



# בינעף

תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- חנוכת נמל התעופה רמון ליד אילת
- מטוסים אזרחיים שנוספו בישראל בשנת 2018
- זכות ראשונים: פרופ' יוסף זינגר
- מוזיאון המלחמה האימפריאלי בדאקספורד
- חדשות התעופה והחלל בישראל • ספרים ביעף

## התוכן

### חדשות ביעף

- 3 נמלי תעופה בישראל .....
- 6 מטוסים חדשים בישראל .....
- 10 חברות תעופה זרות .....
- 11 חברות תעופה ישראליות .....
- 12 תעשיות ביטחוניות .....
- 14 ישראל בחלל .....
- 15 חילות אוויר ערביים .....

### זכות ראשונים: חלוצי התיכון האווירונאוטי בישראל

- 16 פרופ' יוסף זינגר .....

### מוזיאונים לתעופה בעולם

- 21 מוזיאון המלחמה האימפריאלי בדאקספורד .....

- 29 ספרים ביעף .....

**בשער: מטוס האיירבאס A321-251NX** הראשון של ארקיע (שסימונו המסחרי A321LR neo) ממריא מהמבורג בגרמניה בדרכו לישראל ב-14 בנובמבר 2018.

## דבר העורך



כהרגלנו מדי שנה, הגיליון הראשון לשנת 2019 כולל סיכומים על היבטים שונים של התעופה האזרחית במדינת ישראל בשנה החולפת. אנו מפרטים באופן ייחודי אילו כלי-טיס נוספו ברישום הישראלי; אילו כלי-טיס הוצאו משירות או נמכרו לחו"ל; בכמה גדלה תנועת הנוסעים הבינלאומית בנתב"ג ומיהן חברות התעופה שהובילו בכמות הנוסעים שהטיסו. מכיוון שבשנת 2018 לא אירעו בישראל תאונות טיסה קטלניות או תאונות חמורות במיוחד, לא נדרשנו לדיווח בנושא בטיחותי זה.

מבחינת תשתיות התעופה בישראל, אנו מברכים על חנוכתו של נמל התעופה הבינלאומי רמון בבקעת תמנע ליד אילת – שדה התעופה האזרחי הראשון שמוקם במדינת ישראל מאז קום המדינה (כל שאר השדות הם ירושה מתקופת המנדט הבריטי בארץ ישראל, שהוגדלו וחדשו במהלך השנים). שדה התעופה הרצליה ממשיך בינתיים לפעול כסדרו, למרות הכוונות לסגירתו, מכיוון שטרם נמצאה לו חלופה הולמת. לעומת זאת, שדה דב בתל-אביב צפוי להיסגר ב-1 ביולי השנה, אלא אם תתקבל ברגע האחרון החלטה לדחות שוב את הסגירה.

בתחום התעופה האזרחית בישראל, חברות התעופה אל-על, ארקיע וישראיר המשיכו בשנה החולפת לחדש את ציי המטוסים שלהן. אל-על הצטיידה בחמישה מטוסי בואינג 787-9 דרימליינר נוספים, ובמקביל הוציאה משירות את מטוסי הבואינג 767-300ER המיושנים (כאשר אחרון המטוסים מדגם זה צפוי לצאת משירות בראשית פברואר השנה). ארקיע החלה להצטייד במטוסי איירבאס A321LR neo, כאשר השניים הראשונים הגיעו בנובמבר ובדצמבר. ישראיר (שעומדת להימכר לבעלים חדשים) הוסיפה איירבאס A320 ו-ATR72-500 חכורים. חברות התעופה הישראליות נאבקות בתחרות גוברת והולכת מצד חברות התעופה הזרות שמציפות את ישראל, כאשר נתח השוק שלהן בתנועת הנוסעים בנתב"ג יורד בהתמדה משנה לשנה.

התעופה הכללית בישראל מתפתחת בקצב איטי ביותר לאור אי-הוודאות לגבי המשך פעילותם של שדות התעופה בהרצליה ובתל-אביב, אך ניכר גידול בפעילות בתי הספר לטיסה הנותנים מענה למחסור הגובר בטייסים.

התעופה הזעירה והספורטיבית בישראל, שפרחה בשנים הקודמות, מראה סימני התמתנות. בשנת 2018 נוספו רק שבעה מטוסים חדשים, לעומת 13 בשנה הקודמת ו-20 בשנת 2016. אחת הסיבות היא כנראה מצוקת מקומות החנייה במוסכי המנחת העיקרי בראשון-לציון וההגבלות על המשך הרחבתו בתחום החלל, אנו מדווחים על הצלחה נוספת של חברת ספייס פארמה הישראלית, ששיגרה מעבדה מיניאטורית שלישית לניסויים בתחנת החלל הבינלאומית. אנו מצפים להצלחת החללית בראשית של עמותת SpaceIL, ששיגורה מארה"ב צפוי להתבצע בחודש פברואר. נחיתתה המוצלחת על פני הירח עשויה להניב שיתוף פעולה של התע"א עם חברת OHB System AG הגרמנית כדי להציע שירותי הגעה וגישה לירח עבור סוכנות החלל האירופית, לפי הסכם בין שתי החברות שנחתם בסוף ינואר.

יהודה בורוביק

**ביעף**  
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e146

שבט תשע"ט – ינואר 2019

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](mailto:biaf@aerospace.org.il)

מחיר המינורי: 117 ש"ח לשנה.

© כל הזכויות שמורות ל"ביעף".

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

BIAF – Israel Aerospace e-Magazine

Publisher & Editor: Yehuda Borovik

E-mail: [biaf@aerospace.org.il](mailto:biaf@aerospace.org.il)

Copyright © 2019 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.

## נמל התעופה רמון ליד אילת נחנך בטקס חגיגי ב-21 בינואר

המדינה. "שמי אילת והנגב נפתחים היום לתחרות ומצטרפים למדיניות השמים הפתוחים, שאותה מובילה ממשלת ישראל בעשר השנים האחרונות. מדיניות זו הובילה לתחרות ולהזדה דרמטית של מחירי הטיסות, וכן לגידול עצום במספר הנוסעים – יותר מ-22 מיליון נוסעים בשנה החולפת, לעומת כ-10 מיליון נוסעים בלבד בשנת 2009, והיעד לשנה הנוכחית הוא 25 מיליון נוסעים", אמר השר כץ.

"מהיום, מדינת ישראל היא מדינה עם שני נמלי תעופה בינלאומיים, העומדים בסטנדרטים המתקדמים בעולם. כעת יש לנו שדה חלופי לנתב"ג, במקרה שלא ניתן לנחות בו עקב תנאי מזג אוויר קשים, או מכל סיבה אחרת, מבלי להזדקק לשדות התעופה בעמאן ולרנקה. זהו שדרוג אסטרטגי משמעותי של יכולת התעופה האזרחית שלנו", אמר השר כץ.

"בשנת 2010 החלטנו בממשלה על הקמת השדה בבקעת תמנע, אחרי שנים רבות של היעדר מדיניות ברורה ואי ביצוע ההחלטות שהתקבלו, ואף הנחות של אבני פינה שלא מומשו. נמל התעופה רמון יחליף את שדות התעופה אילת ועובדה. השטח החיוני, שיתפנה בלבה של העיר אילת, יאפשר לעיר לצמוח ולהתפתח, ולהרחיב את תשתיות התיירות שלה, כדי לקלוט את מיליוני התיירים שיגיעו בטיסות ישירות מכל העולם הישר לנמל החדש", הוסיף כץ.

לדבריו, נמל רמון יהיה אבן שואבת ליצירת אלפי מקומות עבודה בתעשיית התיירות והנופש, התחבורה והשירותים. "או תנופת פיתוח משמעותית לאילת ולכל דרום הארץ. שדה התעופה הישן באילת היה מוגבל ביכולתו לקבל טיסות מחו"ל. עם חנוכת נמל רמון, כל המגבלות הוסרו. כדי להבטיח שהשדה יתאים לכל סוגי המטוסים בעולם, החלטנו להאריך

לטיסה מעל ארצות באזורי מפתח. נתיבי הטיסה מתקצרים, ועלויות הטיסה מופחתות. אני מקווה שאנחנו נוכל בקרוב לטוס דרך כאן וגם ישירות מנתב"ג לאפריקה בטיסה מקוצרת, ממצרים לצ'אד, משם אפשר להמשיך כמובן לברזיל ולמדינות דרום אמריקה. ישראל נפתחת לעולם, היא לא קצה מבודד, היא הופכת להיות למדינת ציר".

ראש הממשלה העלה את זכרם של אילן ואסף רמון ז"ל, אותם כינה יקירי העם, שעל שמם נקרא הנמל: "כטייס בחיל האוויר, אילן השתתף בתקיפת הכור הגרעיני בעיראק ב-1981, כי הוא האמין שעלינו למנוע שואה נוספת. כאסטרונאוט במעבורת החלל קולומביה, הוא ייצג אותנו בגאות אין קץ מחוץ לגבולות כדור הארץ. אין מישהו שלא זוכר את האימונים שלו, את הדברים שלו, את ההמראה שלו השמימה, ושלא נתמלא בגאווה כבירה, גם על כברת הדרך הזאת שעשתה מדינתנו ועששו טייסיו. אסף, שהלך בעקבות אביו, הגשים את חלומו להיות טייס. הוא שאף למצוינות בכל תחנות חייו, אבל לדאבון לבנו הוא נספה בטיסת אימון, והכאב היה כביר והורגש בכל לבבות העם".

בסיום דברי ברכתו אמר נתניהו: "בעוד כמה ימים, כשאולמות הנוסעים יתמלאו, כשגלגלי המטוסים ירוצו על המסלול וכשבשמי תמנע תפציע תנועת הלךך ושוב – לבנו ירחב משמחה. הבאנו ברכה למדינת ישראל, הזנקנו את הנגב לעתיד חדש ועשינו צעד ענק בתולדות התעופה הישראלית".

### שדרוג אסטרטגי בתעופה האזרחית

שר התחבורה והמודיעין, ישראל כץ, הדגיש כי נמל התעופה הבינלאומי רמון הוא השדה האזרחי הראשון שמוקם בישראל מאז קום

נמל התעופה הבינלאומי רמון, על שם אילן ואסף רמון ז"ל, נחנך ב-21 בינואר בטקס חגיגי בנוכחות ראש הממשלה בנימין נתניהו, שר התחבורה והמודיעין ישראל כץ, ואישים נכבדים אחרים.

נמל התעופה החדש הוקם בבקעת תמנע, כ-18 ק"מ צפונית לעיר אילת, בצמוד לכביש 90 ממערב וגבול ישראל-ירדן ממזרח. הוא יחליף את נמל התעופה אילת ע"ש יעקב הוזמן (מנכ"ל ארקיע הראשון) החל מה-18 במארס, ואת פעילות השכר הבינלאומית בנמל התעופה הצבאי עובדה החל מה-2 באפריל. השדה נבנה בהשקעה של 1.8 מיליארד ש"ח מתקציב הפיתוח של רשות שדות התעופה, ללא חריגות מהתכנון המקורי.

