת הסכם שיתוף פעולה עם **התע"א** כדי לספק כטב"מים לצבא הגרמני. במסגרת הסכם קיים שתוקפו יפוג בשנת 2015, מפעיל הצבא הגרמני באפגניסטן כטב"מים מסוג **הרון 1** לאיסוף מודיעין חזותי. הכטב"מים הוחכרו לגרמניה על-ידי **התע"א**, כאשר הפעלתם והתמיכה התחזוקתית בהם בוצעה על-ידי חברת **ריינמטאל מערכות מוטסות**. **אירבאס הגנה וחלל** ירשה את האחריות על תוכנית **ההרון 1** לאחר רכישת השליטה בריינמטאל בשנת 2012. עכשיו מחפש משרד ההגנה הגרמני "פתרון גישור" עם תכונות משופרות, עד לפיתוח כטב"ם אירופי בתחילת העשור הבא. **אירבאס והתע"א** יציעו את **ההרון TP**, כטב"ם גדול יותר מן **ההרון 1** המצויד במנוע טורבו-מדחף. משרד ההגנה הגרמני יוכל לבחור אם לרכוש את הכטב"מים החדשים או להפעילם בחכירה, בדומה להסדר הקיים עם **ההרון 1**. את הכטב"מים החדשים תוכל **התע"א** לספק בתוך 24 חודשים.

בגאלפסטרים G-550 או G-V כמו חיל האוויר הישראלי, ככל הנראה משיקולי מחיר. מקורות זרים, מודפסים ואינטרנטיים, טוענים כי הלקוח הזר הוא הודו. ירחון התעופה הבריטי **אייר אינטרנשיונל** מפרסם בגיליון מאי, כי העסקה בהיקף של כ-300 מיליון דולר אושרה על-ידי ממשלת הודו ביוני 2011.

## הגנה על האירבאס A400M מפני טילי כתף

החברה הגרמנית **Diehl Defence** הודיעה בתערוכה על חתימת הסכם שיתוף פעולה עם **אלביט מערכות** לאספקת מערכות הגנה עצמית עבור מטוסי התובלה **אירבאס A400M** של חיל האוויר הגרמני. **דיהל דיפנס** תשלב במטוס התובלה הגרמני החל משנת 2015 שלוש מערכות **J-MUSIC** של **אלביט** בתוך צריח **DIRCM** רב-מערכתי, כדי להשיג כיסוי הגנתי כולל ב-360 מעלות. טכנולוגיית **Directed IR CounterMeasures** של **אלביט** מספקת הגנה מפני טילי כתף הנורים מן הקרקע. המערכת מגלה באמצעות טכנולוגיה מבוססת תת-אדום את הטיל הנורה לעבר המטוס, ומסיטה אותו ממסלולו באמצעות שיגור קרן לייזר.

כטב"ם **הרון 1** מתוצרת התעשייה האווירית לישראל שמופעל על-ידי הצבא הגרמני באפגניסטן.



## מטוס לאיסוף וניתוח מודיעין אותות

בעקבות ביטול תוכנית הכטב"ם **יורו-הוק** ביוני 2013, נותר בגרמניה צורך מבצעי במערכת מוטסת לאיסוף וניתוח מודיעין אותות (**SIGINT**). האפשרות הזולה ביותר היא לרכוש מערכת קיימת שכבר הוכיחה את יכולתה בפעילות מבצעית, וספקית של מערכת כזאת ייתן למצוא בישראל.

החברה הגרמנית **ESG** (מערכות אלקט-רוניות ולוגיסטיקה) חשפה לראשונה בתערוכת **ILA** בברלין כי היא התקשרה עם **התעשייה האווירית לישראל** כדי להציע במשותף למשרד ההגנה הגרמני מערכת מוטסת לאיסוף וניתוח מודיעין אותות מתוצרת **אלתא מערכות**, המותקנת במטוס המנהלים הסיילוני הגדול **גלובאל 5000** של **בומבארדייה**.

ביתן של **ESG** בתערוכה הוצג דגם מוקטן של המטוס המוצע, שנושא את סמלילי **תע"א-אלתא** ו-**ESG**. נציגי החברה הגרמנית הבהירו, כי מהות שיתוף הפעולה היא שהתע"א תשלב את מערכת מודיעין האותות במטוס, בעוד **ESG** תטפל ברישוי המטוס בגרמניה, בסיוע להכנסתו לשירות ובתמיכה טכנית בחבילת המשימה במהלך השירות.

**הגלובאל 5000** מתאים במיוחד למטרה המוצעת, כיוון שחיל האוויר הגרמני כבר מפעיל ארבעה מטוסים כאלה להטסת אישים.

**לתע"א** ניסיון מוכח בהסבת מטוסים למשימות איסוף מודיעין ולשילוב המערכות הנדרשות. החברה סיפקה לחיל האוויר הישראלי משנת 2006 שלושה מטוסי **נחשון-שביט**, המבוססים על **הגאלפסטרים G-V**, שבהם שולבה מערכת **EL/I-3001** של **אלתא מערכות**. המערכת מבצעת חיפוש, יירוט, מדידה, איתור, ניתוח, סיווג וניתוח של שידורים אלקטרו-מגנטיים מהקרקע, מהאוויר ומהים – הן שידורי תקשורת והן שידורים של מערכות אלקטרוניות קורנות, דוגמת מכ"מים. המידע המתקבל נותן תמונה מדויקת של שדה הקרב האלקטרוני בזמן אמת. המידע המעובד מוצג ב-12 עמודות של מפעילים בתוך תא הנוסעים במטוס, ומשודר גם למוצב הפיקוד הקרקעי.

בשנתיים האחרונות עוסקת **התע"א** בהסבת שני מטוסי **גלובאל 5000** למשימת איסוף מודיעין אותות עבור לקוח זר. שני המטוסים האלה הגיעו לארץ ביולי ובאוגוסט 2012 וסומנו באותיות רישום ישראליות **4X-COF/H**.

בתהליך ההסבה הותקנו המערכות האלקט-רוניות בתוך חיפוי בולט בגחון המטוס, אנטנה לתקשורת לוויינית הותקנה מעל לגוף, והותקנו אנטנות נוספות לקליטת השידורים. כדי לשמור על יציבות רוחבית הולמת של המטוס לאחר הוספת החיפויים החיצוניים הבולטים, הותקנו שני מייצבים אנכיים קטנים מתחת לזנב. לפי הדגם המוקטן שהוצג בביתן של **ESG** בתערוכת ברלין, בתא הנוסעים של **הגלובאל 5000** מותקנות שש עמודות של מפעילים.

המטוסים עוברים בחודשים האחרונים ניסויי טיסה מקיפים, כדי לאשר את תכונות הטיסה שלהם ולהשיג רישוי אזרחי נדרש.

הלקוח הזר העדיף להתקין את מערכות המודיעין במטוס **גלובאל 5000**, ולא

# הלוויין אופק 10 שוגר בהצלחה



דגם בקנה מידה מלא של הלוויין TecSAR, שהציגה התע"א בכנס החלל ע"ש אילן רמון בסוף ינואר השנה.

כדי לצלם אזור באורך של כ-10 ק"מ משתמשים באופן הפעולה לכיסוי רצועה (strip), כאשר מהירות התנועה של הקרן המכ"מית זהה למהירות התנועה של הלוויין. אפשר לעשות זאת לאורך מאות קילומטרים,

ברזולוציה מרבית של אזורים קטנים יחסית משתמשים באופן הפעולה הנקודתי (spot). לקבלת הרזולוציה הגבוהה צריכים להקטין את מהירות הסריקה של קרן המכ"ם על הקרקע, וכדי לעשות זאת נדרש תמרון קטן של הלוויין.

לוויין התצפית המכ"מי **אופק 10** שוגר לחלל ב-9 באפריל בערב באמצעות משגר הלוויינים התלת-שלבי **שביט**, משדה הניסויים של חיל האוויר בפלמחים. הלוויין, שמשקלו 330 ק"ג, נכנס בהצלחה למסלול אליפטי בגובה שבין 400 ל-600 ק"מ, ומקיף את כדור-הארץ אחת ל-90 דקות.

**אופק 10** נושא מכ"ם בעל מיפתח סינתטי (SAR) ומהווה גרסה מתקדמת של הלוויין **TecSAR**, ששוגר לחלל בינואר 2008 וכונה **אופק 8** (ראה "ביעף" e104 עמ' 3-4). במקרה הקודם שוגר **TecSAR** מהודו באמצעות משגר הודי, אך הפעם בחרו לבצע את השיגור מישראל.

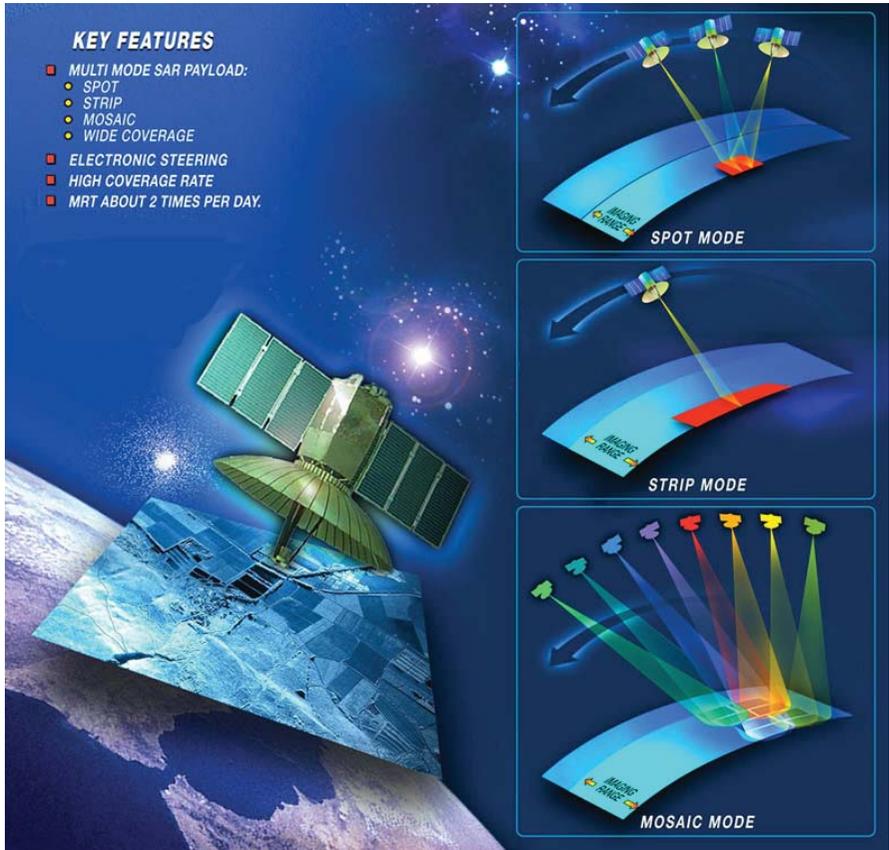
בניגוד לטלסקופ אלקטרו-אופטי היכול לצלם בתנאי אור בלבד ואינו יעיל בתנאי עננות, המכ"ם בעל מיפתח סינתטי פועל במלוא היכולת ללא כל תלות בתנאי הראות – יום, לילה, עננות, ערפיח, ערפל ואבק.

המכ"ם משדר אנרגיה בפולסים וקולט את האנרגיה המוחזרת מן הקרקע. האותות הנקלטים נדגמים ומועברים לקרקע לעיבוד. בתהליך צילום ה-SAR אוספים את הפולסים החוזרים ומעבדים אותם כך שידמו פולס המשודר בזמן אחד מאנטנה מדומה שאורכה כאורך נתיב התנועה (המיפתח הסינתטי). העיבוד משתמש בנתוני תדר וזמן על מנת ליצר תמונה דרממטית של החזרי הקרקע. לדוגמה: אם אוספים פולסים במשך 2 שניות והמהירות של הלוויין היא 8 ק"מ/שנייה, אז זה שווה ערך לאנטנה באורך 16 ק"מ.

הלוויין **TecSAR** יכול לצלם בארבעה אופנים שונים, כמתואר באיור. לקבלת תמונות

שיגור **אופק 10** מפלמחים ב-9 באפריל בשעות הערב המאוחרות באמצעות משגר הלוויינים **שביט**.





והדבר מוגבל רק באנרגיה של הלוויין. באופן הפעולה המותאם לכיסוי שטח נרחב (wide coverage) ובאופן הפעולה להרכבת פסיפס (mosaic) עושים שימוש ביכולת של המכ"ם לנתב את האלומה באופן אלקטרוני. אבל מכיוון שהדבר אפשרי בציר אחד בלבד, נדרש גם שימוש ביכולת התמרון המרשימה של הלוויין הקטן יחסית. כדי ליצור פסיפס שמכסה שטח גדול ברזולוציה גבוהה מצלמים מספר ספוטים סמוכים ומבצעים עיבוד מתאים שמחבר אותם לשטח אחד גדול.

את פיתוח וייצור הלוויין והמשגר מוביל משרד הביטחון, באמצעות מנהלת החלל במפא"ת. הקבלן הראשי של הפרויקט הוא התעשייה האווירית לישראל, באמצעות מפעלי מבת-חלל, מל"מ, תמ"מ ואלתא מערכות. כמו-כן שותפות בפרויקט החברות תעש, רפאל, ספקטרינק מקבוצת אלביט מערכות, רוקר וחברות רבות נוספות. בפיתוח מעורבים באופן עמוק גם גורמי צה"ל שונים, בעיקר מחיל המודיעין ומחיל האוויר והחלל.

שר הביטחון, משה (בוגי) יעלון, אמר כי "שיגורו המוצלח של הלוויין אופק 10 הוא עדות נוספת ליכולתה המרשימה של מדינת ישראל לפתח ולהוביל בחזית הטכנולוגיה. הלוויין אופק 10 אמור לשפר את יכולות המודיעין של מדינת ישראל ולאפשר למערכת הביטחון להתמודד באופן טוב יותר עם איומים קרובים ורחוקים, בכל שעות היממה ובכל מזג אוויר. בכך אנו ממשיכים לבסס את היתרון האיכותי והטכנולוגי העצום משכנינו".