### הגשמת שלושה יעדים לאומיים

ראש הממשלה, בנימין נתניהו, הדגיש בפתח דבריו כי חנוכת השדה מבטאת השלמת מפעל לאומי, שנים של עבודה והשקעה כבירה, עבור הדור הזה והדורות הבאים. "פה, בתמנע, מתגשמים שלושה יעדים לאומיים עיקריים: הראשון – קידום התעופה הלאומית; השני – הפרחת הנגב והערבה; השלישי – הוספת נדבכים לבניין יחסינו עם מדינות העולם", אמר. "באשר לתעופה האזרחית, שדה התעופה החדש הזה מתווסף לנתב"ג-לוד, כתוספת האזרחית הראשונה של שדות תעופה למדינת ישראל. הוא יהיה מוקד שוקק פעילות של טיסות פנים וטיסות חוץ. הוא גם ייתן לנו עוד יכולות אסטרטגיות חשובות בזמני שגרה, ובהתאם לצורך בזמני חירום. הוא מוסיף שדה אזרחי למדינת ישראל, כדי שעורק התעופה האזרחי החיוני כל כך בתפקודה של מדינה מודרנית לא יינתק. התאמנו את האורך של מסלולי ההמראה והנחיתה לכל מטוס, ולא משנה מה גודלו. ציי מטוסים יוכלו לעגון כאן ולהמריא מאכן לקצות תבל".

בהתייחסו לחזון הפרחת הנגב, אמר נתניהו: "נמל התעופה רמון ייתן תאוצה נוספת, עצומה בהיקפה לנגב, לערבה ולעיר אילת. 70 שנה אחרי הנפת דגל הדיו באום-רשרש, השער הדרומי של המדינה מקבל תוספת כוח – בתחבורה, במסחר, בתעסוקה, בתיירות, בנגישות מוגברת אל פנים הארץ ובדילוג קל לחוץ לארץ. אילת וסביבתה תהיינה עוגן של שגשוג".

באשר ליעד השלישי, "הנמל החדש יעצים את הפריחה חסרת התקדים ביחסינו הבינלאומיים. ישראל הופכת בשנים האחרונות ליעד תיירותי מבוקש. ב-2018 ביקרו אצלנו למעלה מ-4 מיליון תיירים, זה שיא של כל הזמנים. הם הכניסו למדינה 22 מיליארד ש"ח רק בשנה הזאת. שיעור הישראלים שיוצאים לחו"ל אף הוא שובר שיאים, הן בזכות העלייה ברמת החיים, והן הודות למדיניות השמים הפתוחים, שהנהגנו עם ישראל כץ לפני ששנים.

"לכך מצטרף כמובן שיתוף הפעולה המתהדק בינינו למדינות באסיה, באפריקה, בעולם הערבי ובעולם המוסלמי. יבואו לכאן מטוסים מהדרום, מהמזרח וגם מהצפון. זה שינוי עצום בנגישות של ישראל ובמעמדה הבינלאומי. אנחנו פותחים אפשרויות חדשות

מנכ"ל רשות שדות התעופה יעקב גנות (מימין), ראש הממשלה בנימין נתניהו, שר התחבורה והמודיעין ישראל כץ, ושלושת בני משפחת רמון בטקס גזירת הסרט לנמל התעופה רמון.





אמבראר E195 ואיירבאס A321LR neo של ארקיע, ואיירבאס A320 של ישראיר, ברחבת החנייה ברמון.



למטה: הכניסה היבשתית למסוף הנוסעים. למעלה: הצד האווירי של המסוף שממנו יוצאים למטוסים.



את מסלול הנחיתות וההמראות, ולהכפיל את מספר רחבות חניית המטוסים."

**שדה לכל סוגי המטוסים**

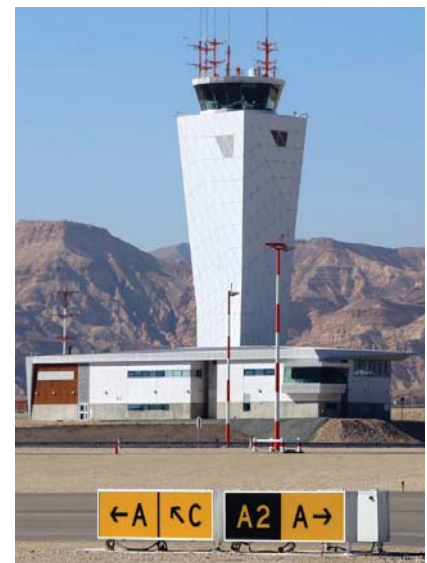
נמל התעופה רמון תוכנן מלכתחילה לעמוד בכל התקנים הבינלאומיים הנדרשים. נסלל מסלול באורך 3,600 מטר ורוחב 45 מטר, המאפשר הפעלת כל סוגי המטוסים הקיימים כיום בתעופה האזרחית, ללא הגבלות על משקל או טווח. הוכשרו כ-60 עמדות חנייה, מתוכן 16 למטוסי נוסעים גדולים והיתר למטוסים קטנים יותר, למטוסי מנהלים ולמטוסים פרטיים (לעומת 5 למטוסים גדולים ו-17 לקטנים בשדה הישן). המסלול מצויד במערכת נחיתת מכשירים (ILS) משני קצותיו, ובמערכת תאורת גישה תואמות. תחנת כיבוי האש מצוידת בארבע כבאיות, העונות על קטגוריה 9 של ICAO. מבנה נפרד משמש את מגדל הפיקוח, שגובהו כ-50 מטרים, ומשרד מבצעים ותדרוך. הטרמינל המרווח ייתן מענה בשלב הראשון ליותר משני מיליון נוסעים בשנה, ובעתיד תורחב פעילות השדה לכ-4.5 מיליון נוסעים בשנה. בשדה הותקנה מערכת בידוק ביטחוני עצמאי לטסים משדות התעופה הפנים-ארציים. שטחו הכולל של הנמל החדש חמישה קילומטרים רבועים.

בהתבסס על נתוני התנועה האווירית כיום בנמלי התעופה אילת ועובדה, ניתן להעריך שרמון יעביר בשנה הראשונה לפעילותו המלאה כמיליון ו-600 אלף נוסעים בכ-20 אלף טיסות. לוח הטיסות היומי הממוצע בקיץ יכלול כעשרים טיסות פנים-ארציות של החברות ארקיע (במטוסי איירבאס A321 ואמבראר E190/195) וישראיר (A320 ו-ATR-72), ובחורף יתוספו כעשר טיסות בינלאומיות. שר התחבורה קבע כי חברות התעופה יהיו פטורות מתשלום אגרות נחיתה, במטרה לעודד נחיתת מטוסים מחו"ל בשדה החדש.

**הפעלה מדורגת**

נמל התעופה רמון יחל לפעול באופן מדורג, כנהוג בהפעלת נמלי תעופה חדשים בעולם.

מגדל הפיקוח ברמון מתנשא לגובה של 50 מטרים.





מטוס ATR-72 של ישראייר בנמל התעופה רמון. למטה: רוני רמון ז"ל ושר התחבורה והמודיעין ישראל כץ בטקס הסרת הלוט משם הנמל ב-16 ביולי 2018.



**חברות תעופה וקווים צפויים בנמל התעופה רמון בעונת החורף**

שם החברה	יעדים	סוגי מטוסים
ארקיע	נתב"ג, שדה דב (* אם לא ייסגר במהלך השנה)	E190/195, A321
ישראייר	נתב"ג, שדה דב (*), חיפה	ATR-72, A320
Air Europa	מדריד	בואינג 737
ASL Airlines	פאריס	בואינג 737
Edelweiss	ציריך	איירבאס A320
Finnair	הלסינקי	איירבאס A320
Lufthansa	מינכן, פרנקפורט	איירבאס A320
Red Wings	סנט פטרסבורג, מוסקבה	איירבאס A320
Rossiya	מוסקבה	בואינג 737
Ryanair	ברגמו, ברטיסלבה, שרלוואה, פרנקפורט-האן, קאונס, וארשה, ברלין, פראג, פוזנן, באדן-באדן, בודפשט, גדנסק, ברמן, קראקוב, ויזה (גרמניה)	בואינג 737
Transavia	אמסטרדם, פאריס	בואינג 737
Ural Airlines	סנט פטרסבורג	איירבאס A321
Wizzair	בוקרשט, ריגה, וארשה, לונדון-לוטון	איירבאס A320

באופן חלקי ב-4 וב-11 בפברואר בשעות אחרי הצהריים והערב. ב-18 בפברואר יעברו כל הטיסות הפנים-ארציות של ארקיע וישראייר לנמל התעופה רמון ליום אחד, על פי לוח הטיסות המתוכנן של חברות התעופה.

בשלב הראשון יופעלו טיסות מסחריות פנים-ארציות של ארקיע וישראייר, ולאחר מכן יחלו לפעול טיסות מסחריות בינלאומיות של חברות תעופה זרות. לוח הטיסות הפנים-ארציות יופעל תחילה

**שדה התעופה באילת**

אל-על מספר טיסות ניסוי במטוסי בואינג 720B במטרה לבחון היתכנות הפעלתם לאילת, אך מגבלות המסלול ורחבת החנייה הקטנה לא אפשרו זאת. בשנת 1965 הוקם מסוף הנוסעים ומעליו מגדל הפיקוח. בשנים 1969-1970 הורחב מסוף הנוסעים, ושנה לאחר מכן הוארך המסלול מ-1,500 ל-1,900 מטרים כדי לאפשר נחיתת מטוסי סילון קטנים. משנת 1975 החלו לפעול בשדה חברות השכר פינאייר וסטרלינג מסקנדינביה עם מטוסי סופר קאראוול – הפעם הראשונה שטיסות בינלאומיות הופעלו לשדה בקביעות, אם כי בעונת החורף בלבד. מכיוון ששדה התעופה באילת לא נבנה מלכתחילה לפי תוכנית-אב מסודרת, אלא כמנחת למטוסי בוכנה, הוא לא התאים לדרישות בשנות ה-70 ואילך. הפעילות בו הייתה מצומצמת עקב מסוף הנוסעים הקטן, המסלול הצר (30 מטרים, לעומת 45 מטרים כנדרש בתקן), ומרחקי הבטיחות התת-תקניים בין המסלול לרחבת החנייה ומסוף הנוסעים. בתי מלון שהוקמו בצדו הדרומי של השדה יצרו מכשולים למטוסים הנוחתים, וגרמו לקיצור המסלול ב-300 מטרים. תוכניות להחלפת השדה הנוכחי החלו להירקם כבר בתחילת שנות ה-70. ב-1972 הוכנה במינהל התעופה האזרחית תוכנית להעתקת הפעילות לאתר חדש בעין-עברונה, אך לחץ של ארגוני איכות הסביבה מנע את מימושה. בשנת 2004 החלו תכנונים מעשיים להעתקת השדה לבקעת תמנע. התוכנית אושרה עקרונית בממשלה בשנת 2009, ושנה לאחר מכן אושרה תוכנית הבינוי. אבן הפינה לשדה החדש בתמנע הונחה במאי 2013, בנוכחות רוני רמון – אלמנתו של אילן ואימו השכולה של אסף.

שדה התעופה הישן ששוכן בלב העיר אילת נפתח לתנועה אווירית במארכ 1950 כמנחת ללא מסוף נוסעים, ושימש את חברת ארקיע. בתחילה בוצעו הטיסות במטוסי C-46 קומנדו ו-D.H.89A דרגון ראפיד. בשנים הבאות הוכנסו לשירות ארקיע מטוסי דקוטה, הראלד, וייקאונט, BAC 111, דאש-7, בואינג מדגמי 707, 727, 737 ו-757, וכן ATR-72, ותנועת הנוסעים גדלה בהתמדה. בין השנים 1964-1966 פעלה באילת חברת אויתור עם מטוסי דה-הוולנד D.H.114 הרון. בשיא פעילותה הטיסה לאילת כ-5,000 נוסעים בשנה (לעומת כ-180,000 בארקיע), אך לא הצליחה להתחרות ונסגרה. בין השנים 1985-1987 הפעילה חברת שחף קו שכר בין שדה דב לאילת במטוסי אמבראר בנדיירנטה חכורים, אך גם קו זה לא נשא עצמו ככלכלית. בשנת 1994 החלה חברת כנפי העמק לטוס ממגידו לאילת עם מטוסי שורטס 330 ו-360. באפריל 1996 קיבלה החברה רישיון מפעיל לטיסות סדירות מתל-אביב לאילת והחליפה את שמה לישראייר תעופה ותיירות. את הקו לאילת הפעילה בתחילה עם מטוסי ATR-42. מ-2002 עד 2006 חכרה בואינג 757 שטס גם לאילת, מ-2007 החלה להשתמש גם במטוסי איירבאס A320, וב-2011 הוסיפה מטוסי ATR-72. לתקופה קצרה, בין השנים 2010-2013, נכנסה גם אל-על לקו לאילת והפעילה כשלוש טיסות יומיות מנתב"ג במטוסי בואינג 737.