חברות תעופה ישראליות

חדשות ביעף

הבינלאומית של חברות התעופה הטורקיות על חשבונן של חברות התעופה הישראליות אשר נמנעו מהן לטוס לטורקיה, למרות הבטחות גורמים ממשלתיים. לדברי שקדי גדלה התחרות בכ-20% מאז שנת 2010. כתוצאה מכך, ירד חלק השוק של אל-על בנתב"ג מ-37.1% בשנת 2010 ל-32.5% בשנת 2013.

מצבה הכספי של אל-על השתפר במקצת בזכות החלטת הממשלה לכסות את מרבית הוצאות הביטחון, כפיצוי על מדיניות השמיים

ושיפרה משמעותית את תזרים המזומנים ואת ההון העצמי. זאת לעומת שנת 2012, אותה סיימה אל-על בהפסד של 18 מיליון דולר. שקדי הדגיש בדבריו כי החברה התמודדה במהלך שנת 2013 עם התחרות המתעצמת, שבה לידי ביטוי בגידול של 8.6% בתנועה בנתב"ג. הוא הבהיר כי השינוי העיקרי בתנועה בנתב"ג נבע מגידול דרמטי בפעילותן של חברות התעופה הטורקיות לישראל וממנה, אשר הינו למעשה פועל יוצא של תמיכה לא מובנת של מדינת ישראל בהתרחבותן

אל-על

• אליעזר שקדי מסכם כהונה

ביום סיום תפקידו, ב-19 במארס, כינס אליעזר שקדי מסיבת עיתונאים שבה הציג את התוצאות העסקיות של אל-על לשנת 2013. השנה הסתיימה ברווח של 25.4 מיליון דולר (1.2% מהמחזור), כאשר החברה רשמה גידול בהכנסות בשיעור של 4% (ל-2.1 מיליארד דולר)

מטוס הבואינג 737-800 השלישי של אל-על שנצבע בסכמת המותג UP לטיסות מוזלות (4X-EKU) הוצג לעיתונאים ב-24 במארס.



• מנכ"ל חדש: דוד מימון

דוד מימון מכהן מה-20 במארס כמנהל הכללי של חברת אל-על. הוא נבחר על-ידי מועצת המנהלים של החברה בראשותו של עמיקם כהן ב-29 בינואר, בעקבות הודעתו של אליעזר שקדי כחודש לפני כן על החלטתו לסיים את תפקידו בתום קדנציה של ארבע שנים כמנכ"ל.

דוד מימון, שפרש מצה"ל בשנת 2000 בדרגת אלוף-משנה, שימש בתפקידים שונים באל-על בתשע השנים האחרונות. בתפקידו האחרון כיהן כסמנכ"ל מסחר וקשרים תעופתיים, וניהל את המדיניות המסחרית והשיווקית של החברה. קודם לכן שימש כסמנכ"ל מכירות וכסמנכ"ל שירות בחברה. מימון הוא בעל תואר ראשון בסוציולוגיה ומדעי החברה מאוניברסיטת בר-אילן, ותואר שני במנהל עסקים מאוניברסיטת דרבי.

חילופי המנכ"לים באל-על לוו גם בפרישה של שני סמנכ"לים ותיקים. רו"ח דגנית פלטי הצטרפה לחברה כסמנכ"ל כספים, בהחליפה את ניסים מלכי, שפרש לגמלאות. חנן מטסרו מונה לסמנכ"ל משאבי אנוש ומינהל, בהחליפו את ראובן יורובניק, שפרש אף הוא לגמלאות.



דוד מימון, מנכ"ל אל-על החל מה-20 במארס.

הפתוחים. החל מיולי 2013 מכסה הממשלה 97.5% מהוצאות הביטחון, ומשמעות הדבר הקטנה של כ-17 מיליון דולר לשנה בהוצאות החברה.

שקדי ציין בסיפוק, כי בתקופת כהונתו צומצם מספר ציי המטוסים מ-7 ל-4, והייתה לכך משמעות גדולה מבחינת עלויות התפעול והתחזוקה. כיום מפעילה החברה רק שלושה ציים של מטוסים רחבי-גוף – 747-400, 777-200ER ו-767-300ER, וצי אחד של מטוסים צרי-גוף ממשפחת ה-737 (מתת-הדגמים 737-700, 737-800 ו-737-900ER). כל מטוסי ה-737-800 צוידו בכנפוני קצה-כנף, ובכך מושג חיסכון של 1-3 אחוזים בתצרוכת הדלק. בקיץ הנוכחי יופעלו כבר ארבעה מטוסי 737-900ER חדשים, והמספר הכולל של המטוסים בחברה יגיע ל-40.

בהתייחסו לרכש עתידי של מטוסים רחבי-גוף חדשים, הדגיש שקדי כי מנתהלת תחרות אמיתית עם בואינג ואיירבאס. התחרות היא בין ה-787 דרימליינר או ה-777X של בואינג, לבין ה-A350 של איירבאס. "התחרות תבשיל להחלטות במהלך השנה הבאה", אמר שקדי.



מטוס האמבראר 190 שנחנך על-ידי ארקיע נקרא על שמו של רפי הרלב. (צילום: זיגו)

ארקיע

• מטוס אמבראר שני

האחים נקש, בעלי ארקיע, רכשו לעצמם מטוס מנהלים סילוני קטן מסוג פינום 100 מתוצרת אמבראר, שנרשם בישראל באמצע חודש ינואר השנה. (צילום: דן בשארי)



ארקיע חכרה מחברת CIT Commercial Air מטוס נוסעים מדגם אמבראר 190 שיוצר בשנת 2013, אשר קיבל רישום ישראלי 4X-EMB. המטוס המכיל כ-100 מושבים הגיע לארץ ב-13 במארס ומופעל בעיקר בטיסות פנים-ארציות בין שדה דב בתל-אביב לאילת.

בטקס השקה שערכה ארקיע בשדה דב ב-9 באפריל, נקרא המטוס על שמו של רפי הרלב, מי שהיה נשיא ארקיע ויו"ר מועצת המנהלים שלה מ-2005 עד 2008.

זהו מטוס הנוסעים השני מתוצרת חברת אמבראר הבריזלאית שמופעל בארקיע. החברה מפעילה מאז נובמבר 2008 מטוס אמבראר 195 הנמצא בבעלותה, ברישום 4X-EMA.

## אלניה-איירמאקי M-346 - המטוס המתאים ביותר לאימון מתקדם של טייסי קרב

אמיתיות. במציאות הנוכחית של מצוקה תקציבית, רצוי מאוד שמטוס האימון המתקדם יהיה זול ככל האפשר לתפעול, ושניתן יהיה לבצע משימות אימון ארוכות יחסית בכל גיחה.

אך בעיקר הוא חייב להיות מצויד במערכות אוויוניקה ובמערכות משימה מהחדשות ביותר שקיימות, כדי שניתן יהיה לאמן את הטייסים והנוטים בהפעלת המערכות ובניהול משימות

מטוס ה-M-346 הראשון שיוצר עבור חיל האוויר הישראלי נגלל ב-20 במארס בטקס רשמי שנערך במפעלי אלניה-איירמאקי בוונגונו סופריורה בצפון איטליה. בטקס השתתפו נציגים ישראלים בכירים ממשרד הביטחון, חיל האוויר וחברת תור המשותפת לתע"א ולאנטי מערכות.

משרד הביטחון הודיע בפברואר 2012 על ההחלטה לבחור ב-M-346 האיטלקי כמטוס האימון המתקדם בחיל האוויר (ראה "ביעף" e119 עמ' 3-4), והעסקה נחתמה בחודש יולי אותה שנה (e121 עמ' 3). בתוך פחות משנתיים הושלם ייצורו של המטוס הראשון עבור ישראל, וקו הייצור פועל כיום בקצב של כמטוס וחי בחודש כדי להשלים את ההזמנה ל-30 מטוסים.

שני מטוסי ה-M-346 הראשונים צפויים להגיע לארץ בקיץ הקרוב. עד סוף השנה הנוכחית יסופקו תשעה מטוסים, 18 מטוסים יסופקו בשנת 2015, והשלושה האחרונים יגיעו בתחילת 2016.

ה-M-346, שזכה לשם העברי לביא, יופעל במסגרת טייסת הנמר המעופף בבסיס חצרים, בה יחליף את מטוסי העיט המיושנים מדגמי A-4N (חד-מושבים) ו-TA-4H/J (דו-מושבים). הלביא ישמש בשלבים המתקדמים של קורס הטיס, במתכונת שתעודכן עם הגעתו. במתכונת החדשה תימשך הכשרת טייסי הקרב כשנה וחצי ברציפות על הלביא, ולאחר מכן הם יעברו לטייסות המבצעיות. נווטי הקרב ישארו חצי שנה נוספת בטייסת הלביא, במסגרת קורס אימון מבצעי מתקדם.

### לא נדרשת טיסה על-קולית

מטוס אימון מתקדם חדש מיועד לשמש להכשרת חניכים בקורס טיס במגמת קרב, כדי שיוכלו להטיס ולהפעיל מבצעית מטוסי קרב מהדור הנוכחי (דוגמת ה-F-16I סופה ואחרים) ומהדור הבא (F-35A אדיר). מטוס האימון צריך להיות בעל ביצועים וכושר תמרון המתקרבים לאלה של מטוסי הקרב המבצעיים,



הנציגים הבכירים של ישראל בטקס הגלילה (מימין לשמאל): שמואל רויוטר - סגן ראש מנה"ר לרכש אוויר וים; תא"ל רן בשביץ - ראש להק הציוד בחיל האוויר; תא"ל (מיל') שמואל צוקר - ראש מינהל ההרכשה והייצור (מנה"ר) במשרד הביטחון; ואל"ם עזר קעטבי - רמ"ח תוכניות מטוסים בלהק הציוד של חיל האוויר.



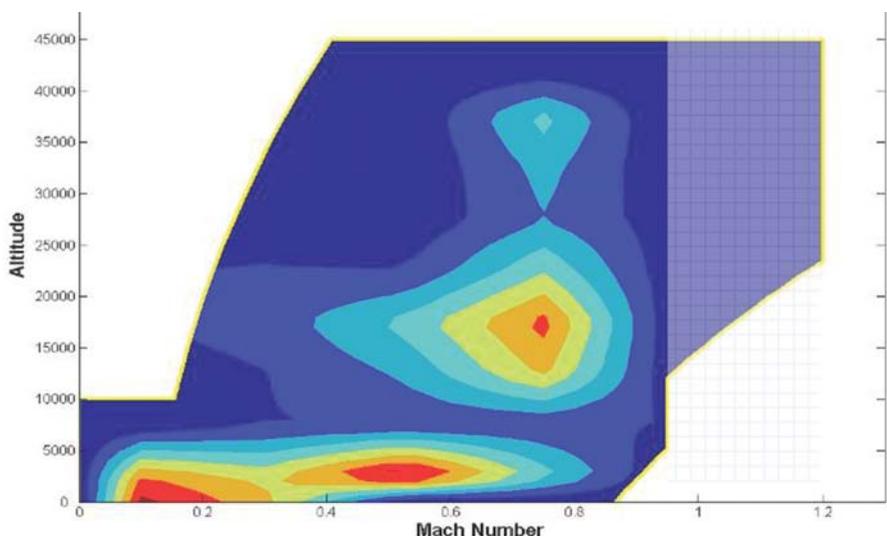
למעלה: ה-M-346 לביא הראשון עבור חיל האוויר מסומן במספר הטייסת שבה יופעל בבסיס חצרים. למטה: הלביא מוקף אורחים ועובדי החברה לאחר טקס הגלילה. ברחבה הוצגו מגוון מטוסי האימון של אלניה-איירמאקי: SF-260TD, M-345, MB-339 של הצוות האווירובטי, MB-339A ו-T-346A של חיל האוויר האיטלקי.





בקו הייצור החדש של ה-M-346 נראים כיום מטוסים עבור חיל האוויר הישראלי בלבד, המושלמים בקצב של כמטוס וחצי בחודש. בעת שצילמנו תמונות אלה באמצע אפריל היה המטוס השני עבור ישראל כמעט מושלם (בתחתית העמוד) והרכבתו של המטוס השלישי טרם הגיעה לשלב חיבור הכנפיים והזנב (למטה). למעלה מימין נראה הכלי לייצור הכנף, ולמעלה משמאל עמדת עבודה על הגוף לאחר הוצאתו מכלי הייצור.





למעלה: "צפיפות" המשימות בתוך מעטפת הטיסה של ה-M-346, כאשר התחומים הנדרשים ביותר מסומנים בצהוב ובאדום. למטה: תאי הטייסים המודרניים עם שלושה צגים רב-תפקודיים ותצוגה עילית.



ככל שמבצעים יותר שעות הכשרה על מטוס האימון המתקדם ופחות על מטוס הקרב המבצעי, ניתן לחסוך סכומים גדולים מאוד. אנשי אלניה-אייירמאקי איתם שוחחנו בעת ביקורנו במפעלי החברה באמצע אפריל הדגישו, כי ה-M-346 תוכן באופן אופטימאלי לענות על כל הדרישות האלה, ללא פשרות.