לאחר שבעשור הראשון הפעילות באילת הייתה זניחה בהיקפה, נעשו בשנות ה-60 פעולות להרחבת הפעילות בשדה. בין 1963-1965 ביצעה

# 34 כליטיס נוספו ברישום הישראלי בשנת 2018



מנכ"ל אל-על גונן אוסישקין (מימין) וראש עיריית בת-ים יוסי בכר בטקס השקת מטוס ה-787-9 דרימליינר החמישי (4X-EDE) ב-8 ביולי 2018 (צילום: סיון פרג')



(צילום: מאיר פדר)

ההוקר 800XP ממריא משדה דב בחוף תל-אביב.

● **שמונה מטוסים קלים**

4X-AVN: מטוס ריסוס מדגם **איירס S2R-T34** טורבו תראש משנת ייצור 1992, שנרשם ביולי. מטוסי ריסוס כאלה מופעלים זה שנים בארץ על-ידי החברות **כיס-ניר ותלם תעופה**.

4X-ATJ: **ישראיר** קלטה ב-15 ביוני מטוס **ATR 72-500** שלישי, משנת ייצור 2008, שנכר מהחברת **Nordic Aviation Capital** הדנית. צילומים של מטוסי **ישראיר** אלו פרסמנו ב"ביעף" e144 עמ' 11.

● **מטוס מנהלים סילוני אחד**

4X-CWD: **ססנה U206B** סופר סקיינוון על מצופים משנת ייצור 1967, שנרשם באוקטובר. המטוס נרכש בטנזניה על-ידי רוי

4X-CUT: הוקר **800XP** משנת ייצור 2003, שנרשם באוגוסט. זהו ה-**800XP** השלישי שרשום כיום בישראל.

(צילום: מיכה סנדר)

מטוס ה**איירבאס A321-251NX** השני של **ארקיע**, שנקרא על שמו של השחקן שייקה אופיר ז"ל, נחת בנתב"ג ב-20 בדצמבר.



בשנה החולפת נוספו בישראל 34 כליטיס מסחריים, פרטיים וספורטיביים מכל הסוגים – שלושה פחות מאשר בשנת 2017 (ראה "ביעף" e142 עמ' 13-16). הנתונים שקיבלנו מרשות התעופה האזרחית מצביעים על גידול משמעותי בכמות מטוסי הנוסעים החדשים שרכשו החברות **אל-על, ארקיע וישראיר** (תשעה מטוסים ב-2018, לעומת ארבעה בשנה הקודמת), וצמצום ניכר במספר כלי-הטיס הזעירים שנוספו בישראל (שבעה בלבד, לעומת 13 בשנה הקודמת). אנו מגישים להלן פירוט לפי סוגי כלי-הטיס, כפי שעשינו בשנים הקודמות.

סיכום זה אינו כולל שני מסוקים חדשים של המשטרה מדגם **איירבאס H145** **דוכיפת** (4X-BMO/P), שהגיעו לארץ בחודש אוגוסט.

● **תשעה מטוסי נוסעים**

4X-EDC/D/E/F/H: **אל-על** המשיכה לקלוט השנה עוד חמישה מטוסי **בואינג 787-9 דרימליינר** חדשים. אלה הגיעו לארץ במועדים הבאים: EDC, שנקרא תל-אביב-יפו, ב-23 בפברואר; EDD, שנקרא חיפה, ב-4 במארס; EDE, שנקרא בת ים, ב-29 ביוני; EDF, שנקרא רחובות, ב-14 באוגוסט; EDH, שנקרא באר שבע, ב-31 באוקטובר. EDD/E/F הם מטוסים שנרכשו בבעלות **אל-על**, בעוד ש-EDC/H ש-EDC נכרו מחברת **Aviation Capital Group**. תמונות של EDF שנצבע בסכמת עבר (רטרו) פרסמנו ב"ביעף" e145 עמ' 3.

4X-AGH/K: **ארקיע** קלטה שני מטוסי **איירבאס A321-251NX** חדשים והייתה בכך לחברת התעופה הראשונה בעולם שהכניסה לשירותה את הדגם ארוך-הטווח (LR) של ה-**A321neo**. המטוסים צרי-הגוף מסודרים עם 220 מושבים במחלקה אחת ויכולים להגיע לטווח מרבי של כ-7,400 ק"מ. AGH, שנקרא אהוד מנור, הגיע ב-14 בנובמבר; AGK, שנקרא שייקה אופיר, נחת בארץ ב-20 בדצמבר.

4X-ABS: **ישראיר** קלטה ב-23 במאי **איירבאס A320** רביעי, משנת ייצור 2006, שנכר לתקופה של שש שנים מחברת **BBAM**.



הססנה U206B סופר סקייוווגן על מצופים מופעל ממנחת ימי באילת. (צילום: אודי בריל)

ריטר – הבעלים של מועדון הצניחה החופשית Skydive ובית הספר לטיסה Mr. Pilot באילת – שהטיס אותו מאפריקה (ברישומו המקורי 5H-QIK) לאורך אלפי קילומטרים ונחת באילת ב-31 ביולי. לאחר הבאתו ארצה עבר המטוס שיפוץ יסודי בהרצליה. ריטר קיבל מרשות התעופה האזרחית רישיון להפעלת מנחת ימי במפרץ אילת, שממנו יופעל המטוס, ולאחרונה אושר לו גם לנחות בכנרת.

פיפר 4X-DAB/C/D: שלושה מטוסי PA-28-161 משנות ייצור 1978, 1989 ו-1993 (בהתאמה), שנרשמו באוגוסט – היחידים מתת-דגם זה של השירוקי (עם מנוע בן 160 כ"ס) שמופעלים בישראל. מטוסים אלה, שנרכשו בארה"ב ועברו שיפוץ מקיף בהרצליה, מופעלים על-ידי האקדמיה הישראלית לטיס מסחרי (CAA) באילת. נשיא האקדמיה הוא רב-אלוף (מיל') דן חלוץ, ומנהל אותה יוחנן שמר – טייס לשעבר בחיל האוויר וטייס באל-על.



האקדמיה הישראלית לטיס מסחרי (CAA) רכשה בארה"ב שני מטוסי PA-28-161 מדגם התיור שנקרא Warrior II, המתאפיין בשלושה חלונות בצדי הגוף (למעלה ומימין), ומטוס שלישי מהדגם שהותאם במקורו להדרכה וכונה Cadet, שלו רק שני חלונות בצדי הגוף (למטה). מטוסים אלה מצוידים במנוע לייקומינג בעל הספק מרבי של 160 כ"ס. (צילומים: מיכה סנדר)





הססנה 177B קרדינל נרכש ממועדון תעופה ביוון ורישומו הקודם היה SX-ATM. (צילום: מאיר פדר)

4X-CXY: מטוס אוורובטי מדגם אקסטרה EA300/L משנת ייצור 2010, שנרשם באוגוסט. שני מסוגו בישראל.

4X-DAA: ססנה 172R סקיהוק משנת ייצור 1998, שנרשם באוגוסט.

4X-DAY: ססנה 177B קרדינל משנת ייצור 1976, שנרשם באוקטובר. זהו הקרדינל הרביעי שנרשם בישראל מאז 1970, אך היחיד מסוג זה שמופעל כיום בארץ.

● חמישה מסוקים

4X-BEP/V: שני מסוקי סיקורסקי S-76C++, ראשונים מסוגם בישראל, שמופעלים על-ידי להק תעופה בחכירה מחברת PHI, אשר נרשמו בינואר. ראה כתבה על חברת להק תעופה ב"ביעף" e142 עמ' 18.

4X-BHR: בל 206B ג'ט רנג'ר III משנת ייצור 1998, שנרשם בדצמבר.

4X-BII: רובינסון R22 בטה II משנת ייצור 2005, שנרשם ביולי.

4X-BIK: רובינסון R44 רייון II חדש, שנרשם באוגוסט. ניזוק בתאונה שאירעה ב-12 בינואר 2019.

● שבעה מטוסים זעירים

4X-HMT/W: שני מטוסי טכנאם P92E, שנרשמו במאי.

4X-HPH: סאוונה S מתוצרת החברה האיטלקית I.C.P., שנרשם בנובמבר.



מטוס הריסוס איירס S2R-T34 טורבו תראש בשדה התעופה מגידו. (צילום: מיכה סנדר)



אחד משני מסוקי הסיקורסקי S-76C++ שמופעלים על-ידי להק תעופה מחיפה (צילום: מאיר פדר). למעלה: ססנה 172R סקיהוק בהרצליה (צילום: ניב כהן).







מסוק הרובינסון R44 רייון II קורקע בהרצליה לאחר התאונה שלו ב-12 בינואר 2019 (צילום: מיכה סנדר).



למעלה: הסאוונה S החדש במגידו. למטה: טכנאם P92E בטיסה. (צילומים: מיכה סנדר)



הדאון החד-מושבי דיסקוס 2c, שמצויד במנוע עזר חשמלי FES, במנחת מגידו. (צילום: מיכה סנדר)



4X-HPI: טכנאם P92E, שנרשם באוקטובר.

4X-HSB: טכנאם P2002 סיירה II, שנרשם באוקטובר.

4X-HYT: טקסן טופ קלאס II בעל כרנסע מתקפל, מתוצרת פליי סינתזיס, שנרשם ביוני.

4X-HZP: סטינג S4 מתוצרת החברה הצ'כית TL אולטרהייט, שנרשם ביוני.

● שני דאונים בעלי מנועי עזר

4X-GMK: דיסקוס 2c חד-מושבי בעל מנוע עזר חשמלי FES, מתוצרת החברה הגרמנית Schempp-Hirth, שנרשם בנובמבר.

4X-GMW: דואו דיסקוס XT דו-מושבי מתוצרת Schempp-Hirth, שנרכש מסלובקיה ונרשם במאי.

● שני כדורים פורחים

4X-BNK: קאמרון A-400, שנרשם בדצמבר. מסוגל לשאת עד 22 נוסעים.

4X-BNL: קאמרון Z-275 משנת ייצור 2003, שנרכש מבריטניה ונרשם בספטמבר. מופעל על-ידי חברת סקיי טרק. מסוגל לשאת עד 14 נוסעים בנוסף לטייס.

הכדור הפורח מדגם קאמרון Z-275, דמוי החיפושית, הופעל בעבר בבריטניה ברישום G-CCNC (צילום: מאתר סקיי טרק).



# 11 כלי-טיס נמכרו לחו"ל או קורקעו לצמיתות בשנת 2018

ההיסטוריים של השמורה האווירית בחוף הבונים (ראה "ביעף" e122 עמ' 12), נמכר לחו"ל ורישומו הישראלי בוטל ב-1 בפברואר 2018.