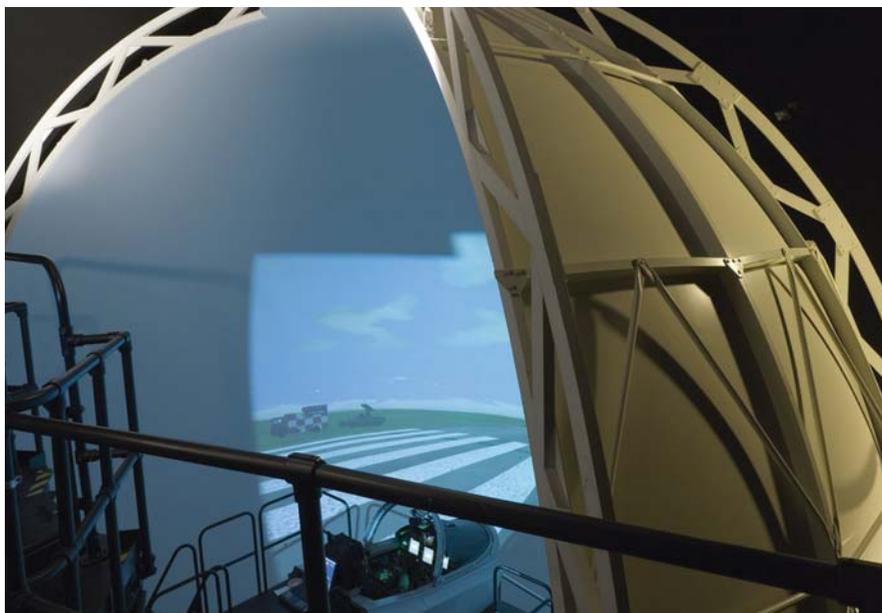
לפי דרישות משותפות שגיבשו חילות אוויר מובילים באירופה בסוף שנות ה-90' ובראשית שנות ה-2000, תחומי הטיסה הנדרשים ביותר לאימון מתקדם הם: המראה ונחיתה, טיסה תת-קולית מהירה ברום נמוך, משימות ניווט טקטיות ברום נמוך, תמרון במהירות תת-קולית גבוהה ברום בינוני, וטיסות שיוט. "צפיפות" המשימות בתוך מעטפת הטיסה של ה-M-346 מתוארת בתרשים משמאל, כאשר התחומים הנדרשים ביותר מסומנים בצבעי צהוב ואדום. כפי שניתן לראות, אין נדרשות טיסות אימון בתחום העל-קולי.

למתחרה העיקרי של ה-M-346, ה-T-50 גולדן איגל של התעשייה האווירית הקוריאנית, מעטפת טיסה נרחבת יותר הכוללת גם את התחום העל-קולי עד מאך 1.5 ורום טיסה עד 55,000 רגל. בתיכון ה-T-50 נעשתה פשרה בין הדרישות למטוס אימון מתקדם לבין דרישה לייצר גם מטוס תקיפה קל שיחליף את ה-F-5E. כדי להרחיב את מעטפת הטיסה לתחום העל-קולי צויד הגולדן איגל במבער אחורי למנוע הסילון שלו. הפעלת המבער האחורי נדרשת גם לשם השגת כושר תמרון גבוה בתחום התת-קולי, ולפיכך תצרוכת הדלק שלו הרבה יותר גבוהה מזו של ה-M-346. ומכיוון שהמטוס הקוריאני נושא דלק פנימי בכמות הדומה לזו של ה-M-346, משך השהייה שלו באוויר קצר יותר וניתן לבצע רק משימות אימון מוגבלות.

## תאי טייסים מודרניים

מעבר ליכולת הטסה בכל התנאים, צריכים להכשיר את טייסי הקרב לניהול משימות מורכבות, והדבר חשוב שבעתים לגבי נוטי הקרב. ה-M-346 מצויד וממוכשר היטב למילוי תפקיד זה.

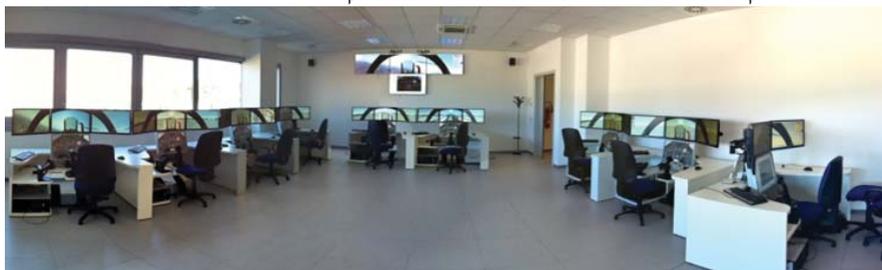
בשני תאי הטייסים מותקנים שלושה צגים רב-תפקודיים חכמים וכן תצוגה עילית. המטוס מותאם גם להטסה באמצעות תצוגת קסדה (מתוצרת אלביט מערכות), ביום ובלילה. מערכת האוויוניקה החדשה כוללת: ניווט אינרציאלי באמצעות גיירו טבעת לייזר בשילוב עם נווטן לווייני (GPS), תצוגת מפה נעה ותצוגת המצב הטקטי, אפשרויות הפעלה באמצעות פקודות קוליות, ערוץ העברת נתונים, ומערכת ניהול חימוש. כמקובל במטוסי אימון, כל התצוגות והנתונים מוקלטים במהלך הטיסה כדי לאפשר תחקור מפורט על הקרקע. אחד החידושים המשמעותיים ביותר ב-M-346 הוא האפשרות להדמיה של מצבים טקטיים על-ידי הזנת נתונים למערכת האוויוניקה הדיגיטלית. יכולת זאת מאפשרת לאמן את החניכים באוויר עם מערכות לחימה, חיישנים ואמצעי חימוש שאינם נישאים ממש על-ידי המטוס, נגד מטרת מדומות, או בפעילות משותפת עם מטוסים אחרים מדומים. כך לדוגמה, ניתן לדמות הפעלת מכ"ם, חיישנים אופטיים ואמצעי לחמה אלקטרונית, שאינם מותקנים ממשית ב-M-346.



למעלה: סימולטור משימה מלא של ה-T-346A שהוצב בבסיס לצה"ל של חיל האוויר האיטלקי.  
למטה: סימולטור הטסה של ה-T-346A שנמצא במפעלי אלניה-אירמאקי בוונגונו סופיריירה.



כיתת הדרכה אקדמית ללימוד ה-T-346A בחיל האוויר האיטלקי.



לאימון מתקדם.  
אלניה-אירמאקי צברה עד כה 56 הזמנות  
למטוסי M-346 כדלקמן:

לשלוש מדינות – אינדונזיה, עיראק והפילי-  
פינים, כאשר השניים האחרונות חיפשו  
במפורש מטוס תקיפה קל ולא רק מטוס

באופן ממש, ה-M-346 יכול לשאת  
מטענים חיצוניים הכוללים מארז תותח בקוטר  
12.7 או 20 מ"מ, שני טילי אוויר-אוויר  
המתביתים על קרינה תת-אדומה, פצצות  
במשקל 250 ק"ג או רקטות על נושא מדגם  
SUU-20, ופוד תחקור ואימון אווירי.

## רמת בטיחות גבוהה

ה-M-346 מצטיין ברמת בטיחות גבוהה  
מאוד בזכות היותו דר-מנועי, בזכות מערכת  
בקרת הטיסה הדיגיטלית, ובזכות כיסאות  
המפלט המאפשרים היחלצות גם בגובה אפס  
ובמהירות אפס.

מערכת בקרת הטיסה מסוג טוס-על-חוט  
מתאפיינת בארבעה ערוצים יתירים. המערכת  
מונעת מהמטוס לחרוג מהמגבלות ולהיכנס  
למצבי טיסה מסוכנים בכל מעטפת הטיסה,  
ואף ניתן להתאים אותה להגבלת ביצועים  
מכוונת בשלבים השונים של אימוני הטיסה –  
זווית התקפה מרבית, ספרת עומס (G) מרבית  
וקצב גלגול מרבי. בנוסף, קיים "כפתור מצוקה"  
בתא הטייסים, שעליו ניתן ללחוץ במקרי חירום  
של איבוד שליטה, ומערכת בקרת הטיסה  
תחזיר את המטוס אוטומטית לטיסה אופקית  
וישרה בטוחה. מותקנת גם מערכת אזהרה מפני  
קרבה מסוכנת לקרקע.

ה-M-346 מצויד בשני מנועים מסוג  
האניוול F124-GA-200, שכל אחד מהם  
מפוקח על-ידי מערכת בקרה דיגיטלית בעלת  
יתירות כפולה. להגברת היתירות, כל מנוע  
מצויד בתיבת אבזורים משלו ובמערכת  
הידראולית נפרדת. קיימות שתי מערכות חשמל  
עצמאיות, עם גנרטור נפרד לכל מנוע, ובנוסף  
מותקנים שני מצברים המאפשרים פעולה  
במשך 30 דקות במקרה של תקלת חשמל.  
המטוס יוכל להמשיך לטוס גם במקרה שאחד  
משני המנועים יוצא מכלל פעולה.

## מערכת אימון משולבת

ה-M-346 אינו עומד בפני עצמו, אלא  
מהווה חלק ממערכת אימון משולבת אשר  
כוללת גם עזרים קרקעיים ומדמי טיסה.  
בדומה למה שמוקם בחיל האוויר האיטלקי,  
יוצב גם בישראל סימולטור משימה מלא של ה-  
M-346. בנוסף יותקנו חדרי לימוד עם  
מחשבים שולחניים ומאמני טיסה חלקיים,  
שיכינו את החניכים היטב למשימות האימון  
באוויר ויחסכו שעות טיסה מיותרות. את מרכז  
האימונים הקרקעי בבסיס חצרים תקים חברת  
אלביט מערכות.

## לקוחות בינלאומיים

היצע מטוסי האימון המתקדמים מהדור  
החדש הוא מצומצם מאוד, וכולל כיום רק את  
ה-M-346 האיטלקי וה-T-50 הקוריאני, אם  
כי גם בריטיש איירוספייס ממשיכה להציע  
דגמים משופרים של ההוק הוותיק. אולם  
חילות האוויר בעולם אינם מזדרזים להחליף  
את מטוסי האימון המתקדמים שלהם, בעיקר  
גלל מגבלות תקציביות.

בתחרות בין ה-M-346 ל-T-50 זכתה  
החברה האיטלקית ביותר ניצחונות, אך צבר  
ההזמנות שלה מצומצם למדי. עד כה הצליחו  
הקוריאנים לייצא את הגולדן איגל שלהם רק



(צילום: R. Garavaglia)

ה-M-346 הראשון של חיל האוויר הסינגפורי.



ה-T-346A של חיל האוויר האיטלקי ממריא משדה התעופה הצמוד למפעלי אלניה-אירמאקי.

האיטלקי מוצעים ה-T-50 הקוריאני (בשיתוף פעולה עם לוקהיד מרטין), הווק הבריטי (בשיתוף פעולה עם נורת'רופ גרומן ו-L-3), ומטוס חדש שיפותח על-ידי בואינג בשיתוף פעולה עם חברת סאב השוודית. □

פרסום המכרז נדחה פעם אחרי פעם בשנים האחרונות, בגלל המצוקה התקציבית של משרד ההגנה האמריקני. התחרות צפויה להיות בין ארבע קבוצות של חברות זרות יחד עם שותפות אמריקניות. בנוסף ל-T-100

● חיל האוויר האיטלקי חתם בנובמבר 2009 על חוזה לרכישת שישה מטוסים ראשונים, שסופקו לו החל מינואר 2012 ומסומנים T-346A. הזמנה קטנה זו מהווה רק שלב ראשון בתוכנית הצטיידות ארוכת-טווח, שתימשך כנראה בסוף העשור הנוכחי או בתחילת העשור הבא. בינתיים ממשיך החיל להשתמש במטוסי איירמאקי MB-339CD המצוידים במערכת אוויוניקה דיגיטלית, שעונים על הדרישות הנוכחיות.

● חיל האוויר של סינגפור חתם בספטמבר 2010 על חוזה לרכישת תריסר מטוסי M-346. כל המטוסים האלה כבר יוצרו וסופקו, והם מופעלים בבסיס קאזו (Cazaux) של חיל האוויר הצרפתי.

● חיל האוויר הישראלי, שהזמין כאמור 30 מטוסי M-346 לביא ביולי 2012, יקבל אותם עד תחילת 2016.

● חיל האוויר הפולני חתם ב-27 בפברואר השנה על חוזה לרכישת שמונה מטוסי M-346, עם אופציה לארבעה מטוסים נוספים. אלה יסופקו בשנים 2016-17, לאחר שיושלם ייצורם של המטוסים עבור ישראל.

בשנת 2009 זכה ה-M-346 בתחרות שניהלו האמירויות הערביות המאוחדות לבחירת מטוס אימון מתקדם חדש, אך העסקה לרכישת 48 מטוסים לא נחתמה עד היום. באלניה-אירמאקי עדיין מאמינים בסיכויים למימוש העסקה.

ההזדמנות הגדולה ביותר עבור אלניה-אירמאקי תהיה במכרז העתידי של חיל האוויר האמריקני לבחירת מחליף למטוסי ה-T-38 טאלון. בינואר 2013 חתמה אלניה-אירמאקי על הסכם שיתוף פעולה עם ג'נרל דיינמיקס, שלפיו תהיה החברה האמריקנית הקבלנית הראשית בתוכנית לייצור ה-M-346 בארה"ב, תחת הסימון T-100. לחיל האוויר האמריקני יש דרישה לכ-350 מטוסי אימון חדשים, שייכנסו לשירות החל משנת 2023 או

שני מטוסי T-346A של חיל האוויר האיטלקי מתכוננים להמראה משדה התעופה הצמוד למפעלי אלניה-אירמאקי בוונגונו סופירירה.



# מטוסים היסטוריים של איירמאקי המוצגים במפעל בוונגונו סופיריירה



**מאקי C.205V ולטרו:** מטוס הקרב האיטלקי המוצלח ביותר בתקופת מלחמת העולם השנייה, שנכנס לשירות ב-1943. הותקן בו מנוע דיימלר-בנץ DB605A בן 1,475 כ"ס, שיוצר ברישיון על-ידי פיאט, באמצעותו השיג מהירות מרבית של 640 ק"מ/ש. חימושו כלל שני תותחים בקוטר 20 מ"מ ושני מקלעים בקוטר 12.7 מ"מ.

מטוסי קרב כאלה נרכשו על-ידי חיל האוויר המצרי בשנת 1948 והופעלו במהלך מלחמת העצמאות.

**איירמאקי MB-326:** מטוס אימון סילוני בסיסי, שנכנס לשירות חיל האוויר האיטלקי ב-1962 והופעל במשך יותר מ-20 שנה.

ה-MB-326 זכה להצלחה רבה בשוק הבינלאומי כמתחרה של הפוגה מאגיסטר הצרפתי והג'ט פרובוסט הבריטי.

בסך-הכול יוצרו 762 מטוסי MB-326 מתת-דגמים שונים (דו-מושביים וחד-מושביים), שהופעלו ב-16 מדינות. בנוסף לייצור באיטליה, הורכבו מטוסי MB-326 ברישיון גם באוסטרליה, בразיל ודרום אפריקה.



**איירמאקי MB-339K ולטרו 2:** אב-טיפוס לגרסה חד-מושבית של מטוס האימון הסילוני MB-339A, שיועד למשימות תקיפה קלה. טס לראשונה במאי 1980 וביצע טיסות ניסוי במשך מספר שנים. בסופו של דבר לא נכנס לייצור סדרתי.



**איירמאקי T-Bird II:** גרסה משופרת של ה-MB-339A, שהוצעה במחצית הראשונה של שנות ה-90' במכרז האמריקני למטוס אימון בסיסי משותף לחיל האוויר ולחיל הים של ארה"ב (JPATS). איירמאקי ניגשה למכרז בשותפות עם לוקהיד, שנקבעה לקבלנית ראשית. בשנת 1995 נבחר ה-T-6A טקסן 2 של ביצ'קראפט כזוכה במכרז.



הקרקעית ספרנו בסך-הכול כ-170 כלי-טיס מאוישים מכל הסוגים, שהצטברו לאורך ימי התערוכה (לא כולם נכחו במשך כל ימי השבוע) – היקף דומה לתצוגה לפני כשנתיים. אלה כללו מטוסי נוסעים ותובלה גדולים ובינוניים, מטוסי קרב, מסוקים צבאיים ואזרחיים, מטוסים קלים וזעירים, מעט דאונים ממנועים ובלתי ממונעים, ומטוסים היסטוריים רבים. מכיוון שבאותה עת ממש התקיימה תערוכת התעופה העסקית בג'נבה (EBACE), ניתן היה למצוא בברלין רק שני מטוסי מנהלים סילוניים.

מפגני הטיסה היו עשירים כמו תמיד במופעים אווירובטיים ובתצוגות של מטוסים ומסוקים צבאיים, אזרחיים, ספורטיביים והיסטוריים. שני הצוותים האווירובטיים שהופיעו לסירוגין היו הפעם הצוות המוכר של חיל האוויר השוויצרי עם שישה מטוסי נורת'רופ F-5E טייגר II, והצוות הצרפתי של ברייטלינג עם שבעה מטוסי איירו ודוחודי L-39C אלבטרוס, שהופיע לראשונה בברלין.

יהודה בורוביק מתאר בכתבה זו את כוכבי התצוגה של קבוצת איירבאס, את התצוגה הנרחבת במיוחד של הטורקים, את מערכות ההגנה האווירית MEADS ו-IRIS-T SLM, ואת הג'ירוקופטר לתצפית ומעקב של יזמים מבחריין.

תערוכת התעופה והחלל הבינלאומית בברלין (ILA) חזרה להתקיים במועדה המסורתית במחצית השנייה של חודש מאי, ונערכה זו הפעם השנייה במרכז התערוכות החדש שהוקם לפני כשנתיים במתחם של נמל התעופה החדש ברלין ברנדנבורג (שפתיחתו עדיין מתעכבת).

בדומה לשנים הקודמות, ILA היא בעיקרה מפגן כוח של תעשיות התעופה והחלל בגרמניה, הן אלה העצמאיות והן אלה המהוות חלק מרכזי בקבוצת איירבאס. כל החטיבות של איירבאס היו מיוצגות בתערוכה בהיקף נרחב – איירבאס מטוסי נוסעים, איירבאס הגנה וחלל ואיירבאס מסוקים.

בעשור האחרון נוהגים מארגני התערוכה להזמין מדינה זרה שתהיה השותפה הבכירה באירוע. זוהי יוזמה מועילה, שמעודדת השתתפות נרחבת מהרגיל של המדינה המוזמנת. בשנת 2006 הייתה זו רוסיה, ב-2008 הוזמנה הודו, ב-2010 מילאה שוויצריה את התפקיד המכובד, לפני שנתיים ניצבה פולין במרכז הבימה, והפעם הייתה זו טורקיה. התעשיות הטורקיות וחברת התעופה הלאומית הציגו את יכולותיהן ומוצריהן בתחומי התעופה השונים, ובתצוגה הקרקעית נראו עשרה כלי-טיס המיוצרים או מופעלים בטורקיה.

בתערוכת ברלין מוצגים מאז ומתמיד יותר כלי-טיס מאשר בסלון פאריס או בפארנבורו. בתצוגה

חלק מתצוגת המטוסים הקרקעית. למטה: ה-A380 של אמירייטס באזור התצוגה של קבוצת איירבאס. בחלק העליון: E-3A של נאט"ו וכלי-הטיס של צבא גרמניה.





מטוס הניסוי מספר 4 של **איירבאס A350** חולף בשמי ברלין בתום תצוגתו הקרקעית ביום הראשון של התערוכה. הלקוחה הראשונה תהיה **קטאר איירווייז**.

**באיירבאס** תיכנו מאפס כלי-טיס מותאם למשימה.

אב-הטיפוס של ה-**E-Fan** הובא לברלין כחודשיים לאחר טיסת הבכורה שלו משדה התעופה בורדר-מרייניק בצרפת, ופחות מחודש אחרי טיסת ההדגמה הפומבית שם בנוכחות שר הכלכלה הצרפתי ואישים רמי מעלה אחרים. המטוס הוצג ב-**ILA** לא רק בתצוגה הקרקעית במתחם של **איירבאס**, אלא השתתף גם במפגני הטיסה היומיים.

ה-**E-Fan** הדו-מושבי, הבנוי כולו מחומרים מרוכבים, מצויד בשני מנועים חשמליים בעלי הספק משולב של 60 קילוואט, שכל אחד מהם מניע מניפה משורוללת בצידי הגוף. השרוול מגביר את הדחף הסטטי, מקטין את רמת הרעש ומשפר את הבטיחות בסביבת המטוס על הקרקע. התקנת המנועים בקרבת הציר המרכזי של המטוס מאפשר הטסה בטוחה גם במקרה שמנוע אחד יוצא מכלל פעולה. האנרגיה החשמלית מסופקת ממצברי ליתיום-יון-פולימר בני 250 וולט מתוצרת קוריאה, שמותקנים בתוך הכנפיים. בשלב הנוכחי מאפשרים המצברים טיסה במשך 45 דקות עד שעה, אך מצברים חדשים שיתוקנו מאוחר יותר יאפשרו טיסה בת שעה עם מרווח ביטחון לעוד 15 דקות. ניהול אופטימלי של האנרגיה מתבצע באמצעות מערכת בקרה אוטומטית המשולבת במטוס, שמשחררת את הטייס מדאגה להיבט זה בטיסה. את

הגדולה ביותר ב-**ILA**. החידוש העיקרי היה מטוס הנוסעים רחב-הגוף החדש **A350**, שהוצג לראשונה על הקרקע (לאחר המטס היחיד של אב-הטיפוס בשמי לה-בורג'ה בשנה שעברה). ביום פתיחת התערוכה הגיע מטוס הניסוי מספר 4 של ה-**A350**, שעזב בסיומו של אותו יום. **איירבאס** מקווה להשלים את ניסויי הטיסה ולהשיג רישוי אזרחי אירופי עוד השנה. לחברה צבר הזמנות ל-812 מטוסי **A350** מ-39 לקוחות, ואספקת המטוסים הסדרתיים צפויה להתחיל בסוף השנה הנוכחית.

בתצוגה הקרקעית בלט יותר מכל מטוס הנוסעים הענקי **A380** בצבעי חברת **אמירייטס**. זהו המטוס ה-47 מסוג זה שנמסר לחברת התעופה מהאמירויות, מתוך הזמנה כוללת ל-140 מטוסים. צבר ההזמנות ל-**A380** מסתכם ב-324 מטוסים מ-20 לקוחות, כאשר 128 מטוסים כבר נמסרו. ה-**A380** לא השתתף הפעם במפגני הטיסה היומיים.

### מטוס קל מונע חשמלית

חידוש טכנולוגי מעניין בתצוגה של **איירבאס** היה המטוס הקל ה-**E-Fan**, שמתאפיין במערכת הנעה חשמלית. זהו פיתוח ניסויי של זרוע המחקר והטכנולוגיה של **קבוצת איירבאס**, בשיתוף פעולה עם מספר חברות נוספות. בניגוד לניסיונות קודמים בעולם שבהם הותקן מנוע חשמלי במטוס קיים, מהנדסי תחום החדשנות

### שינוי ארגוני בקבוצת איירבאס

בתחילת ינואר השנה נכנס לתוקפו שינוי ארגוני מהותי בתאגיד האירופי הגדול **EADS**, ששינה את שמו ל**קבוצת איירבאס**. הקבוצה מאורגנת עתה בשלוש חטיבות תפעוליות: **איירבאס** (מטוסי נוסעים), **איירבאס הגנה וחלל**, ו**איירבאס מסוקים** (לשעבר **יורוקופטר**). השינוי הבולט ביותר נעשה בחטיבת **איירבאס הגנה וחלל**, המאגדת את היחידות התפעוליות הקודמות **איירבאס מטוסים צבאיים**, **קאסידיין** (מערכות הגנה) ו**אסטרויום** (חלל). הנהלת הקבוצה הסבירה, כי צירוף כל הפעילויות האלה במסגרת חטיבה אחת יוצרת סינרגיות בפעילות ובתיק המוצרים של החברה, ויכולת התמקדות טובה יותר במאמצי המחקר והפיתוח. איחוד הפעילויות הופך את החטיבה לשחקנית גלובאלית טובה יותר. החטיבה החדשה היא חברת ההגנה והחלל הגדולה ביותר באירופה, החברה השנייה בגודלה בעולם בתחום החלל, ואחת מעשר התעשיות הביטחוניות הגדולות ביותר בעולם.

**איירבאס הגנה וחלל** כוללת ארבעה תחומי פעילות עיקריים: מטוסים צבאיים; אלקטרוניקה; תקשורת; מודיעין וביטחון; ומערכות חלל. בתחום העסקי של מטוסים צבאיים נכללים מטוסי הקרב **יורופייטר טייפון**, מטוסי התובלה הגדולים **A400M אטלס**, מטוסי התדלוק **MRTT A330**, מטוסי התובלה הקלים והבינוניים **C-235** ו-**C-295**, וכלי-הטיס הבלתי מאוישים (כטב"מים).

**איירבאס הגנה וחלל** שולטת עתה גם בתחום הכטב"מים הטקטיים שנוהל בעבר במסגרת **ריינמטאל מערכות מוטסות**, לאחר שקאסידיין רכשה בשנת 2012 את מניות השליטה בחברה הגרמנית המתחרה (ראה בסקירה של תערוכת **ILA** הקודמת – "ביעף" e122 עמ' 20-21). לאור זאת, נכללו בתצוגה הקרקעית של **איירבאס הכטב"ם KZO** שפותח ויוצר במקורו על-ידי **ריינמטאל**, והכטב"ם הרון **1** שמייצג את שיתוף הפעולה שהתקיים בין **ריינמטאל לתעשייה האווירית לישראל**. **קבוצת איירבאס** הייתה באופן טבעי המציגה

ה-**E-Fan** המונע חשמלית מתאפיין בשתי מניפות משורוללות שמותקנות בצידי הגוף.





מסוק הקרב T129A פותח במשותף על-ידי אגוסטה-ווסטלנד ותעשיית התעופה והחלל הטורקית (TAI).

בין יתר המערכות הותקן במטוסים מכ"ם מדגם **EL/M-2032** ומערכת לחמה אלקטרונית אקטיבית מתוצרת **אלתא מערכות**. הטרמינל הותאם לנשיאת חימוש מונחה חכם דוגמת פצצות מונחות-לייזר, טילי אוויר-שטח בעלי הנחיה אלקטרו-אופטית וטילי שיוט בעלי הנחיה משולבת של ניווט אינרציאלי ונווטן לווייני. מטוסי הטרמינל מיועדים להישאר בשירות חיל האוויר הטורקי עד שיוחלפו במטוסי **F-35** בתחילת העשור הבא.

### מסוק הקרב T129

צבא היבשה הטורקי קיבל ב-22 באפריל השנה את מסוק הקרב הראשון מדגם **T129A**, ומסוק זה הובא לתצוגה בברלין. כמו כל תוכניות הרכש הצבאיות בטורקיה שכוללות מעורבות של התעשיית המקומית, גם אספקת מסוקי הקרב החדשים התעכבה במשך שנים. ראשיתה של התוכנית בשנת 2007, כאשר הוחלט בטורקיה לפתח דגם משופר ומתקדם

**F-4E-2020 טרמינלור** – מטוס פאנטום טורקי שהושב בתחילת העשור הקודם על-ידי חברות ישראליות.



מטוס ההתראה המוקדמת והבקרה האווירית מסוג **בואינג 737 AEW&C** של חיל האוויר הטורקי. לידו נראה מטוס קרב מדגם **F-4E פאנטום**.



המצברים ניתן להטעין בתוך שעה אחת, ובעתיד תהיה אפשרות להחליפם במהירות במצברים טעונים.

בכונת **איירבאס** להשלים את פיתוח ה-**E-Fan** ולהכניסו לייצור סדרתי כמטוס אימון קל. בהמשך מתוכנן פיתוח דגם בעל ארבעה מושבים, שבנוסף למנועים החשמליים יצויד גם במנוע שריפה פנימית, שיותקן בתוך הגוף ויאפשר טיסות ארוכות יותר.