4X-CYI: המטוס הקל מודרי **CAP 10B מינואט**, שהופעל בארץ מאז 2012, נמכר לצרפת ורישומו הישראלי בוטל ב-12 באוגוסט 2018.

4X-OIP: המטוס הזעיר מבנייה עצמית **קיסטופוס S7 סופר ספורט**, שנרשם ביולי 2017, נמכר לחו"ל ורישומו הישראלי בוטל ב-20 בספטמבר 2018.

4X-BLL/-BNZ: שני כדורים פורחים עזבו את הארץ. **האולטרה-מג'יק N300** של חברת **Over Israel**, שנרשם בשנת 2010, בוטל ב-28 באוגוסט 2018. **הקאמרון Z-250** של **סקיי טרק בעל צורת פרצוף קוף**, שנרשם בשנת 2016, בוטל ב-17 באוקטובר 2018.

מניו-יורק לנתב"ג.

4X-BAW: **ארקיע** הוציאה משירתה את אחד משני מטוסי **הבואינג 757-300**, שהופעלו מאז שנת 2000. המטוס נמכר לחברת **אייסלנדיייר** וסומן **TF-ISX**. רישומו הישראלי בוטל ב-28 בפברואר 2018.

4X-CZI: מטוס המנהלים הסילוני **קנדאייר צ'לנג'ר** של חברת **גשר אווירי**, שהיה רשום בארץ מאז מאי 2012, נמכר לחו"ל ורישומו הישראלי בוטל ב-12 בנובמבר 2018.

4X-BDH: מסוק **הבל UH-1H** יואי, שנרכש על-ידי **התע"א** לשימושה בשנת 2012, נמכר לחו"ל ורישומו הישראלי בוטל ב-20 בנובמבר 2018.

4X-CFE: **הדורנייה Do-28B-1** מעודפי חיל האוויר, שנכלל באוסף המטוסים

4X-EAK/P/R: חברת **אל-על** הוציאה משירתה בשנה החולפת שלושה מטוסי **בואינג 767-300ER**, כדלקמן:

**EAK** ניוזק ב-28 במארס בתאונה קרקעית בנתב"ג, כאשר מטוס **737** של חברת **Germania** פגע בו ברחבת החנייה. לאור חומרת הנזק והזמן הארוך שנדרש לתיקונו הוחלט לקרקע את המטוס ולגרוט אותו, ו**אל-על** קיבלה מחברת הביטוח כ-8 מיליון דולר. מטוס זה הופעל ב**אל-על** בחכירה מאז יוני 2010. רישומו הישראלי בוטל ב-13 באוגוסט 2018.

**EAP** נחכר על-ידי **אל-על** במאי 2006, ובנובמבר 2014 נרכש על-ידי החברה. המטוס נמכר לחברת תעופה אמריקנית להסבה לתצורת מטען, ועזב את הארץ ב-14 בספטמבר 2018.

**EAR**, שהופעל על-ידי **אל-על** בחכירה מאז נובמבר 2006, הוצא משירות אחרי טיסתו האחרונה ב-30 בספטמבר 2018, שבה הטיס את ראש הממשלה בנימין נתניהו ורעייתו

## תנועת הנוסעים בנתב"ג גדלה בשנת 2018 ב-10.4%



וויז אייר הטיסה בשנת 2017 יותר ממיליון נוסעים לנתב"ג וממנו, בעיקר במטוסי **אירבאס A320**.

יוצאות מסנטיאגו בצ'ילה עם עצירת ביניים בסאו פאולו בברזיל. בטיסת הבכורה הגיע לנתב"ג **בואינג 787-8 דרימליינר CC-BBF** (בתמונה למטה), שנכנס לשירות החברה ביוני 2014. המטוס מסודר עם 30 מושבים במחלקת עסקים ו-217 מושבים במחלקת תיירים.

**לאטאם** היא חברת התעופה הגדולה ביותר בדרום אמריקה, שהתאגדה בתחילת העשור הנוכחי מאיחוד בין חברת **LAN** הצ'ילאנית לחברת **TAM** הברזילאית. הקבוצה כוללת חברות-בנות בארגנטינה, ברזיל, קולומביה, אקוודור, פרגוואי ופרו.

**קא"ל, אל-על, Silk Way West, MNG Cargo** (מאז'רביג'אף), **European Air Transport**, **לופטהנזה, טורקיש ופדקס**.

היקף שינוע המטענים במטוסי נוסעים גדל בשנה החולפת ב-12.2% בהשוואה לשנת 2017, והסתכם ב-183,646 טון.

### טיסות ישירות מדרום אמריקה

חברת התעופה **Latam** חנכה ב-13 בדצמבר קו טיסות ישיר מדרום אמריקה לישראל. הקו פועל שלוש פעמים בשבוע, כאשר הטיסות

בשנת 2018 עברו בנמל התעופה בן-גוריון 22.95 מיליון נוסעים, ב-10.4% יותר מאשר בשנת 2017. מתוך זה, 22,357,736 נוסעים בטיסות בינלאומיות (גידול ב-10.75%) ו-591,940 נוסעים בטיסות פנים-ארציות (קישון של 0.3%). נרשמו 151,318 תנועות מטוסים בטיסות בינלאומיות (10.5% יותר) ו-5,994 תנועות מטוסים בטיסות פנים-ארציות (0.2% יותר). בנוסף, עברו בנתב"ג 19,692 נוסעים ב-5,730 תנועות בינלאומיות של מטוסים פרטיים – גידול של כ-12% לעומת השנה הקודמת.

כ-65 חברות תעופה זרות פעלו בקביעות בנתב"ג בשנה החולפת, ובנוסף להן הגיעו חברות מזדמנות רבות. חברות התעופה הזרות בעלות נפח הפעילות הגדול ביותר (בסדר יורד) היו: **טורקיש, וויז אייר, איזיג'ט, איירופלוט, ואוקראין אינטרנשיונל**.

החברות לטיסות חסך (Low Cost) המשיכו להרחיב את היקף פעילותן בקווים לישראל בשנה החולפת. וויז אייר ההונגרית רשמה גידול מרשים של יותר מ-50% והטיסה 1,055,266 נוסעים לנתב"ג וממנו. **איזיג'ט** הבריטית הגדילה את תנועת הנוסעים שלה ב-27% והטיסה 1,014,987 נוסעים. **ריינאייר** האירית הכפילה את היקף פעילותה כמעט פי שלושה והטיסה 517,797 נוסעים.

החלק של חברות התעופה הישראליות בתנועת הנוסעים הבינלאומית בנתב"ג ירד ל-31.2%, לעומת 35% בשנת 2017. **אל-על** הטיסה 5,634,892 נוסעים (-0.5%), **ארקיע** הטיסה 686,213 נוסעים (+4%), ו**ישראייר** הטיסה 656,798 נוסעים (-10%). בנתב"ג לאילת, **ארקיע** הטיסה 395,871 נוסעים (-5.5%) ו**ישראייר** 192,650 נוסעים (+12.3%).

היקף שינוע המטענים במטוסי מטען קטן בשיעור של 6.3% והסתכם ב-166,031 טון. החברות הפעילות ביותר בהטסת מטענים היו





חד-מונעי אנלוגי



דו-מונעי דיגיטלי

## בית הספר לטיסה סקאי רכש סימולטור מתקדם מצרפת

בעלי הרישומים: 4X-CAU, 4X-CDO, 4X-CHL, 4X-CGI/J/O, 4X-CWR/Z ו-4X-CHM, שישה ממטוסים אלה נמצאים בארץ מאז שנות ה-80' וה-90' והופעלו קודם לכן על-ידי חברות אחרות בישראל, בעוד CWR/Z הגיעו לארץ ב-2006 וב-2010, בהתאמה.

מטוסי ססנה 172 אחרים שהופעלו על-ידי סקאי בעבר כללו את 4X-CDL, שהוצא משירות בגלל מצבו הגרוע, ו-4X-CHM, שהתרסק בתאונה ב-31 באוגוסט 2017 (ראה "ביעף" e142 עמ' 17).

והדמיית מצבי טיסה שונים. הסימולטור נרכש במסגרת חברה-בת הנקראת סקאי טריינר, שבה שותף גם מדריך הטיסה גדי אדן.

**סקאי שירותי תעופה** הוקמה בשנת 2002 על-ידי בועז וולך ובני שביט. החברה מפעילה כיום שמונה מטוסי ססנה 172 מתת-הדגמים M, P ו-R, שמתוחזקים במצב טיסה מעולה. רובם מצוידים במנוע המקורי בן 160 כ"ס, ואחדים הושבחו עם מנוע בעל הספק מרבי של 180 כ"ס. הצי הנוכחי של סקאי כולל את המטוסים

חברת סקאי שירותי תעופה, המפעילה בהרצליה את אחד מבתי הספר לטיסה הגדולים בישראל, חנכה ב-8 בנובמבר סימולטור טיסה מדגם AL250, שנרכש מהיצרן הצרפתי Alsim. זהו הסימולטור המתקדם ביותר מסוגו שנמצא בארץ, אשר מדמה באופן מציאותי את התחושה הקיימת במטוס ומאפשר להתאמן בתנאים משתנים ולשפר משמעותית את מיומנות הטיסה. הסימולטור מותאם לאימוני טיסה וניווט במטוסי בוכנה חד-מונעיים ודו-מונעיים, כאשר הטייס המתאמן יכול לבחור מגוון שדות תעופה, תנאי מזג אוויר



תמונות עליונות, צילום: ביעף. ארבע התמונות התחתונות, צילום: ניב כהן.

# התע"א סיפקה 29 מטוסי מנהלים חדשים בשנת 2018



המטוס ה-105 בסדרת הייצור של ה-G280 משמש כיום כמטוס הדגמה של גאלפסטריים.



למעלה: ססנה 700 לונגיטיוד. למטה: אב-טיפוס של הפרטור 600, שמבצע טיסות ניסוי לקראת השגת רישוי.



במהלך שנת 2018 סיפקה התעשייה האווירית לישראל לגאלפסטריים 29 מטוסי מנהלים סילוניים מסוג G280 – ארבעה יותר מאשר ב-2017. המטוסים ה"ירוקים" (מספרי יצרן 2137 עד 2165) הועברו למפעלי גאלפסטריים בארה"ב להשלמת עיצוב הפנים ולצביעה חיצונית, לפי טעמו של הלקוח. ג'נרל דינמיקס, החברה-האם של גאלפ-סטריים, דיווחה בסוף ינואר על מסירת 29 מטוסי G280 מוגמרים ללקוחות בשנת 2018, לעומת 30 מטוסי G150 (שייצורו הופסק) ו-280 G280 בשנה הקודמת.

העיתון גלובס חשף ב-27 בדצמבר כי דירקטוריון התע"א אישר את המשך פעילות החברה בתחום מטוסי המנהלים, תוך פיתוח מטוס מנהלים עתידי שישוק בידי גאלפסטריים. תכנן המטוס העתידי מכונה בתע"א P-32, ועם השלמתו יקבל שם מסחרי בסדרת מטוסי גאלפסטריים. לפי גלובס, "המשמעות של החלטה זו היא השקעה של כ-80 מיליון דולר מצד התע"א על המשך פיתוח המטוס, כשגאלפסטריים האמריקנית תקצה למטרה זו סכום דומה".

ה-G280 (שכונה בתחילה G250) פותח לפני יותר מעשור, טס לראשונה בדצמבר 2009, זכה ברישוי באוגוסט 2012, ונכנס לשירות בנובמבר 2012. ההאטה הנמשכת במכירת מטוסי מנהלים בעולם הגבילה את קצב הייצור של ה-G280 לשניים עד 2.5 מטוסים בחודש בלבד, אם כי מתחרהו העיקרי – הצ'לנג'ר 350 של בומבארדייה – זכה להצלחה שיווקית גדולה יותר (ראה "ביעף" e142 עמ' 10).