## תצוגה טורקית נרחבת

ההייתה השותפה הבכירה ב-**ILA** השנה, הביאה טורקיה לתערוכה מבחר עשיר ומעניין של כלי-טיס צבאיים ואזרחיים. אלה כללו ארבעה מטוסי קרב – שני **F-16C** ושני **F-4E פאנטום**, מטוס להתראה מוקדמת ובקרה אווירית מסוג **בואינג 737 AEW&C**, מטוס תובלה מדגם **C-160D טראנסל**, מסוק קרב **T129A**, הכטב"ם **אנקה**, ושני מטוסי נוסעים מדגם **בואינג 737-800** של **טורקיש איירליינס**. ה-**F-16C** השתתף בתצוגות הטיסה היומיות במופע אווירי מרשים ביותר.

## התראה מוקדמת ובקרה אווירית

**הבואינג 737 AEW&C** שהוצג בברלין הוא הראשון מבין ארבעה מטוסי התראה מוקדמת ובקרה אווירית שהוזמנו על-ידי חיל האוויר הטורקי במסגרת תוכנית **Peace Eagle**. מטוס זה נמסר לטורקים ב-31 בינואר השנה, באיחור של כשבע שנים לעומת התוכנית המקורית (בואינג הציגה אותו בתערוכת פארנבורו כבר ביולי 2010 – ראה "ביעף" e113 עמ' 19). המטוס השני סופק בתחילת חודש מאי, השלישי יסופק בהמשך השנה הנוכחית, והרביעי יימסר בשנה הבאה. בתוכנית זו שותפו גם התעשיית הטורקית, שסיפקו מערכות למטוסים ויישעו בתמיכה להפעלתם. תעשיית התעופה והחלל הטורקית (**TAI**) משתתפת בהתקנת מערכות המשימה במטוסים.

כפי שתיארנו כבר בגיליונות קודמים, המטוס שהושב למשימות התראה מוקדמת ובקרה אווירית מבוסס על **הבואינג 737-700**. על גב המטוס מותקן מכ"ם **MESA** (ראשי תיבות של: מערך סריקה אלקטרוני רב-משימתי) מתוצרת **נורת'רופ גרומן**, הפועל בתחום התדירויות L, כאשר האנטנה האנכית משמשת לגילוי מטרת משני צידי המטוס, והאנטנה האופקית שמורכבת מעליה מטפלת במטרות הנמצאות לפני המטוס או מאחוריו. למכ"ם טווח גילוי

ועקיבה של יותר מ-370 ק"מ, והוא מסוגל לעקוב בר-זמנית אחרי מאות מטרת באוויר, בים וביבשה. משולבת בו גם מערכת זיהוי עמית-טורף (זע"ט), המאפשרת אבחנה בין מטוסים ידידותיים למטוסי אויב בטווח של עד 560 ק"מ. כמו-כן מצויד המטוס במגוון מערכות תקשורת, כולל ערוץ להעברת נתונים. בתוך גופו של המטוס ישנן עשר עמדות למפעילים, המקבלים את המידע המעובד מהמכ"ם על צגים רב-תכליתיים ויכולים לנהל על פיו את הלחימה באוימים.

## טרמינלור: פאנטום מושב

הטורקים הביאו לברלין את ה-**F-4E-2020 טרמינלור**, אחד מ-54 מטוסי **הפאנטום** שהושבחו על-ידי **התעשייה האווירית לישראל** ו**אלביט מערכות** בתוכנית שהתבצעה מ-1997 עד 2003. במסגרת ההשבה בוצעו במטוסים תיקונים וחידוקי מבנה, הוחלף כל החיווט החשמלי, והותקנה מערכת אוויוניקה מודרנית.



הטורקים לא הביאו לתערוכה את מטוס האימון הבסיסי הירקוש (למעלה), אלא רק דגם של תא הטייס.



מציוד באנטנה לתקשורת לוויינית ובמטע"דים משופרים. מערכות הכטב"מים האלה יסופקו בין 2016 ל-2018. **האנקה** מתאפיין במוטת כנף של 17.3 מטר ובגוף שאורכו 8 מטר. ביכולתו לשאת מטע"דים במשקל של עד 200 ק"ג. עבור הכטב"ם הסדרתי מפתחת החברה הטורקית TEI מנוע דיזל חדש, שיצויד במערכת בקרה דיגיטלית ובמגדש טורבו. המנוע יפתח הספק מרבי של 155 כ"ס, בדומה למנוע הסנטוריון 2.0S שמוחקן באנקה כיום.

הטיפוס ב-27 בספטמבר 2012. מהנדסי TAI מתרכזים עתה בתכן הדגם המשופר **אנקה בלוק B**, שיתאפיין בגוף קל יותר ובביצועים משופרים – שהיה של 24 שעות ברום של עד 30,000 רגל (9.1 ק"מ). דגם זה יישא מכ"ם בעל מפתח סינתטי (SAR) בנוסף לחיישן התצפית האלקטרו-אופטי, שניהם מייצרו מקומי בטורקיה. טיסות הניסוי של דגם זה אמורות להתחיל בחודש יוני. בינתיים הזמין חיל האוויר הטורקי עשרה כטב"מים מהדגם הסדרתי **אנקה S**, שהיה

הכטב"ם הטורקי **אנקה** מיועד למשימות איסוף מודיעין חזותי מרום בינוני, ויוכל לשהות באוויר עד 24 שעות.



של ה-A129 CBT האיטלקי בשיתוף פעולה בין **אוגוסטה-יוסטלנד** לבין TAI. במסגרת תוכנית ATAK – ראשי תיבות של: מסוק מתקדם לתקיפה וסיור טקטי – תוכנן לייצר בטורקיה 51 מסוקים, עם אופציה ל-40 נוספים. לאור הצורך הדחוף של הצבא הטורקי במסוקי קרב, הוחלט בשנת 2010 לרכוש תחילה תשעה מסוקים מאיטליה, שאספקתם יועדה ל-2012. בעיות טכניות ואי-שביעות רצון טורקית מביצועי המסוק עיכבו את ההספקה עד עכשיו. ה-T129 הוא מסוק קרב קטן יחסית, שמשקל ההמראה המרבי שלו (5,000 ק"ג) הוא כמחצית מזה של ה-AH-64D **אפאצ'י לונגבו**. המסוק מצויד בצמד מנועי טורבינה מסוג LHTEC-CTS800-4A, שכל אחד מהם מפתח הספק צירי של 1,360 כ"ס בהמראה, עם מערכת תמסורת מוגברת לרוטור בעל חמשת הלהבים. מערכת הנעה זו מקנה למסוק יכולת משופרת לפעול באזורים גבוהים וחמים, שאופייניים לזירה הטורקית. במסוק שלבו מערכות אוויוניקה מודרניות באחריות החברה הטורקית **אסלסאן**, שמאפשרות לו לפעול בעיילות ביום ובלילה.

תשעת המסוקים מדגם T129A חמושים רק בצריח תותח תלת-קני בקוטר 20 מ"מ מתחת לחרטום ובמאזי רקטות בקוטר 70 מ"מ התלויים מתחת לכנפיים הקצרות. המסוקים הבאים מדגם T129B יוכלו לשאת גם 8 טילים מונחים נגד טנקים, 4 טילי אוויר-אוויר ורקטות מונחות לייזר.

### הירקוש: מטוס אימון בסיסי

תעשיית התעופה והחלל הטורקית מפתח מטוס אימון בסיסי המצויד במנוע טורבו-מדחף, שנקרא **הירקוש** – על שמו של אחד מחלוצי התעופה בטורקיה. המטוס הראשון מדגם **הירקוש A** החל בטיסות ניסוי באוגוסט 2013, וצפוי להשלים את תהליכי הרישוי לפי דרישות התקן האירופי עד דצמבר 2015. חיל האוויר הטורקי הזמין 15 מטוסי **הירקוש B**, שיהיו מצוידים בתאי טייסים דיגיטליים מודרניים, עם אופציה ל-40 מטוסיים נוספים. בנוסף תפתח TAI דגם חמוש של המטוס, המכונה **הירקוש C**, שימש למשימות סיור התקפי וסיוע קרוב לכוחות הקרקע. **ההירקוש** דומה בגודלו ובביצועיו ל**ביצ'קראפט T-6 טקסן 2** האמריקני.

לתערוכה בברלין לא הביאו הטורקים את המטוס עצמו, אלא רק דגם בקנה מידה מלא של תא הטייס בהירקוש B.

### אנקה: כטב"ם לשהייה ארוכה

עוד הציגה TAI בתערוכה את הכטב"ם **אנקה** (תרגום השם: פניקס – עוף החול), שתוכן לפעילות ברום בינוני ולשהייה ארוכה, כתחליף ל**הרוון 1** שנרכש מישראל.

אב-הטיפוס של **האנקה** טס לראשונה בדצמבר 2010. בגרסתו הראשונה – **אנקה בלוק A** – ביצע הכטב"ם סדרה ארוכה של טיסות ניסוי והפגין יכולת לשהות באוויר במשך יותר מ-18 שעות ברום של עד 25,600 רגל (7.8 ק"מ). ביוני 2013 נמסר כטב"ם אחד לניסויים מבצעיים בחיל האוויר הטורקי, והשלים 67 טיסות עד להתרסקותו בתאונה שאירעה ב-9 בדצמבר אותה שנה. הייתה זו תאונה חמורה שנייה של **האנקה**, לאחר התרסקות אב-



למעלה: טילים מסוג MIZRAK-U בעלי טווח של 8 ק"מ. למטה: טיל MIZRAK-O לטווח של 4 ק"מ.



בתערוכה בברלין חתמה רוקטסאן על הסכם שיתוף פעולה עם חברת MBDA גרמניה לשילוב הרקטות המונחות במסוקי הטייגר של הצבא הגרמני.

לחימוש כטב"מים מפתחת רוקטסאן טיל מונחה לייזר במשקל של כ-22 ק"ג שאורכו פחות ממטר, אשר נקרא מיקרו חימוש חכם. הטיל יעיל לטווח של עד 8 ק"מ, ומיועד להשמיד מטרות "רכות" כמו מבנים קלים, כלי-רכב, אנטנות מכ"ם, ולפגוע באנשים ברדיוס של 25 מטר מנקודת הפגיעה של הראש הקרבי הנפיץ. לדברי נציג החברה בתערוכה, הטיל הזעיר יגיע למעמד מבצעי בסוף השנה הנוכחית.

רוקטסאן מייצרת טיל שיוט לטווח של יותר מ-200 ק"מ, שפותח על-ידי החברה הטורקית טיביטאק סאגה. אמצעי החימוש המוטס הזה,

גם גרסה של טיל זה עם ראש ביות לייזר. רוקטסאן תציע החל משנת 2015 גם גרסה של הטיל לטווח של 4 ק"מ, הנקראת MIZRAK-O, שמיועדת לשימוש יבשתי או ימי. ניתן לירות טיל זה ממשגר המוצב על הקרקע עם תלת-רגל, מפלטפורמות קבועות, מכלי-רכב משוריינים או מכלי-שיט.

לחימוש מסוקי קרב מייצרת רוקטסאן גם רקטות מונחות לייזר בקוטר 70 מ"מ בשם Cirit, הנורות מתוך משגר חכם. רקטות אלה הן אמצעי זול יחסית ויעיל נגד כלי-רכב בלתי משוריינים או עם שריון קל, נגד חיילי רגלים ונגד מבנים לא מבוצרים. משקלה של הרקטה 15 ק"ג, והיא יעילה מטווח של 1.5 עד 8 ק"מ. ניתן להשתמש בה גם בשיגור מכטב"ם.

רקטות Cirit נמצאות בשיירות צבא טורקיה וצבא האמירויות הערביות המאוחדות (UAE).

למטה: הרקטה מונחת-הלייזר Cirit עם המשגר החכם שלה. מימין: טיל להגנה מפני איומים אוויריים.



## טילים ורקטות של רוקטסאן

חברת רוקטסאן הטורקית הציגה בתערוכה מגוון מעניין ביותר של טילים מסוגים שונים ורקטות מונחות.

הטיל MIZRAK-U נגד מטרות משוריינות יהווה את החימושו העיקרי של מסוק הקרב T129B. הטיל, שמשקלו 37.5 ק"ג, יעיל עד לטווח של 8 ק"מ. הוא מצויד בחיישן דימות תת-אדום בחרטומו להתביות על המטרה, ויכול לקבל נתוני עדכון במהלך מעופו באמצעות ערוץ העברת נתונים. ניתן להפעילו ביום ובלילה בשיטת שגר-ושכח או שגר-ועדכן. כמקובל בטיילים מסוג זה, יש לו ראש קרבי כפול (טאנדם) היעיל נגד מטרות משוריינות עם מיגון ריאקטיבי. המשגר המותקן מתחת לכנפי המסוק, שמשקלו 60 ק"ג, נושא ארבעה טילים. ה-MIZRAK-U יהיה מוכן לשיירות מבצעי החל מסוף השנה הנוכחית. רוקטסאן מפתחת





טיל השיט הטורקי לטווח של כ-200 ק"מ המכונה SOM (טיל לירי מנגד).

התקדמות התוכנית ועל סיכוייה בעתיד. תוכנית הפיתוח המתקצבת בסכום של כ-4 מיליארד דולר עומדת להסתיים בסוף השנה הנוכחית, לאחר השלמת שלב הדגמת המערכת. עד כה בוצעו שני ניסויי יירוט מוצלחים ביותר. בניסוי הטיסה הראשון, שנערך בנובמבר 2012, הצליחה המערכת ליירט מטרה שהגיעה מאחור. בניסוי השני, בנובמבר 2013, הדגימה המערכת בהצלחה יירוט כפול של מטוס מטרה מדגם QF-4 פאנטום וטיל לנס שייצג טיל בליסטי טקטי לטווח קצר, כאשר שתי המטרות האלה הגיעו מכיוונים שונים. הטיל המיירט MSE PAC-3 מתוצרת לוקהיד מרטין שוגר הן מהמשגר הגרמני והן מהמשגר האיטלקי.