בינתיים הופיעו בשוק מתחרים חדשים בקבוצת המטוסים הבינוניים-גדולים, שנוגסים בסיכויי המכירות של ה-G280: הססנה 700 לונגיטיוד, שקיבל רישוי על תנאי ב-20 בדצמבר 2018 ואספקתו ללקוחות צפויה להתחיל בחודשים הקרובים; וה-Praetor 600 של אמבראר, שנחשף בתערוכת NBAA באורלאנדו פלורידה באוקטובר 2018. האחרון מוצג כמטוס המתקדם ביותר טכנולוגית בקבוצת המטוסים הזאת, שיוכל לטוס לטווח של עד 7,200 ק"מ עם ארבעה נוסעים. הפרטור 600 צפוי להשיג רישוי לקראת אמצע השנה הנוכחית.

גאלפסטריים תהיה חייבת להציע בקרוב מטוס חדיש ומתקדם יותר מה-G280, אם ברצונה להמשיך להתחרות בהצלחה בשוק מטוסי המנהלים הבינוניים-גדולים.

מימין: במהלך ביקורו בתע"א ב-17 בדצמבר, כשהוא מלווה על-ידי המנכ"ל נמרוד שפר ויו"ר הדירקטוריון הראל לוקר, נחשף ראש הממשלה ושר הביטחון בנימין נתניהו לטיל התקיפה הימי המתקדם שפותח במפעל מבת, אשר מכונה גם גבריאל 5. הטיל מתבטא אל מטרותו באמצעות חיישן מכ"ם אקטיבי מתקדם, ומצויד במערכת בקרה מתוחכמת להשגת יעילות מבצעית גבוהה מאוד.

ממשלת פינלנד הודיעה ביולי 2018 כי בחרה בטיל זה מתוצרת התע"א לשרווג מערך טילי הי-ים שלה, בעסקה שהיקפה הראשוני מגיע ל-162 מיליון אירו, עם אופציה לעסקת המשך בהיקף של 193 מיליון אירו. (צילום: קובי גדעון, לע"מ)



## אלביט תפעיל הרמס 900 לסיור ימי עבור האיחוד האירופי



**אלביט מערכות** הודיעה ב-1 בנובמבר כי היא זכתה בחוזה מסגרת לאספקת שירותי כטב"ם לסיור ימי עבור מדינות האיחוד האירופי באמצעות הסוכנות האירופית לבטיחות ימית (EMSA). החוזה יבוצע בשיתוף עם חברת ההנדסה הפורטוגלית CEiiA לתקופה התחלתית של שנתיים, עם אפשרות הארכה לשתי תקופות נוספות של שנה כל אחת. במידה והחוזה ימומש במלואו, יגיע היקפו הכספי ל-59 מיליון אירו.

במסגרת החוזה תחכיר **אלביט** ותפעיל **הרמס 900** המותאם למשימות הסיור הימי בקרבת החופים ובלב ים, יחד עם תחנת בקרה קרקעית. הכטב"ם יצויד במכ"ם ימי, מטע"ד תצפית אלקטרו-אופטי, אנטנה לתקשורת לוויינית ומקלט למערכת זיהוי אוטומטית. בתצורה זו יאפשר **הרמס 900** ניטור מתמיד של אזורים ים נרחבים ורצועות חופים לאיתור יעיל של פעילויות חשודות וסכנות פוטנציאליות. "הבחירה על-ידי רשויות האיחוד האירופי היא הבעת אמון נוספת ב**הרמס 900**, בהמשך לחוזים נוספים עבור כטב"ם זה באירופה, באסיה פסיפיק, באמריקה הלטינית ובישראל.

חזקים יותר", אמר מנהל חטיבת המודיעין של **אלביט מערכות**, אלעד אהרונוסון. על **הרמס 900** שהותאם לטיסה במרחב אווירי אזרחי מבוקר ראה "ביעף" e144 עמ' 6.

משפחת הכטב"מים **הרמס 900** נמצאת בשימוש מבצעי נרחב בעולם, והיא ממשיכה להרחיב את יכולותיה תוך הצגת כושר פעולה במרחב טיסה אזרחי, שילוב חליפות להגנה עצמית ומטע"דים

## בלוברד הציגה את ה-ThunderB הממריא ונוחת אנכית וחשפה את ביצועיו

באמצעות מעוט ובמכת הנחיתה. תוספת המשקל הכרוכה בהתקנת הפתרון להמראה ונחיתה אנכית משפיעה כמובן לרעה על זמן השהייה של הכטב"ם באוויר. בעוד שה-**ThunderB** הרגיל מסוגל לשהות באוויר בין 16 ל-24 שעות (תלוי בגודל המטע"ד שהוא נושא), הרי שהכלי הממריא ונוחת אנכית מוגבל ל-12 שעות בלבד.

נדיר סיפר, כי גם לקוחות המפעילים כטב"מים מהיבשה התלהבו מן הדגם החדש, בזכות הקלות להנחית אותו במדויק בנקודה רצויה לעומת הסטיות שנוצרות בהנחתה באמצעות מצנח.

הוא מסוגל לטוס ברום של עד 21,000 רגל (6.4 ק"מ) ולפעול בטווח של עד 150 ק"מ. מהירות השיט שלו 80 ק"מ/ש, וביכולתו לטוס במהירות מרבית של 135 ק"מ/ש.

נדיר הבהיר כי הכטב"ם יכול לפעול גם מספינות קטנות יחסית, בזכות מוטת הכנף הקטנה (4 מטרים) ודיוק הנחיתה האנכית. יישום הפתרון של הוספת שני זוגות של מנועים חשמליים שמסובבים רטורים קטנים, אשר מותקנים על מוט שמחובר לתחתית הכנף משני צדי הגוף, מייתר את המצנח ואת כרית האוויר שבהם מצויד הדגם הרגיל של ה-**ThunderB**. אין גם צורך בגוף חזק, שיעמוד בעומסי השיגור

חברת **בלוברד מערכות אוויריות** הציגה את הכטב"ם הטקטי הקטן **ThunderB** המותאם להמראה ונחיתה אנכית בתערוכה שליוותה את הכנס השנתי לכלים בלתי מאוישים, שארגנה קבוצת **ישראל דיפנס** במרכז הכנסים **אוונטו** שבקריית שדה התעופה ב-8 בנובמבר.

רונן נדיר, מנכ"ל החברה, תיאר בהרצאתו בכנס את יתרונותיו הייחודיים של כטב"ם זה ופירט את ביצועיו, מעבר לפרטים הראשוניים שפורסמו עם חשיפתו של הכלי באוגוסט 2018 (ראה "ביעף" e145 עמ' 7).

דגם זה של ה-**ThunderB** ממריא במשקל מרבי של 32 ק"ג ונושא מטע"ד של עד 4 ק"ג.



## אלתא מציעה תצורה חדשה של מערכת Drone Guard



**אלתא מערכות**, החברה-הבת של התעשייה האווירית לישראל, חשפה תצורה חדשה ומשודרגת של מערכת המכ"מים Drone Guard לאיתור, זיהוי ושיבוש פעילות כטב"מים ורחפנים קטנים. התצורה החדשה והמודולרית כוללת מערכת מודיעין תקשורת משודרגת, המגלה את הרחפן על פי תדר השידור והפרוטוקול הייחודי שלו, וכן מסוגלת להשתלט על התקשורת כדי לנטרל איומים. בנוסף, המכ"מים, המערכת האלקטרו-אופטית ומערכת השיבוש עודכנו ומציעים כעת יכולות משופרות. היקף השימוש המסחרי ברחפנים עלה באופן דרמטי בשנים האחרונות, כאשר כלים אלו הפכו לאיום פוטנציאלי עבור מתקנים רגישים, התכסויות המוניות, אישים מפורסמים וכלי-טיס אחרים, וכן בנושאי הגנת המולדת. כטב"מים קטנים ורחפנים עשויים לשמש למטרות עוינות, כגון איסוף מודיעין, הברחות, או אפילו נשיאת חימוש, וקיים קושי לאתרם בגלל גודלם הקטן וטיסתם האיטית ברום נמוך. כדי להתמודד עם איום הרחפנים הגובר והולך, מציעה **אלתא** פתרון המשלב מכ"מים תלת-ממדים לגילוי מטרות אוויריות, אמצעים אלקטרו-אופטיים ואיתור מאפייני תקשורת, ומערכת ייעודית לשיבוש יכולת הטיסה של הכטב"מים.

סדרת המכ"מים ממשפחת **ELM-2026B** לטווחים קצרים (10 ק"מ) עד ארוכים (20 ק"מ) עברה התאמה, כך שהיא מסוגלת לגלות

למנוע מרחפן יחיד – וגם מנחיל רחפנים – לחדור לאזור שמור, או לנטרל אותם בבטחה באמצעות טכניקות השתלטות. מערכות **Drone Guard** נמכרו עד כה במאות יחידות ברחבי העולם.

מטרות אוויריות הנעות באיטיות ובעלות חתימת מכ"ם נמוכה בסיוע אמצעים אלקטרו-אופטיים לזיהוי חזותי של המטרה. המערכת משבשת את ערוצי הבקרה והניווט של הרחפן, ותומכת במגוון פרוטוקולי תקשורת המסוגלים

## מעבדת חלל שלישית של ספייס פארמה שוגרה ב־16 בנובמבר 2018 לתחנת החלל הבינלאומית

הפיתוח של **ספייס פארמה** ייחודי בכך שלחוקרים ניתנת אפשרות לשלוט בניסוי שבחלל מכל מקום בכדור הארץ, אפילו באמצעות הטלפון החכם. הניסויים מבוצעים בתהליך אוטומטי על פי פרוטוקול שנקבע מראש, אולם במהלכם יכולים החוקרים להתערב בניסוי, לנהל אותו, לשלוף תמונות מיקרוסקופיות, לקבל נתונים בזמן אמת ועוד, ללא מעורבות אסטרונוטים בתהליך. זוהי המעבדה השלישית שפיתחה ושיגרה לחלל חברת **ספייס פארמה**, לאחר שני שיגורים מוצלחים של מעבדות זעירות בשנתיים האחרונות.

השיגור הראשון, שבוצע ב־15 בפברואר 2017 באמצעות המשגר ההודי **PSLV-37**, היה של הננו-לוויין **DIDO-2** בגודל 10x10x30 ס"מ שמשקלו כ־4.5 ק"ג, אשר כלל מעבדה מיניאטורית שעדיין מתפקדת בחלל.

המעבדה המיניאטורית השנייה **Nexux**, בגודל 10x10x20 ס"מ ובמשקל 2.3 ק"ג, שוגרה מארה"ב לתחנת החלל הבינלאומית ב־12 בנובמבר 2017 באמצעות משגר **אנתארס**, והוחזרה לכדור הארץ ב־12 בינואר 2018 בתוך חללית המטען **דרגון**.

בכל אחת מהמעבדות נערכו ארבעה ניסויים בתחום מדעי החיים ותוצאות המחקרים פורסמו בכתבי-עת מובילים.

ומבוצע על-ידי החוקרת המובילה ד"ר שיבון מלאני, יבדוק גידול וחלוקה שנייה של תאי גזע להפקת שריר. עם החזרה של המעבדה ארצה יבחנו החוקרים איזה גן או גנים בלטו בתהליך. החלל מספק סביבת ניסוי אופטימאלית לבדיקה של השפעת תנאי תת-כבידה על חומרים כימיים וביולוגיים, למשל לצורך בדיקת עמידות של תרופות, כאשר יותר ויותר מדענים וחברות תרופות משתמשים בשירות זה.