עם סיום שלב הפיתוח והדגמת היכולת, תצטרך התוכנית לעבור לשלב הייצור. גרמניה ואיטליה הביעו את רצונן להצטייד במערכות MEADS, אלא שהבעיה היא כרגיל בהקצבת הסכומים הדרושים לרכש. כדי שהתוכנית תמשיך להתקדם בקצב הרצוי ללא הפסקה ארוכה, נדרשת החלטת רכש של גרמניה במחצית השנייה של 2014. לאור הקשיים התקציביים של הצבא הגרמני כיום, התעוררו ספיקות האם אכן תתקבל החלטה בפרק הזמן הרצוי.

בינתיים נוצר סיכוי למכירת המערכת לפולין. הפולנים הוציאו בסוף השנה שעברה מכרז למערכת הגנה אווירית לטווחים קצרים ובינוניים, שמיועדת להיכנס לשירות עד שנת 2022. ארבע ההצעות שהוגשו לתוכנית ויסלה של הפולנים כוללות, בנוסף ל-MEADS, את המערכת הצרפתית SAMP/T עם טילי Aster-30, מערכת שרביט קסמים הישראלית, ומערכת פטריוט מהדור החדש שמציעה חברת

משותפת של קבוצת איירבאס, החברה הבריטית BAE Systems והחברה האיטלקית פינמניקה.

המשגר הנייד של MEADS וקרן ניהול הקרב הנישא על משאית הוצגו גם הפעם בתערוכה בברלין. במסיבת עיתונאים שכונסה בתערוכה דיווחו נציגי החברות השותפות על



שמכונה בפשטות טיל לירי מנגד (SOM), מיועד לתקיפת מטרות רבות-ערך המוגנות היטב דוגמת סוללות טילי קרקע-אוויר, מטוסים חשופים בשדות תעופה, נכסים אסטרטגיים, מרכזי שליטה ובקרה, ספינות בים ועוד. מוצעות שתי גרסאות, אחת עם ראש קרבי נפיץ והשנייה עם פצצה חודרת, כנגד מטרות שונות. משקל הטיל בגרסה הראשונה 610 ק"ג, ובגרסה השנייה 660 ק"ג. משקל הראש הקרבי 230 ק"ג. לטיל מנוע טורבו-סילון המותקן בחלקו האחורי, עם כונס אוויר תחתון. הוא מצויד בחיישן דימות תת-אדום בחרטומו להתיינות על המטרה בשלב הסופי, ובערוץ העברת נתונים לצורך קבלת עדכונים במהלך טיסתו. מערכת ההנחיה המדויקת מבוססת על שילוב של ניווט אינרציאלי, נוטון לווייני, עקיבה אחרי פני הקרקע והשוואה עם תמונות שהוזנו מראש למחשב הטיל.

שלב הנוכחי נישא הטיל לירי מנגד על-ידי מטוסי F-16 ו-F-4E-2020 של חיל האוויר הטורקי. טיל שיוט זה מיועד גם לחימושם של מטוסי ה-F-35 שיופקו לטורקיה, ושילובו מתבצע בתיאום עם לוקהיד מרטין.

רוקסטאן מפתחת בשיתוף פעולה עם חברת אסלסטאן טילים להגנה מפני איומים אוויריים דוגמת מטוסים, מסוקים, טילי שיוט וכטב"מים. הטיל נגד מטרות הטסות ברום נמוך מיועד לפעול בטווח של עד 10 ק"מ, נגד כלי-טיס המתקרבים ברום של 30 מטר עד 5 ק"מ. גרסה שנייה מיועדת לפעול בטווח של עד 16 ק"מ, נגד כלי-טיס המתקרבים ברום של 50 מטר עד 10 ק"מ. הטילים נורים אנכית מרכב שיגור הנושא לפחות ארבעה זבילים. חיישן הביות הוא מסוג דימות תת-אדום. גם טילים אלה מצוידים בערוץ העברת נתונים לקבלת עדכונים על המטרה במהלך טיסתם.

### מערכת הגנה אווירית MEADS

בסקירתנו על תערוכת ILA ב-2012 ("ביעף" e122) תיארו את מערכת ההגנה האווירית MEADS, שרכיביה העיקריים הוצגו אז לראשונה. מערכת זו מפותחת במשך העשור האחרון כפרויקט רב-לאומי על-ידי לוקהיד מרטין האמריקנית (58.3%), MBDA גרמניה (25%) ו-MBDA איטליה (16.7%). תאגיד הטילים האירופי MBDA נמצא בבעלות

המשגר הנייד וקרן ניהול הקרב של מערכת ההגנה האווירית MEADS הוצגו בחזית הביתן של MBDA. למעלה: שיגור הטיל המיירט בניסוי שנערך בנובמבר 2013.





הגיירוקופטר מדגם ArrowCopter AC20 שנושא מטע"ד תצפית כחלק ממערכת איסוף המודיעין פאלקון.

מטע"ד תצפית אלקטרו-אופטי ומעביר שידורי וידאו רצופים לתחנת בקרה קרקעית. היזמים מבחריין אימצו את כלי-הטיס הזעיר ArrowCopter AC20, שמיצור על-ידי החברה האוסטרית FD-Composites. זהו גיירוקופטר קונבנציונאלי, הדומה לדגמים רבים אחרים שמוצגים בתערוכת איירו בפריז דריכסהפן, שמצויד במנוע רוטקס UL 914 בן 115 כ"ס ומשייט במהירות של 160 ק"מ/ש'. הכלי ממריא במשקל מרבי של 600 ק"ג, ויכול לשאת מטען תכליתי במשקל 200 ק"ג (כולל הטייס). הגיירוקופטר יוסב לכטב"ם, כך שניתן יהיה להפעילו הן על-ידי טייס והן בתצורה בלתי מאוישת.

מערכת איסוף המודיעין והפצתו מכונה פאלקון. הגיירוקופטר של DCS השתתף במפגני הטיסה היומיים בתערוכה, ובנוסף הציגה החברה מבחריין את רכיבי המערכת הקרקעית. □

מערכת ההגנה האווירית IRIS-T SLM שמוצעת על-ידי חברת Diehl Defence.



**דיפנס** את ה-GATR של אלביט מערכות הישראלית.

**טייל גולש רב-תכליתי (PILUM):** הסבת פצצה רגילה במשקל 230 ק"ג לאמצעי חימוש מונחה מדויק באמצעות חיישן ביות אלקטרו-אופטי ומערכת ניווט אינרציאלית/לוויינית. זהו פיתוח משותף עם חברת רפאל הישראלית, המנצל את חיישן הביות הדו-אופני (בתחומי האור הנראה והתת-אדום) של ה-SPICE. הפצצה הגולשת הגרמנית, שמצוידת בכנפיים נפרסות, מסוגלת להגיע לטווח של עד 100 ק"מ. בעתיד תוצע גם גרסה עם הנחיית לייזר חצי-אקטיבית.

### גיירוקופטר לתצפית ומעקב

חברת Data Capture Systems מבחריין הציגה בתערוכה בברלין אמצעי מקורי לאיסוף מודיעין חזותי בדמות גיירוקופטר הנושא

רייטיאון האמריקנית. שלוש השותפות ב-MEADS מציעות לתעשייה הפולנית להצטרף לתוכנית כשותפה רביעית ולזכות בנתח מעבודות הייצור, כולל ייצור משותף של טילי ה-PAC-3 בפולין.

### הגנה אווירית מדיהל דיפנס

החברה הגרמנית Diehl Defence ניסתה לקדם בתערוכה את שיווקה של מערכת הגנה אווירית חדשה לטווח בינוני, המבוססת על הטיל IRIS-T SL המתבנית על קרינה תת-אדומה, אשר מפותחת בתמיכת משרד ההגנה הגרמני.

ה-IRIS-T הוא טיל אוויר-אוויר לטווח קצר הדומה בגודלו לסיידווינדר האמריקני, אשר פותח בתוכנית משותפת של שש מדינות אירופיות: גרמניה, איטליה, יוון, נורווגיה, ספרד ושוודיה. הטיל נמצא בייצור סדרתי מאז 2005 ומופעל ממטוסי קרב מדגמי יורופייטר טייפון, סאב JAS 39 גריפון, F-16 ו-F-18. בנוסף למדינות השותפות, משתמשים בו גם אוסטריה, דרום-אפריקה ערב הסעודית ותאילנד.

**דיהל דיפנס** הסבה את ה-IRIS-T לשיגור מן הקרקע על-ידי התקנת מנוע רקטי משופר, חיפוי אווירודינמי לטיסה בטווח ארוך יותר, והוספת ערוץ העברת נתונים ומערכת ניווט אינרציאלית/לוויינית. הטיל המוסב, שמסומן IRIS-T SL, הוכיח את יכולתו לפגוע בכטב"ם מטרה בשני שיגורים שבוצעו בשדה הניסויים אוברברג בדרום-אפריקה בנובמבר 2013.

מערכת IRIS-T SLM מיועדת לספק לכוחות צבאיים הגנה מפני תקיפות של מטוסים, מסוקים, טילי שיוט ואמצעי חימוש מונחים. המערכת מספקת כיסוי ב-360 מעלות באמצעות מכ"ם המגלה מטרות מכל הכיוונים ושיגור אנכי של הטילים הממייטים.

הדגמה מוצלחת של המערכת כולה נערכה באותו שדה ניסויים בדרום-אפריקה ב-14 בינואר השנה, בפני מומחים בינלאומיים ונציגים צבאיים מ-16 מדינות. הטיל הממייט הצליח להפיל בפגיעה ישירה כטב"ם מטרה מסוג דורנייה DT-25 בטיסה נמוכה, מטווח של כ-20 ק"מ. בניסוי זה נעשה שימוש במכ"ם מסוג מערך מופע אקטיבי מדגם CEAFAR של החברה האוסטרלית CEA טכנולוגיות, ובקרון תפעול טקטי שניצל מערכת שליטה, בקרה ותקשורת של חברת Terma A/S מדנמרק. הטיל הממייט קיבל במהלך מעופו נתוני עדכון מהמכ"ם, שאיפשרו לחיישן התת-אדום בחרטומו להינעל על המטרה לפני הפגיעה בה.

מערכת ההגנה האווירית של דיהל דיפנס מתאפיינת בארכיטקטורה פתוחה, כך שניתן לשלב בה מכ"מים מסוגים שונים לפי העדפת הלקוח. ניתן לשלב את טילי היירוט IRIS-T SL גם כמרכיב נוסף במערכת הגנה אווירית מקיפה יותר.

### שת"פ עם חברות ישראליות

דיהל דיפנס הציגה בתערוכה בברלין שני אמצעי חימוש מונחים בשיתוף פעולה עם חברות ישראליות:

**חימוש קל מונחה חכם (GILA):** לחימוש מסוקי הטייגר של הצבא הגרמני ברקטות מונחות-לייזר בקוטר 70 מ"מ, מציעה דיהל

# מטוסים היסטוריים בתצוגה בברלין



מטוס האימון הסילוני איירמאקי MB-326E ששירת בחיל האוויר האיטלקי מ-1961 עד 1988.



מטוס הריסוס הפולני PZL-106 AR קרוק שהופעל במזרח גרמניה.



טיילורקראפט אוסטר Mk 5 משנת 1950.



מטוס האימון הסילוני היספאנו HA-200D סאטה (Saeta) שיוצר בספרד בשנות ה-60.



המטוס האמפיבי ריפאבליק RC-3 סיבי משנת 1947, שמוטס עדיין בשוויצריה.



מטוס התובלה הצרפתי הקל מאקס הולסט 1521M ברוסאר משנת 1960.

מטוס התובלה הצרפתי נורד 2501 נוראטלאס שיוצר בשנת 1956 ונמצא עדיין בכושר טיסה. מטוסים כאלה הופעלו גם בחיל האוויר הישראלי מסוף 1955 עד 1978.



החל ממטוסי מנהלים סילוניים קטנים ובינוניים ומטוסים בעלי מנועי טורבו-מדחף, המשך במטוסי בוכנה קלים חד-מנועיים ודו-מנועיים ומסוקים, וכלה במטוסי ספורט קלים, מטוסים זעירים (אולטרה-לייט), טרייקים, גיירוקופטרים ודאוניים. בנוסף נכללה הפעם גם תצוגה צנועה של כטב"מים לשימושים אזרחיים.

יהודה בורוביק חזר לביקור חמישי בפרידריכסהפן. בין שלל כלי-הטיס השגרתיים, שנבדלים זה מזה בעיקר בעיצובם אך לא בביצועיהם, גילינו מספר חידושים מעניינים במיוחד שאותם אנו סוקרים כאן: אופנוע מעופף בתצורה של גיירוקופטר, וכלי-הטיס החרגי וולוקופטר שממריא ונוחת אנכית באמצעות 18 מדחפים קטנים. בנוסף, אנו מעדכנים על התפתחויות בתחום מטוסי המנהלים הסילוניים הקטנים, מתארים את ה-TBM900 של דאהר-סוקאטה ואת הפייפר ארצ'ר עם מנוע דיזל, וסוקרים חידושים בתחום ההנעה החשמלית למטוסים.

תערוכת התעופה הכללית והספורטיבית איירו, שמתקיימת אחת לשנה בחודש אפריל בעיר הגרמנית השלווה פרידריכסהפן על שפת אגם קונסטנץ, ממשיכה לשמור על מעמדה כאירוע החשוב ביותר באירופה בתחום זה ומושכת מציגים ומבקרים מכל רחבי העולם. הפעם השתתפו 606 מציגים מ-35 מדינות, ובארבעת ימי התערוכה (9 עד 12 באפריל) נכנסו בשעריה 33,400 מבקרים – מעט יותר מאשר בתערוכת איירו לפני שנתיים בה ביקרנו (ראה "ביעף" e120). אולם המארגנים לא הצליחו למלא לגמרי את תשעת אולמות התערוכה, וחלק מן האולמות נראו דלילים למדי. יחד עם זאת, איירו נחשבת להצלחה רוב המציגים בה הביעו שביעות רצון מהחשיפה לה זכו ומהקשרים שיצרו עם לקוחות ממשיים ופוטנציאליים.

בתוך אולמות התצוגה וברחבה מחוץ להם ניתן היה לחזות בכ-265 כלי-טיס. אלה כללו את כל הסוגים המשתייכים לתעופה הכללית ולתעופה הספורטיבית:

התצוגה החיצונית של מטוסי ביצ'קראפט, ססנה, אמבראר וגאלפסטרים. בעמוד הבא: מבט ממעוף הציפור על החלק האחר בתצוגה שמוחוץ לאולמות הסגורים.



מטוסי מנהלים סילוניים

בתערוכת איירו הייתה הפעם נוכחות נרחבת מהרגיל של יצרניות מטוסי מנהלים סילוניים קטנים ובינוניים, במאמץ להגדיל את מכירותיהן באירופה בכלל ובגרמניה בפרט. חברת **גאלפסטריס** האמריקנית הגיעה לראשונה לפרידריכסהפן והציגה את מטוסי ה-**G150** וה-**G280** המיוצרים בתעשייה האווירית לישראל. **אמבראר** הברזילאית הציגה שוב את מטוסי הפינים **100** ו-**300**.

התאגיד האמריקני **טקסטרוון**, המחזיק בבעלותו גם את חברת **ססנה**, השלים באמצע חודש מארס השנה את רכישת חברת **ביצ'קראפט**. פעילותן של **ססנה** ו**ביצ'קראפט** רוכזה תחת המטרייה של חברת-בת חדשה בשם **טקסטרוון תעופה**, אשר תמשיך לייצר את המטוסים הקיימים תחת שמות המותג ההיסטוריים. **טקסטרוון תעופה**, באמצעות סוכני המכירה הקיימים בגרמניה, הביאה לתצוגה בפרידריכסהפן את כל מבחר הדגמים של **ביצ'קראפט** יחד עם מבחר מצומצם של חמישה מטוסי **ססנה**, שכלל שלושה מטוסי מנהלים סילוניים קלים ובינוניים. בין אלה הוצג לראשונה בגרמניה המטוס הסילוני הקל **סיטישן M2**, שמהווה דגם משודרג של ה**סיטישן CJ1+**.

חברת **סירוס** האמריקנית, הנמצאת בבעלות סינית, הציגה דגם בקנה מידה מלא של ה-**SF50** ויז'ן החד-מונעי, ובמסגרת עיתונאים עדכנה על התקדמות הפרויקט. בהתאם לתוכנית ניסויי הטיסה עליה הודיעה **סירוס** בתערוכת אושקוש בשנה שעברה (ראה "ביעף" e125 עמ' 21), בישרה החברה על טיסת הבכורה של מטוס הניסוי **C0** שהתקיימה ב-24 במארס השנה. זהו הראשון מבין שלושה מטוסי ניסוי המייצגים את התצורה הסדרתית של ה**וויז'ן**, שמשלב שינויים רבים לעומת אב-הטיפוס הראשון שהחל לטוס בשנת 2008, אשר מיועד לבצע טיסות ניסוי להוכחת הביצועים ותכונות הטיסה לקראת השגת רישוי אזרחי. מטוס הניסוי השני, שמשומן **C1**, צפוי להתחיל לטוס ברבע השלישי של השנה הנוכחית, ומטוס הניסוי **C2** ימריא כ-45 יום אחריו. **סירוס** מקווה להשיג את הרישוי האזרחי המיוחל לקראת סוף 2015, ולהתחיל אז במסירת מטוסים סדרתיים לקוחות. לדברי מנהלי החברה, יש לה הזמנות ל-550 מטוסים, עבורם שולמה מקדמה.

חברת **אקליפס איירוספייס** הציגה בתערוכה את מטוס ההדגמה **טוטאל אקליפס** – גרסה מושבת של ה**אקליפס 500** המקורי. החברה האמריקנית, שרכשה את נכסי **אקליפס איירקראפט** שפשטה את הרגל בשנת 2009, חידשה את ייצור מטוסי המנהלים הסילוניים הקטנים ומציעה את הדגם המשופר **אקליפס 550**. מטוס חדש ראשון מדגם זה נמסר לקוח ב-12 במארס השנה, לאחר קבלת הרישוי האזרחי מה-**FAA**. ה**אקליפס 550**, שמגיע למהירות מרבית של 375 קשר (695 ק"מ/ש), יכול לטוס ברום של עד 41,000 רגל (12.5 ק"מ) ולהגיע לטווח של 2,080 ק"מ עם טייס ושלושה נוסעים. מחירו הבסיסי 2.89 מיליון דולר.

חברת ה**ונדה איירקראפט** היפנית-אמריקנית הסתפקה בהצגת דגם מוקטן של ה**הונדה ג'יט** ומידע על המטוס בעל התצורה החרויה (ראה "ביעף" e124 עמ' 16). השגת הרישוי האמריקני



מטוס הניסוי C0 של ה**סירוס SF50** ויז'ן בטיסה משותפת עם אב-הטיפוס הראשון (למעלה).



ה**גאלפסטריס G150** ומאחוריו ה-**G280**.



הדגם החדש **סיטישן M2** הוא גרסה משודרגת של ה**סיטישן CJ1+** של **ססנה**. ה**טוטאל אקליפס** הוא גרסה משודרגת של ה**אקליפס 500** המקורי. לאחרונה הוחל בייצור ה**אקליפס 550**.





הפיפר ארצ'ר DX שמצויד במנוע דיזל. למטה: מבט מקרוב על מנוע הסנטוריון 2.0s.

מיוצר כיום על-ידי טכניפיי מוטורס, חברה-בת של קונטיננטל מוטורס הנמצאת בבעלות סינית (ראה "ביעף" e125 עמ' 23).

את הסנטוריון 2.0s ניתן להזין בדיזל או בדלק סילוני מסוג Jet-A, הזמינים יותר באירופה מאשר בנזין תעופתי. יתרונו הגדול ביותר של מנוע הדיזל הוא בחיסכון גדול בתצרוכת הדלק, בשיעור של כ-38% בהשוואה למנוע בנזין. לפי הנתונים שהציגה פייפר, הארצ'ר DX יכול לשייט במהירות של 114 קשר (211 ק"מ/ש') ברום של 4,000 רגל (1,220 מטר) כשהוא צורך רק כ-22 ליטר דלק בשעה, לעומת צריכה של כ-36 ליטר בשעה עם מנוע הבנזין המקורי שלו. משמעות ההבדל הזה היא חיסכון כספי ניכר לבתי הספר לטיסה בהוצאות ההפעלה של מטוסי ההדרכה.

הארצ'ר DX מוצע עם מערכת אוויוניקה חדישה מסוג גארמין G1000 כציוד סטנדרטי. פייפר השיגה למטוס רישוי אירופי ב-1 באפריל השנה, ואספקת המטוסים ללקוחות תחל ברבע הראשון של 2015. מחיר המטוס עם ציוד סטנדרטי כ-400 אלף דולר.

הארצ'ר בעל ארבעת המושבים הוא צאצא מודרני במשפחת מטוסי ה-PA-28 צ'ירוקי הוותיקה של פייפר. עד כה שוק הארצ'ר רק עם מנוע בנזין מסוג לייקומינג O-360-A4M בעל הספק של 180 כ"ס בדגם שסומן PA-28-181 ארצ'ר TX, או בדגם המפואר יותר LX.



660 מטוסי TBM, המופעלים ב-35 מדינות ברחבי העולם.

### פייפר ארצ'ר עם מנוע דיזל

באירוע תקשורתי מבויס היטב, חשפה חברת פייפר האמריקנית בתערוכה דגם חדש של מטוס הארצ'ר המסומן DX, אשר מצויד במנוע דיזל חסכוני. פייפר, המבקשת להגדיל את חלקה בשוק מטוסי האימון לטייסים פרטיים, במיוחד באירופה, החליפה את מנוע הבנזין בארצ'ר במנוע דיזל מסוג סנטוריון 2.0s בעל הספק של 155 כ"ס. מנוע הדיזל הזה, שפותח ויוצר במקורו על-ידי חברת תילרט הגרמנית,

טרם הוגשמה – בניגוד להבטחות החברה בשנה שעברה – וכעת תאריך היעד נדחה לרבע הראשון של 2015. במקביל עוסקת החברה בבניית המטוסים הסדרתיים הראשונים, שיהיו מוכנים למסירה עם השנת הרישוי.

### דאהר-סוקאטה TBM900

חברת דאהר-סוקאטה הצרפתית הביאה לתערוכה את הגרסה החדשה במשפחת מטוסי ה-TBM בעלי מנוע טורבו-מדחף יחיד, אשר נחשפה בטקס שנערך במפעלי החברה ב-12 במארס.

ב-TBM900 משולבים 26 שינויים לעומת ה-TBM850, שפותחו והוכחו בתוכנית שנמשכה כשלוש שנים בסודיות מוחלטת, בהשקעה של כ-30 מיליון דולר. התוצאה היא מטוס המתאפיין ביעילות משופרת, סביבה משופרת לטייסים ולנוסעים, וביצועים עדיפים.

מהנדסי דאהר-סוקאטה שיפרו את היעילות האווירודינמית של המטוס על-ידי הוספת כנפוני קצות-כנף, התקנת המשך קדמי חדש לזנב האנכי על גב המטוס, וקונוס זנב חדש. בחרטום המטוס הוכנסו שינויים כדי לשפר את הזרימה בכניסה למנוע ובפליטה ממנו, והותקן מדחף חדש בעל חמישה להבים מחומרים מרוכבים וספינר חדש. מערכת החשמל במטוס חודשה לחלוטין, והיא מאפשרת שילוב מערכות אוויוניקה חדשות והתקנים אלקטרוניים. בתא הטייסים נעשו שינויים כדי לשפר את ממשק אדם-מכונה, ושופרה נוחות הנוסעים בזכות רמת רעש נמוכה יותר בתא, מערכת דיחוס אוטומטית ומושבים חדשים.

עם אותו מנוע מדגם PT6A-66D בעל הספק מרבי של 850 כ"ס צירי, יכול ה-TBM900 לשייט במהירות מרבית של 330 קשר (610 ק"מ/ש') ברום של 28,000 רגל (8.5 ק"מ) – בכ-20 ק"מ/ש' מהר יותר מה-TBM850. הטווח המרבי עם דלק מלא גדל בכ-270 ק"מ ל-3,200 ק"מ, במהירות שיוט חסכונית של 467 ק"מ/ש' ברום של 31,000 רגל (9.4 ק"מ). שיפורי ביצועים נוספים כוללים מרחק המראה קצר יותר, וזמן טיפוס קצר יותר לרום המרבי של 31,000 רגל.

ה-TBM900, שאספקתו ללקוחות כבר החלה, מוצע במחיר של כ-3.5 מיליון דולר עם ציוד בסיסי, או כ-3.7 מיליון דולר עם ציוד משופר – כ-260 אלף דולר יותר מה-TBM850. דאהר-סוקאטה יצרה וסיפקה עד כה יותר מ-

ה-TBM900 החדש של דאהר-סוקאטה משלב 26 שינויים חשובים לשיפור יעילות ההפעלה, הביצועים והנוחות של הטייסים והנוסעים.



אופנוע מעופף



למעלה: ה-TrixGyro יוצא לטיסת הבכורה שלו בתחילת אפריל. למטה: הפרדת האופנוע מכלי-הטיס.



רעיונות לפיתוח עתידי של מסוק ושל מטוס קבוע-כנף שישלבו אופנוע סגור לנסיעה קרקעית.

חלום המכוננית המעופפת, שראשיתו בשנות ה-30' של המאה העשרים, עדיין רחוק מהגשמה. קשה להתגבר על שלל בעיות טכניות, ביוורקרטיות (רישוי באוויר ועל הכביש) וכספיות – כפי שתארנו בסקירת פרויקט הטרמפוג'יה בכתבה על אושקוש בשנה שעברה (ראה "ביעף" e125 עמ' 18-19). מספר יזמים מבינים, כי הדרך היחידה לקיצור התהליך היא להציע כלי פשוט יותר, שלא ידמה למכוננית של ממש כמו הטרמפוג'יה טרנזישן. הצעה אחת כזאת היא המייוריק, אותה תיארו באותה כתבה על אושקוש. הצעה אחרת הוצגה בפעם בתערוכת איירו.

המהנדס האוסטרי ראינר פאראג (Farag), שהוקסם עוד בצעירותו מרעיון המכוננית המעופפת, הגיע לאחרונה למסקנה כי הדרך המהירה ביותר לפיתוח שילוב ישים בין כלי-טיס לכלי-רכב קרקעי היא דווקא אופנוע מעופף. וביתר דיוק: כלי-טיס קל מסוג גייירוקופטר, שיהיה מודולארי ויוכל להתפרק לאופנוע דר-מושבי המתאים לנסיעה בכבישים.

ראינר פאראג הקים בסוף 2010 את חברת טריקסי אוויאישן, אשר פיתחה סדרה של גייירוקופטרים מוצלחים, שמוצרים במפעל שנפתח בסלובניה. בתחילת השנה הנוכחית החלה טריקסי בפיתוח ובניית האופנוע המעופף. אב-הטיפוס הושלם בתהליך מהיר מאוד באמצע חודש מארס, וביצע טיסת בכורה בתחילת אפריל. פאראג התכוון להציג את אב-הטיפוס בתערוכת איירו, אבל יומיים לפני פתיחת התערוכה אירעה תאונה, שבה הכלי נהרס ופאראג נפצע. למרות זאת, קיימה טריקסי כמתוכנן מסיבת עיתונאים בתערוכה, שבה הוצג פרויקט TrixFormer.