הדמיית אסטרונוט עם המעבדה הזעירה.



מעבדת חלל שפיתחה החברה הישראלית **ספייס פארמה** שוגרה ב־16 בנובמבר מארה"ב לתחנת החלל הבינלאומית. המעבדה, שפיתוחה נתמך על ידי סוכנות החלל הישראלית במשרד המדע, ייחודית בכך שהיא מתנהלת ללא מגע אדם ונשלטת ישירות על-ידי החוקר המבצע את המחקר מכדור הארץ. את השיגור ליוו מקרוב מייסד החברה יוסי ימין וצוותו.

המעבדה המיניאטורית שוגרה לתחנת החלל יחד עם מטען האספקה לאסטרונוטים בחללית **Cygnus** באמצעות משגר **אנתארס** מתוצרת **Orbital ATK** (שנרכשה בשנה שעברה על-ידי **נורת'רופ גרומן**).

המעבדה כוללת את כל הסביבה הנחוצה לקיום ניסויים הנערכים בתוך נוזלי. במשימה הנוכחית מבוצעים הניסויים בתוך שני כרטיסי מעבדות זעירות, שגודל כל אחת מהן כגודל כרטיס ביקור (4x7x0.5 ס"מ בלבד), שיוכנסו לקופסה קטנה. אחד הניסויים, בתאי גזע, החל למעשה על כדור הארץ חמישה ימים לפני השיגור ונמשך שבעה ימים נוספים בחלל. בתום הניסוי יקובעו התאים ויוקפאו, לצורך המשך המחקר לאחר החזרה לכדור הארץ כעבור כחודשיים.

הניסוי, במימון המרכז לקידום המדע בחלל (CASIS), שהוזמן על-ידי מכון המחקר האמריקני **Sanford Burnham**

לבנון



ארבעה מטוסי A-29B סופר טוקאנו הגיעו מארה"ב ללבנון ב-28 במאי 2018 כשהם מסומנים במספרי חיל האוויר האמריקני. בשירות חיל האוויר הלבנוני הם סומנו במספרים L713 עד L716.

מידע מפורט על סדר הכוחות של חיל האוויר הלבנוני פורסם בגיליון ינואר השנה של הירחון ההולנדי לתעופה Scramble, בעקבות ביקור של שני כתבים הולנדים בבסיסי החיל וסקירת המטס הגדול שנערך ב-22 בנובמבר 2018 לציון יום העצמאות ה-75 של לבנון.

חיל האוויר הלבנוני הוא זרוע אווירית קטנה, שמפעילה כיום רק תריסר מטוסים קבועי-כנף וכ-65 מסוקים. אלה מופעלים במסגרת שמונה טייסות בארבעה בסיסים.

התוספת המשמעותית ביותר לכוח ההתקפי של החיל היא שישה מטוסי תקיפה קלים מסוג A-29B סופר טוקאנו, שנתקבלו מארה"ב. השניים הראשונים הגיעו ללבנון ב-8 באוקטובר 2017, וארבעת הנותרים נחתו בלבנון ב-28 במאי 2018.

לבנון קיבלה מארה"ב גם שלושה מטוסי סיור חמושים מסוג ססנה AC-208 קאראון – אחד בשנת 2009, שני בשנת 2013 והשלישי ב-2016.

החיל ממשיך להפעיל שלושה מטוסי אימון ראשוני מדגם בולדוג 126, שנותרו מהשישה שנרכשו בשנת 1975 מסוקטיש אוויאישן.

כלי-הטיס הרוטוריים כוללים את הדגמים: 24 מסוקי בל UH-1H יואי, שנתקבלו ב-1995 (ייתכן שאחדים מהם כבר לא בשירות).

9 מסוקי יואי II, שנתקבלו מארה"ב החל מ-2013. דגם זה שודרג עם מערכת התמסורת של הבל 212 ומצויד במנוע האניול T53-L-703 חזק יותר.

כ-16 מסוקי SA342L גאזל – שבעה שנרכשו חדשים ב-1981 ועוד כ-9 שנתקבלו מהאמירויות הערביות המאוחדות.

12 מסוקי פומה, אחדים מהדגם המקורי SA330 שנקלט החל מ-1980 והאחרים מהדגם IAR330SM שיוצרו ברומניה. מסוקים אלה נתקבלו בחלקם מהאמירויות הערביות המאוחדות. אחד ממסוקי ה-IAR330SM



הססנה AC-208 קאראון הראשון שסופק ללבנון בשנת 2009. מספרו בחיל האוויר הלבנוני: L401.

4 מסוקי רובינסון R44 רייון II, שנרכשו ב-2005 לצורך אימון טייסים. החיל מפעיל גם מסוק AW139 אחד להטסת הנשיא ואישים רמי מעלה.

(מספר L912) חומש בשני תותחי אדן בקוטר 30 מ"מ ובשתי כוורות רקטות בקוטר 68 מ"מ, שנלקחו ממטוסי ההאנטר המקורקים, והותאם גם לשאת פצצות.

ירדן



מטוסי אימון PC-21 ירדניים.

במסגרת התוכנית לחידוש פני חיל האוויר המלכותי הירדני, הציע החיל למכירה בספטמבר 2018 ארבעים וחמישה מטוסים ומסוקים, כדלקמן: שני מטוסי תובלה C295, מטוס תובלה אחד מדגם C-130B הרקולס, 17 מסוקי תקיפה מדגם AH-1F קוברא, 13 מסוקי UH-1H יואי, ותריסר מטוסי אימון סילוניים מסוג הוק 63.

בית הספר לטיסה של החיל עבר בשנתיים האחרונות להדרכת טייסים על 15 מטוסי גרוב G120TP ותריסר מטוסי פילאטוס PC-21, והוציא משירותו את מטוסי הסלינגסבי T67M260 וקאזה C-101CC אוויג'וט. שבעה ממטוסי האוויג'וט נמכרו לחיל האוויר הצ'ילאני כדי לשמש מקור לחלקי חילוף. פילאטוס סיפקה כבר עשרה מטוסי PC-21, והשניים האחרונים יועברו לירדן בקרוב. לאימון טייסי מסוקים משמשים מסוקי רובינסון R44 רייון II.

21 מטוסי F-5E/F טייגר II מעודפי החיל נמכרו בסוף 2017 לחברה האמריקנית

מסוקי Mi-26T2, ששניים מהם כבר סופקו. החיל מפעיל תריסר כטב"מים חמושים מדגם CH-4B שנרכשו מסיין. פרטים על רכש מטוסי ה-F-16A/B מהולנד הבאנו ב"ביעף" e142 עמ' 11, ועל השבחת מסוקי הקוברא ב"ביעף" e144 עמ' 11.

(TacAir) Tactical Air Support, שמציעה שירותי דימוי אויב לארועות הצבאיות בארה"ב. כוח מסוקי הסער תוגבר בתריסר מסוקים חדשים מדגם סיקורסקי UH-60M בלק הוק, שסופקו מארה"ב בין מארס לדצמבר 2017. לתובלה כבדה רכשו הירדנים מרוסיה ארבעה



## פרופסור יוסף זינגר

הנדסית שהגיש לתעשייה האווירית בשלבי הפיתוח הראשונים של מטוס הערבה, דרך השאלתו לכהן כראש חטיבת ההנדסה בתקופה קריטית בהתפתחות החברה, וכלה במינויו כיו"ר דירקטוריון התע"א בתקופת פרויקט הלבאי, שנתפס בעיניו כשיאו של חזון הקמת התעשייה האווירונאוטית בישראל.

פרופ' זינגר הגיע לפסגות מקצועיות שמעטים זוכים להשיגן, והכל בדרכו הצנועה ובנועם הליכות.

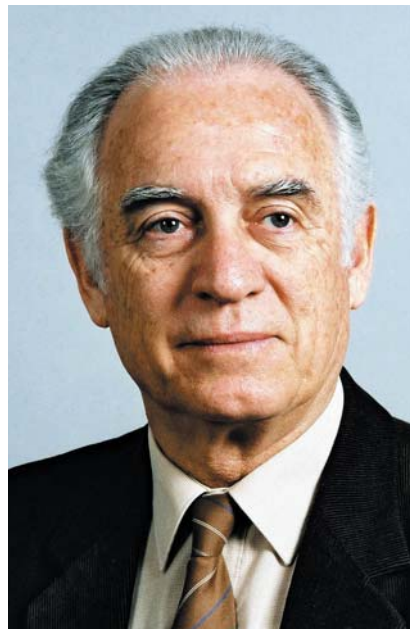
**בן קשלס** מתאר את קורות חייו ופעילותו המקצועית של פרופ' זינגר, שהקדיש את כל חייו הבוגרים לעשייה האווירונאוטית בישראל – החל מלימודי טיס בחברת אווירון בימי המנדט, שירות כקצין הנדסה בחיל האוויר של מדינת ישראל, דרך הקמת המחלקה לאווירונאוטיקה בטכניון, וכלה בתפקידי ניהול בכירים שמילא בתע"א, בתקופה בה פותחו מטוסי הכפיר והלבאי, וכנשיא הטכניון.

פרופ' יוסף (יו"ז) זינגר נמנה עם האבות המייסדים של הפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה וחלל בטכניון. הוא החל את דרכו כמהנדס צעיר במחלקת ההנדסה של חיל האוויר לאחר קום המדינה, ובהמשך נענה לקריאתו של פרופ' סידיני גולדסטין להצטרף לסגל המייסד של המחלקה לאווירונאוטיקה בטכניון. זינגר ייסד את תחום המבנים האווירונאוטיים בפקולטה והקים מעבדת מבנים משוכללת. מחקריו פורצי הדרך בתיאוריית קריסת מבנים דקי דופן ביססו אותו כמוקד ידע עולמי בתחום זה. תלמידיו העידו, שהיה בו שילוב מיוחד ונדיר של מורה נערץ, מדען דגול בקנה מידה בינלאומי, חבר יוצא דופן ועמית נאמן לעבודה, שתמיד שידר אופטימיות.

לצד העשייה האקדמית, זינגר נטל חלק חשוב בפיתוח ובקידום התעשייה האווירונאוטית בארץ לאורך כל שנותיו בטכניון. החל מהתמיכה המדעית-

זינגר גילה עניין בתעופה כבר מגיל 14 וחלם להיות מהנדס אווירונאוטיקה. הוא הצטרף לסניף החיפאי של הקלוב הארצישראלי לתעופה, החל בבניית טיסנים ויצא למחנה דאייה בכפר ילדים, למרגלות גבעת המורה. ב-17 באוקטובר 1941 עבר את מבחן הדאייה הבסיסי והוסמך כדואה בדרגה א'. הוא סבר, שעל מנת להפוך למהנדס אווירונאוטיקה טוב עליו להקדים ולהתנסות בטיסה, כדי להבין טוב יותר כיצד פועל ומגיב מטוס. על כן עבר להתגורר בתל-אביב בגיל 18 והחל ללמוד טיס מוטורי בבית הספר לטיסה של חברת אווירון בשדה התעופה לוד. בינואר 1942 הוענק לו רישיון טיס אזרחי מנדטורי מספר 95, עוד בטרם למד לנהוג.

השלב הבא בתוכניתו של זינגר היה להתחיל בפועל בלימודי הנדסה אווירונאוטית. באותה עת עוד לא ניתן היה לרכוש מקצוע זה בארץ, ואף לא התאפשר לו לצאת מהארץ ללימודים בחו"ל בתקופת מלחמת העולם השנייה. האפשרות היחידה אז הייתה ללמוד בהתכתבות במסגרת האגודה האווירונאוטית המלכותית בבריטניה. בשנת 1943 הוא עבר את מבחן החברות של האגודה. במקביל ללימודיו, ריכז



יוסף (יו"ז) זינגר נולד בווינה ב-24 באוגוסט 1923 כבנם הצעיר של צבי ואטל (ארינה) זינגר. הוא גדל בחיקה של משפחה ציונית אמידה, שהתפרנסה מבית מסחר לתכשיטים. בשנת 1929 עברה משפחתו להתגורר בברלין בעקבות העסק המשפחתי. יוסף ואחיו הבכור מיכאל (שלימים התפרסם כצייר מיכאל ארגוב) התחנכו בבית ספר יסודי ברובע שנברג בברלין. כשהחלו הוריו לחוש בסכנה הטמונה במפלגה הנאצית, שצברה כוח ואהדה ציבורית בגרמניה, הם החליטו לעלות לארץ ישראל.

משפחת זינגר עלתה ארצה בתחילת 1933 והתיישבה בחיפה. יוסף ואחיו למדו בבית הספר הריאלי בעיר, בו גילו עניין רב במדע ובאומנות – תחומי עניין שעיצבו לימים את בחירת דרכם המקצועית. יוסף הרבה לעסוק בספורט והצטרף לפעילות נוער של ארגון "הגנה" בכרמל, במסגרת פעילותו בתוכנית לחינוך גופני מורחב. מפקדו הראשון היה חיים לסקוב (לימים הרמטכ"ל החמישי של צה"ל), ממנו הוא למד את עקרונות הפיקוד על אנשים והאחריות לקבוצה. עקרונות אלו ילוו אותו נאמנה בהמשך דרכו המקצועית לכשיעמוד בראשם של קבוצות מקצועיות וגופים שונים.





רס"ן יוסף זינגר כקצין הנדסה בחיל האוויר.

נאוטיים מטפל להלכה ולמעשה בתכנן גוף המטוס וכנפיו, ועיקר משימתו היא להבטיח שהמבנה דק הדופן של כלי-הטיס יהיה קשיח דיו כדי לעמוד בלחצים ובכוחות הזרימה, שהם עניינה של האווירודינמיקה.

זיקתו לתחום המבנה התעצמה במכון הפוליטכני בברוקלין בארה"ב, לשם נשלח בשנת 1952 מטעם חיל האוויר ללימודי תואר מגיסטר בהנדסה אווירונאוטית. מנחהו שם היה פרופ' ניקולס הוף, שנחשב בשעתו לאחד מגדולי המומחים למבני מטוסים, והוא זה שעתידי היה להדריכו גם בלימודי הדוקטורט בתוך שנים ספורות. כעבור שנה שב זינגר ארצה, וביוני 1954 נשא לאישה את שושנה פריגר. לזוג נולדו שלושה ילדים – גדעון, תמר ואורי. במסגרת שירותו חיבר מאמרים טכניים רבים, שפורסמו בביטאון חיל האוויר. בשנת 1954 השתתף בבחינתו הטכנית של מטוס התובלה נורד נוראטלס והמליץ לרכשו לחיל האוויר. זינגר השתחרר מחיל האוויר בדרגת רב-סרן במאי 1955, בתום שש שנות שירות. בתעודת שחרורו נכתב: "מהנדס מוכשר ביותר. חרוץ מאוד, מסור ומזדהה עם עבודתו... מעמיק ויסודי, בעל נתונים טובים לעבוד כחוקר".

**במחלקה לאווירונאוטיקה בטכניון**

לאחר שחרורו מצה"ל הוא התלבט האם לבחור בתעשייה האווירונאוטית, שעמה כבר היה לו ממשק מקצועי בתור קצין הנדסה בחיל האוויר, או להעדיף את התחום המחקרי. פרופ' סידני גולדסטין, שהקים את המחלקה לאווירונאוטיקה בטכניון, עניין אותו באפשרות להצטרף לסגל המייסד, זמן מה לפני שחרורו מהצבא. האפשרות הזו קסמה לזינגר, שהחליט לבסוף לבחור במחקר ובהוראה ולהצטרף לסגל המחלקה האווירונאוטית. הוא היה שותף לחזונו של גולדסטין, שהפקולטה לאוויר-נאוטיקה תסייע להקים בארץ תעשייה אווירונאוטית עצמאית.

בראשית דרכו כחבר סגל התחיל זינגר את הפעילות האקדמית בתחום המבנים והניח את היסודות למעבדה למבני מטוסים. בשנת 1956 נשלח בשנית למכון הפוליטכני בברוקלין,



יוסף זינגר הצעיר במדי חיל האוויר המלכותי.

בתום שלוש שנים סיים זינגר את לימודיו בהצטיינות ראויה לשבח, ושב ארצה כמהנדס אווירונאוטיקה מוסמך.

**מהנדס בחיל האוויר**

זינגר חזר ארצה לקראת סוף 1949 והתגייס לחיל האוויר, שהיה אז בראשית דרכו. הוא שובץ כקצין הנדסה בצוות מקצועי קטן, שהקים את מחלקת ההנדסה של החיל. העבודה ההנדסית במחלקה יועדה לפתח פתרונות הנדסיים שיינתנו מענה לבעיות מבצעיות. "רוב המהנדסים היו צעירים, והאחריות שהוטלה עלינו הייתה גדולה: ללוות כל פרויקט מן הרעיון ועד להשלמת הניסויים", סיכם זינגר לימים.

במארס 1953 מונה זינגר לראש מדור ניסוי ופיתוח. במסגרת תפקידו הוא גילה עניין רב בתחום מבנה המטוס והחליט להתמקצע בו, על פני התחום האווירודינמי, שאליו כיוון בראשית דרכו. לתפיסתו, מי שעוסק במבנים אוויר-

זינגר את פעילות הקלוב הארצישראלי לתעופה בסניף תל-אביב, ואף הדריך רבים מהדור הראשון של אנשי התעופה בארץ.

**שירות בחיל האוויר המלכותי**

זינגר לא נותר אדיש למאמץ המלחמתי של בריטניה נגד גרמניה הנאצית והחליט להתנדב לשירות בחיל האוויר המלכותי, לצד צעירים יהודיים נוספים מארץ ישראל בעלי רישיון טיס. אולם שלטונות המנדט לא הסכימו לקבלם לשירות צבאי כטייסים. הלחץ שהפעילה הנהלת הסוכנות היהודית לגייס את המתנדבים הארצישראליים נשא פרי, והבריטים ניאיתו לגייס בשנת 1943 כעשרה צעירים יהודים בעלי רישיון טיסה אזרחי, ובהם זינגר ועזר ויצמן, למסלול להכשרת טייסים ברודזיה.

ב-24 במאי 1943 גויס זינגר כפרח טיס לחיל האוויר המלכותי, ונשלח יחד עם שאר חברי הקבוצה למנדקי טיס בבסיס חיל האוויר המלכותי קאספאריט במצרים. אולם עד מהרה הבינו הצעירים שהצבא הבריטי אינו ממנה לשולחם אל הקורס המיוחל. לימים סיפר על כך זינגר: "וביטלו את קורס הטיס המיוחד שתוכנן ברודזיה. רק כמה בודדים, ובהם עזר ויצמן, הצליחו על אף הקשיים המכוונים להגיע לרודזיה ולהתקבל לקורס הטיס. אבל אני, כמו רוב החבורה, נשאתי במצרים והועסקתי כמכונאי מטוסים, ואחר כך עבדתי במשרד התכנן של בסיס התחזוקה MU 107 ליד תעלת סואץ".

בזמן שירותו ביחידת התחזוקה האווירית בקאספאריט הוא התנסה בעבודות מעשיות לתחזוקת מטוסים ולשפוף מטוסים פגועים. את זמנו הפנוי בערבים ניצל להכנה ללימודי הנדסת אווירונאוטיקה, בתקווה שיתאפשר לו ללמוד בתום המלחמה באוניברסיטת לונדון. זינגר השתחרר מחיל האוויר המלכותי ב-6 במארס 1946, בדרגת Leading aircraftman. לאחר שחרורו נסע ללונדון והחל את לימודיו בפקולטה להנדסה אווירונאוטית באימפריאל קולג', שם היה תלמידו של סר ארנולד הול.

זינגר מארח את פרופ' תיאודור פון קארמן, נשיא הכבוד של האגודה למדעי התעופה והחלל, בטכניון ב-1960.





פרופ' זינגר עם הדגמים שבהם השתמש בטכניון לניסויי קריסת קליפות דקות דופן, באמצע שנות ה-70.

הושג מימון למחקרים עבור חיל האוויר האמריקני. במסגרת זו החל מחקרו של זינגר בתחום קליפות מבנה מחוזקות, שהפך לסמלה של הפקולטה בשטח המבנים. ממצאי מחקריו והניסויים שערך על גופים דקי דופן הוטמעו, לדוגמה, בתכן דופן השלב השני והשלישי של הטיל סאטורן 5, ששימש לשיגור חלליות אמפולו לירח.

בשנת 1961 קודם זינגר לפרופסור חבר בפקולטה להנדסה אווירונאוטית, ובשנת 1965 הפך לפרופסור מן המניין. בתקופה זו שימש פעמיים כדיקן הפקולטה, וכן התארח כפרופסור מן המניין באוניברסיטת סטנפורד בקליפורניה ובמכון הטכנולוגי של קליפורניה בפסדינה. המעבדה לקריסת מבנים דקי דופן שהקים בטכניון הפכה בהובלתו לאחד המרכזים המובילים בעולם בחקר היציבות של מבנים דקי דופן, ובמיוחד בחקר היציבות של קליפות גליליות וקוניות ובפיתוח שיטות ניסוי חדשניות, שישמשו על ידי מדענים ותעשיות בכל העולם.

### מנהל חטיבת הנדסה בתע"א

בספטמבר 1971 הושאל זינגר לתקופה קצובה לתע"א לכהן כסמנכ"ל בכיר ומנהל חטיבת הנדסה, שמנתה אז כ-1,500 עובדים. באותה עת נערכו בתע"א מבחני הרישוי הבינלאומיים של המטוסים הישראליים האזרחיים הראשונים – הערבה והקומודור ג'ט 1123. העבודה סביב סדרות ניסויי הטיסה והקרקע התנהלה סביב השעון, כולל בסופי השבוע, ולבסוף השיגו המטוסים את הרישוי בזמן. "תהליך הרישוי, הכולל גם ניסויי טיסה וניסויי קרקע רבים, השלים את הפיכתה של התע"א ליצרנית של מטוסים אזרחיים", כתב לימים.

לעבודת דוקטורט בהנחיית פרופ' הוף. עם שובו לטכניון בשנת 1957 הוא מונה כמרצה בכיר והיה אחראי על הוראת מקצועות המבנים לסטודנטים במחזור הראשון של המחלקה. במקביל הוא המשיך במחקר מבנים אווירונאוטיים והיה שותף להקמת המרכז לחקר אווירונאוטי בפקולטה, כראש קבוצת המבנים.

עבודתו המדעית של זינגר התרכזה בעיקרה בחקר היציבות של מבנים דקי דופן, ובפרט ביציבות של קליפות גליליות וקוניות מחוזקות, המהוות מרכיב עיקרי במבני מטוסים וטילים. להישגיו המדעיים הגדולים הגיע בזכות מתן דגש רב לניסויים, שליוו את חשיפת הבסיס התיאורטי שחקר, בדיוק כפי שעשה מורהו בפוליטכניק, פרופ' הוף.