הכלי המודולארי מבוסס על גייירוקופטר שמכונה TrixGyro, אשר מונע באמצעות מנוע רוטקס משופר שמפתח הספק מרבי של 130 כ"ס. בעת הטיסה, הרוטור העליון בקוטר 8.6 מטר מסתובב באופן חופשי ומייצר את העילוי הנדרש, בעוד שהמנוע מסובב מדחף אחורי שמייצר את הכוח הנדרש לטיסה קדימה. משקלו הריק של הגייירוקופטר 350 ק"ג, וביכולתו לשאת מטען תכליתי (דלק ונוסעים) במשקל 210 ק"ג. מהירות טיסתו המרבית מגיעה ל-180 ק"מ/ש' ברום של עד 15,000 רגל (4,570 מטר), וביכולתו להגיע לטווח של כ-500 ק"מ.

לאחר הנחיתה בשדה התעופה, מפרידים בקלות את החלק הקדמי של הכלי ומתקבל אופנוע פתוח שנקרא TrixCycle. האופנוע הדו-מושבי מונע באמצעות מנוע חשמלי בן 10 קילו-וואט, שמוזן ממצבר נטען. ביכולתו לנסוע במהירות של עד 80 ק"מ/ש' לטווח של כ-100 ק"מ.

השלמת פיתוחו של הכלי הזה לדגם סדרתי אינה נראית בעייתית ביותר, ואישורי הרישוי לא יהיו שונים מן הנדרש לכל גייירוקופטר רגיל, שמוגדר כמטוס זעיר או כמטוס ספורט קל. גם את האופנוע לא תהיה בעיה מיוחדת לרשיין לתנועה בכבישים. האופנוע מצויד בחגורות בטיחות לנוסעים, ולפיכך אין הם מחויבים לחבוש קסדות.

לראינר פאראג (אחרי שיחלים מהפציעה) תוכנית ארוכת-טווח להציע משפחה של כלי-טיס/כלי-רכב כאלה. לפי אחת ההצעות יוחלף

AIR DISPLAY



TRIXHELI



TRIXCYCLE



TRIXPLANE





למעלה: הוולוקופטר בטיסת ניסוי בלתי מאוישת בתוך אולם סגור. למטה: אב-הטיפוס בתערוכת איירו.



למעלה: Elektra One Solar. למטה: מנכ"ל PC-Aero, המהנדס קאלין גולוגן, ליד ה-Elektra One UAS.



האופנוע הפתוח בכלי-רכב דו-רגלגי סגור. לעתיד הרוחק יותר שוקלת החברה לפתח גרסאות שבהן כלי-הטיס יהיה מסוק (TrixHeli) או מטוס קבוע-כנף (TrixPlane).

### וולוקופטר חשמלי

כלי-הטיס החריג ביותר שנראה בתערוכה הוצג על-ידי החברה הגרמנית e-volo. מדובר בוולוקופטר VC200 – כלי-טיס דו-מושב הממריא ונוחת אנכית באמצעות 18 מדחפים מונעים חשמליים, שמותקנים על טבעת היקפית גדולה. הנסיקה האנכית מתבצעת באמצעות הכוח שיוצרים המדחפים האלה, והניהוג הכיווני מושג על-ידי שינוי מהירות הסיבוב של מדחפים פרטניים. הטייס מנהג את הוולוקופטר באמצעות ידית היגוי המחוברת למערכת בקרת טיסה דיגיטלית.

אב-הטיפוס הבלתי מאויש של ה-VC200 החל בטיסות ניסוי ב-17 בנובמבר 2013 בתוך אולם סגור, כשהוא ממריא במשקל של 380 ק"ג. טיסות מאוישות צפויות להתחיל בסתיו 2014, במשקל המריאה של 450 ק"ג. בתצורה הנוכחית המצברים מספקים ל-20 דקות טיסה בלבד, אך הכלי הסדרתי יוכל לטוס במשך כשעה אחת. כדי להאריך את משך הטיסה מעבר לכך מתכוונים היזמים לשלב בוולוקופטר בעתיד אמצעי הנעה היברידי שיטעין את המצברים בטיסה.

הוולוקופטר יוכל לשייט במהירות של כ-100 ק"מ/ש' ולטוס ברום של עד 6,500 רגל (כ-2,000 מטר).

### הנעה סולארית

חברת PC-Aero הגרמנית, שמסכה את תשומת לבנו גם בתערוכה לפני שנתיים, הציגה הפעם פיתוחים חדשים שלה בתחום כלי-הטיס בעלי הנעה חשמלית.

כשיפור של ה-Elektra One Solar, פותח מטוס שניתן להפעלה גם בתצורה בלתי מאוישת, הנקרא Elektra One UAS. המשקל הכנף שלו הוגדלה מ-11 ל-13 מטר. הייצור הריק הוקטן במידה ניכרת בזכות ייצור מחומרים מורכבים, כך שהוא שוקל פחות מ-130 ק"ג עם המצברים. היעילות האנרגטית של התאים הסולאריים שפורסים של שטח של כ-10 מ"ר על הכנף הוגדלה ל-24%, והם מפתחים ואוגרים במצברים הספק חשמלי של כ-2.4 קילו-וואט. אנרגיה זו מאפשרת למטוס להגיע לטווח של כ-1,000 ק"מ, כשהוא ממריא במשקל מרבי של 250 ק"ג (כולל הטייס).

ה-Elektra One UAS מפותח בסיוע כספי של משרד הכלכלה במדינת בוואריה בגרמניה, בשיתוף שתי חברות גרמניות נוספות. בשלב הבא בתוכנית ייחברו מטוס מערכות להטסה אוטונומית, כך שהוא יוכל לפעול ככטב"ם ברום של עד 20 ק"מ.

גם בפיתוח הראשון של החברה, מטוס ה-Elektra One, הוכנסו שיפורים. מטוס זה אינו מנצל תאים סולאריים, אלא מונע באמצעות מנוע חשמלי המוזן ממצברים נטענים. מערכת ההנעה החשמלית כוללת ארבעה רכיבים: מנוע חשמלי, בקר, מערכת ניהול מצברים, והמצברים. אם אחד הרכיבים האלה כשל, המנוע לא יפעל. כדי להגביר את בטיחות הטיסה, שולבה עתה

של יותר מ-5 מטר/שנייה.  
 PC-Aero ממשכה בפיתוח המטוס הדו-  
 מושבי הגדול יותר **Elektra Two**, שמייעד  
 לטוס בסטרטוספירה, ברום של עד 24 ק"מ. □

יוכל להמשיך לטוס גם אם אחת המערכת  
 תיכשל. מערכת ההנעה הזאת שוקלת רק 10  
 ק"ג, ומפתחת הספק רצוף של 26 קילו-וואט.  
 עם המנוע הכפול המטוס מגיע לשיעור נסיקה

במטוס מערכת הנעה בעלת יתירות כפולה: שני  
 מנועים חשמליים הפועלים על גל אחד, כשכל  
 אחד מהם מפוקח על-ידי בקר משלו, מערכת  
 ניהול מצברים נפרדת ומצבר משלו. המטוס



חברת **טכנאם** האיטלקית הציגה  
 לראשונה את מטוס הספורט הקל החדש  
**Astore**, שטס לראשונה בסוף מאי 2013.  
 זהו מטוס דו-מושבי בעל כנף תחתית,  
 הבנוי ממתכת. כמו מרבית המטוסים  
 מסוגו, האסטורה מצויד במנוע רוטקס בן  
 100 כ"ס ומיועד להמריא במשקל מרבי  
 של 600 ק"ג. מהירותו המרבית 244  
 ק"מ/ש', ומהירות השיט 222 ק"מ/ש'.  
 מסוגל להגיע לטווח של 1,240 ק"מ.

החברה הפולנית **FK Lightplanes** מציגה  
 את ה-**FK51**, המדמה את המוסטנג  
 הנודע בקנה מידה של 70%. המטוס הזעיר  
 מיוצר מחומרים מרוכבים ומצויד במנוע  
**רוטקס** בן 100 כ"ס. משקלו הריק 288 ק"ג  
 בלבד. ניתן לרכשו בגרסה של מטוס זעיר  
 במשקל המראה מרבי של 470 ק"ג, או של  
 מטוס ספורט קל במשקל 600 ק"ג. המטוס  
 מצויד בכניסע מתקפלים ומותאם  
 לאווירובטיקה. מהירותו המרבית 280  
 ק"מ/ש'.



באוניברסיטת פיזה באיטליה מפותח  
 מטוס אמפיבי קל מאוד בעל תצורה  
 יוצאת דופן של כנף כפולה במבנה קופסה.  
 פרויקט המחקר **Idintos** בוחן את  
 התצורה בעלת היעילות האווירודינמית  
 הגבוהה, שהוצעה על-ידי המדען לודוויג  
 פרנדטל בשנות ה-20 של המאה הקודמת.  
 לכבודו נקרא המטוס **PrandtlPlane**.  
 תצורה זו גם בטיחותית יותר בטיסה, כיוון  
 שהמטוס חסין מפני כניסה להזדקרות.

החברה הצ'כית **Evektor** הציגה מטוס  
 ספורט קל מדגם **SportStar** שמצויד  
 במנוע חשמלי שמפתח הספק של 75 קילו-  
 וואט (100 כ"ס).

המטוס שמכונה **EPOS+** מסוגל לשהות  
 באוויר במשך שעה אחת, עם מצבריו  
 הניתנים לטעינה חוזרת.

מהירותו המרבית 260 ק"מ/ש', ומהירות  
 השיט 170 ק"מ/ש'.



## המוזיאון לתעופה ימית בפנסאקולה שבפלורידה



המוזיאון הלאומי האמריקני לתעופה ימית שוכן בתוך בסיס פנסאקולה של חיל הים האמריקני, הנמצא בדרום-מערב פלורידה. זהו המוזיאון הגדול ביותר בעולם לתעופה ימית, המציג כלי-טיס של צי ארה"ב, חיל הנחתים ומשמר החופים של ארה"ב.

במבנה רחב הידיים של המוזיאון ובאזור תצוגה סמוך מוצגים כ-150 כלי-טיס מכל התקופות, החל ממלחמת העולם הראשונה והעשורים הראשונים של המאה העשרים, עבור לתקופת מלחמת העולם השנייה ועידן הסילון שהחל לאחריה, וכלה בסוף המאה העשרים. חלק מכלי-הטיס עומדים על הרצפה, וחלק תלויים מהתקרה. ניתן לראות שם מטוסי קרב בוכנתיים וסילוניים, מפציצים שפעלו מסיפון נושאות מטוסים, מטוסים אמפיביים, ספינות אוויר וספינות טיס, מטוסי אימון, מסוקים, דאוניס ועוד. רוב כלי הטיס נראים במצב מצוין, לאחר שנשמרו היטב או ששוקמו במקצועיות.



התמונות המובאות בעמודים אלה צולמו על-ידי עורך "ביעף" בעת ביקור במוזיאון מעניין זה באוקטובר 2009. בשנת 2011 נפתח לקהל מבנה נוסף, בו מרוכזים המטוסים הגדולים יותר מהתקופה שלאחר מלחמת העולם השנייה, אך אלה אינם מכוסים בסקירה זו.

למעלה: את פני הבאים למוזיאון מקדם מטוס F-14A טומקט מתוצרת גרומן.

משמאל: באולם הכניסה למוזיאון תלוי שחזור של גלן קרטיס A-1 טריאד – המטוס הראשון של צי ארה"ב משנת 1911.

למטה: ארבעה מטוסי דוגלאס A-4F סקייהוק שימשו את הצוות האווירובטי המלאכים הכחולים בין השנים 1974 עד 1986.





למעלה: בתצוגה של מלחמת העולם הראשונה נראים ניופורט 28 (למטה מימין), קרטיס JN-4D ג'ני (באמצע מימין, עם מבנה חשוף), סופוית' קאמל F.1 (במרכז) ופוקר D.VII (תלוי למעלה מימין).

למטה: באזור התצוגה של מטוסים משנות ה-30: מטוס האימון קרטיס N2C-2 פלדג'לינג (תלוי למעלה). למטה משמאל נראה קצהו הקדמי של מטוס התובלה התלת-מנועי פורד RR-5.





למעלה: ספינת הטיס קרטיס NC-4 הייתה המטוס הראשון שחצה את האוקיינוס האטלנטי מארה"ב לאנגליה במאי 1919. למטה: מטוסי קרב ימיים מתוצרת גרומן מתקופת מלחמת העולם השנייה: F7F-3 טייגרסט (מימין, מסומן במספר 12), F6F-3 הלקט (למטה, מסומן במספר 17), ו-F8F-2P ברקט (משמאל, מסומן במספר 100). משמאל באמצע נראה ווט FG-1D קורסייר של חיל הנחתים (מסומן במספר 86).





ספינת הטיס קונסולידייטד PBY-5 קטלינה עם מבנה שקוף המאפשר לראות את הסידור הפנימי.



תלוי למעלה: מקדונל דוגלאס AV-8A הרייר של חיל הנחתים. מתחתיו נראה F-4N פנטום II של הצי. למטה: מסוקים מדגמי TH-13M (בל 47, משמאל) ו-HO4S (סיקורסקי S-55, מימין). למטה משמאל נראה F-8A קרוזיידר (עם כנפיים מקופלות).



## תוספות למוזיאון דורנייה בפרידריכסהפן



את מוזיאון דורנייה בפרידריכסהפן, בדרום גרמניה, תיארו בהרחבה ב"ביעף" e120. בביקור חוזר שקיימנו בחודש אפריל השנה, מצאנו במוזיאון את השחזור של ספינת הטיס Wal, שנבנתה באיכות מעולה בהונגריה (בתמונה למטה). המטוס המשוחזר מייצג את ספינת הטיס מספר N25, שבה הגיע רואלד אמונדסן הנורווגי לקוטב הצפוני בשנת 1925. כדי לפנות מקום ל-Wal הגדולה בתוך האנגר התצוגה הראשי, הוצא המטוס הניסיוני להמראה ונחיתה אנכית Do-31 E1 אל הרחבה שבכניסה למוזיאון (בתמונה משמאל). מצאנו במוזיאון גם את ה-Do-27A-4 (בתמונה התחתונה), שנערך בשני ביקורינו הקודמים. זהו מטוס קל שיוצר ב-1958, אשר נשמר היטב ונמצא בכושר טיסה.