על מנת לקיים את אותם הניסויים היה עליו להקים מעבדת מבנים גדולה בטכניון. לימים סיפר על כך: "בשנת 1960 ניסיתי להשיג מימון למעבדה גדולה. פניתי אל מנכ"ל התעשייה האווירית אל שווימר ולרפא"ל והסברתי להם, שכדי לפתח מוצרים אווירונאוטיים צריכים לא רק נקבות-רוח, אלא גם מעבדת מבנים. הם השיבו את פני ריקם באומרים: 'כאשר נצטרך מעבדה כזאת, אנחנו נבנה אותה לבד'. לא הרפיתי מהנושא ופניתי לנשיא הטכניון דורי, שאכן אפשר לנו להקים את המעבדה. את הרצפה המחוזקת בנינו כך שתוכל לעמוד בעומסים של הווטור – מטוס הקרב הכבד ביותר שנמצא אז בשירות חיל האוויר".

בראשית שנות ה-60 החל זינגר לשתף פעולה עם התע"א כיועץ למחלקת הנדסה בראשותו של ד"ר אריך שצקי. הוא נטל חלק בבחינת ההיתכנות לפיתוח ה-B-101 – "מטוס פרטי סילוני" לשבעה נוסעים, עוד בטרם התקבע המונח "מטוס מנהלים" – על בסיס הפוגה מאגיסטר שיוצר ברישיון בחברה. שיתוף הפעולה עם התע"א התרחב בתקופת פיתוח מטוס הערבה, כאשר ניסויי המבנה הראשונים בוצעו במעבדת המבנים בטכניון. בהמשך נשלח צוות מומחים מהמעבדה לסייע לתע"א לפתח

זינגר מלווה את שר הביטחון משה דיין בביקורו בקו ההרכבה של מטוסי הערבה בפברואר 1973.





יוסף זינגר ורעייתו שוש ליד מטוס אסטרה של התע"א בסלון האווירי בפאריס.

**Buckling Experiments** יחד עם עמיתיו פרופ' יוהאן ארבוך מהאוניברסיטה הטכנית של דלפט בהולנד ופרופ' תנחום וולר מהטכניון. ספר זה, שחלקו הראשון התפרסם ב-1997 וחלקו השני ב-2002, מסכם את הידע הרב שנצבר בשיטות ניסוי בקריסת מבנים דקי דופן, ונחשב מאז ועד היום לספר המסכם והחשוב בתחומו. על חלקו בספר זה הוענק לו בשנת 2007 פרס הספר למדעי ההנדסה מטעם האקדמיה הבינלאומית לאסטרונוטיקה. גם בשנותיו המאוחרות המשיך זינגר בעשייה ענפה בטכניון. הוא עסק במחקר ובהדרכת דוקטורנטים – לדבריו, עשייה זו הסבה לו

הוקרה על פעילותו המחקרית רבת השנים. בין השנים 1988-1991 התארח באימפריאל קולג' בלונדון, במכון הטכנולוגי של קליפורניה, באוניברסיטת RWTH באאכן שבגרמניה ובאוניברסיטת קליפורניה. פעילות המחקר הבינלאומית בה עסק כללה פרויקטים משותפים רבים עם עמיתים בארה"ב, בגרמניה ובהולנד. במשך השנים שימש גם כחבר מערכת במספר כתבי-עת ופרסומים מדעיים מהשורה הראשונה בתחומי התעופה והמכניקה. ב-1994 כיהן כחבר הוועדה לבדיקת תשתיות החלל בישראל במשרד המדע והאווירונאוטיקה. לאחר פרישתו לגמלאות חיבר את הספר

זינגר ביום טיסת הבכורה של הלב"א ב-31.12.86. משמאל: השר משה ארנס ולידו מנכ"ל התע"א משה קרת.



בתחום הצבאי עסקה אז התע"א בפיתוח וייצור מטוסי הכפ"ר. זינגר תמך בהצעת מחלקת תיכון מוקדם לשפר את ביצועי המטוס על-ידי התקנת משטחי קנארד בצדי הכונסים, ופעל לקדם את מימוש הרעיון מול הנהלת החברה. התקנת כנפוני הקנארד שיפרה את ביצועי המטוס מעבר לתחזיות, ויושמה בכל סדרות הייצור של המטוס. זינגר קידם גם את הפיתוח של מערכת כינון חימוש וניווט (כח"ף) לכפ"ר, ולשם כך הקים מחלקה לשילוב מערכות אוויוניקה, שהייתה נחוצה בחברה המייצרת מטוסי קרב מודרניים. מחלקה זו היא שאפשרה לימים את פיתוחו של הלב"א, כמטוס עם אוויוניקה מתקדמת.

בימיו כראש חטיבת הנדסה ארגן זינגר מחדש את החטיבה והרחיב אותה, תוך קביעת סטנדרטים גבוהים בכל מחלקותיה. הוא היה גאה בתלמידיו לשעבר בפקולטה לאווירונאוטיקה, אותם פגש מחדש בתע"א כמובילי הפיתוח האווירונאוטי בארץ. הוא תנך את שני סגניו, משה בלומקין ושארלי אטאלי, שהחליפו אותו לימים בראש החטיבה.

## חזרה לטכניון

זינגר שב לטכניון בנובמבר 1973. לצד המשך עיסוקו בהוראה ובמחקר השתלב בוועדות הטכניון ובפעילויות מקצועיות חיצוניות, כדוגמת המועצה להשכלה גבוהה, הוועדה המייעצת של המדען הראשי של משרד הביטחון, ואף התמנה כיו"ר הוועדה המייעצת למבנים במפא"ת. בנוסף נבחר לכהן כחבר הוועדה לפרס ביטחון ישראל. הוא המשיך לשמור על קשריו עם התע"א ושימש כיועץ חיצוני לחברה, ובמסגרת זו הניח את היסודות לתכנון ארוך טווח בחטיבת ההנדסה. בשנת 1977 הוזמן לכהן כחבר בדירקטוריון החברה, ובכך היה איש המקצוע היחיד בפרום זה. בתקופת חברותו בדירקטוריון הוא כיהן פעמיים כיו"ר ועדת המחקר והפיתוח של החברה, ותמך בכל מאודו בפרויקט הלב"א, שאותו ראה כפרויקט המרכזי של התע"א.

פרופ' זינגר כיהן כנשיא העשירי של הטכניון בשנים 1982-1986. בזמן כהונתו פעל להפוך את הטכניון למרכז מוביל במחקר בסיסי ויישומי, אשר ממנו יבטו רעיונות ותשתיות לתעשיות עתירות מדע. בתקופתו המשיך הטכניון לצמוח ולהתבסס כלכלית, חרף השנים הרזות שידעה האקדמיה בישראל באותה העת. בשנים אלו נקלטו בטכניון קרוב למאה חברי סגל צעירים, והונחו היסודות לפעילויות אקדמיות רבת-תחומיות חדשות כמו המכון לחקר החלל.

לקראת סוף כהונתו כנשיא הטכניון הוא התבקש לכהן כיו"ר זמני של דירקטוריון התע"א עד לסוף פברואר 1987, טרם צאתו לשבתון אקדמי בחו"ל. במשך שמונת חודשי כהונתו זו בתע"א הוא פעל נמרצות למען קידום המשך פרויקט הלב"א, שעמד בפני סכנת סגירה. בתקופה זו החלו טיסות הניסוי של הלב"א, אשר הצליחו מעבר למשוער.

## עשייה עשירה בגמלאות

בשנת 1988, בהגיעו לגיל פרישה, חיברו לכבודו עמיתיו ותלמידיו מכל קצות תבל ספר העוסק בנושאים של קריסת מבנים, כמחווה



פרופ' זינגר בכנס השנתי ה-30 לתעופה ואסטרונאוטיקה, שהתקיים בפברואר 1989.

מצוי בשורת תארי הכבוד והפרסים שקיבל בערוב ימיו. אלה כללו תארי ד"ר לשם כבוד ממוסדות אקדמיים שונים, זכייה במדליית Maurice Roy מטעם ICAS על שיתוף פעולה בינלאומי באווירונאוטיקה, וכן זכייה בטבעת פראנדטל, שהיא אות ההצטיינות הגבוה ביותר של האגודה הגרמנית למדעי התעופה.

ביום העצמאות ה-52 של מדינת ישראל הוענק לפרופ' זינגר פרס ישראל בתחום ההנדסה והטכנולוגיה "על עבודתו המדעית בתחום קריסתם ויצבותם הסטטית והדינמית של מבנים דקי-דופן ופיתוח שיטות ניסוי חדשניות בנושא זה, וכן על תרומתו ההנדסית בשטח מבני כלי-טיס בעולם ובישראל".

במסגרת חגיגות היובל לאגודה למדעי התעופה והחלל בישראל הוענקה לפרופ' זינגר בפברואר 2001 תעודת חברות כבוד באגודה על פועלו רב השנים למען האגודה.

**אחרית דבר**

זינגר המשיך בפעילות אקדמית עד לחדשי חייו האחרונים. הוא נפטר ממחלה קשה ב-12 בנובמבר 2009, בגיל 86.

"איבדנו מדען דגול וחבר אהוב, צנוע ואציל נפש", ספד לו נשיא הטכניון, פרופ' פרץ לביא. "תרומתו לטכניון ולמדינת ישראל הייתה עצומה. פרופ' זינגר חניך דורות רבים של מהנדסי אווירונאוטיקה וחלל והטביע את חותמו על התעשייה האווירית המתקדמת של מדינת ישראל".

ביוני 2015 חנכה עיריית חיפה כיכר על שמו של פרופ' זינגר בשכונת מרכז הכרמל. □

המחבר מודה למשה גרידי מארכיון התע"א ולאיתי קרן מהארכיון ההיסטורי של הטכניון ע"ש נסיהו על סיועם באיתור חומרים היסטוריים ותמונות לכתבה, וכן לשוש ולגדי זינגר על איסוף התמונות מאלבומי המשפחה.

הנאה וסיפוק רב. בנוסף, השתתף בוועדות שונות של הטכניון והיה פעיל בוועד המנהל ובדירקטוריון של הטכניון. במקביל לעשייה המחקרית והמנהלתית, הוא בחר להעשיר את ידיעותיו בתחומי עניין נוספים שהיו קרובים ללבו, והקפיד לקחת לפחות קורס אחד בסמסטר בתולדות הארכיטקטורה ובתולדות האומנות.

**פעילות באיגודים מדעיים**

זינגר היה פעיל מאוד בזירת האיגודים המדעיים בתחום האווירונאוטי, הן בארץ והן בחו"ל. בפברואר 1951 היה שותף להקמת האגודה למדעי התעופה בישראל, יחד עם חבריו למחלקת ההנדסה בחיל האוויר. הוא כיהן כחבר בוועד האגודה במשך כמעט 50 שנים, למעט בתקופות בהן התארח במוסדות אקדמיים בחו"ל, ואף כיהן מספר פעמים כיו"ר ועד האגודה – גם לאחר איחודה עם האגודה האסטרונאוטית בישראל ויצירת האגודה למדעי התעופה והחלל בישראל בפברואר 1968. בשנת 1959 ארגנה האגודה לראשונה את הכינוס הישראלי השנתי לתעופה ואסטרונאוטיקה, שהתקבע כמסורת שנתית. לאורך השנים עמד פעמים רבות בראש הכינוסים שארגנה האגודה.

במסגרת פעילותו בוועד האגודה הוא הוביל את הקשר עם המועצה הבינלאומית למדעי התעופה (ICAS). במסגרת זו השתלב כאחד הפעילים המרכזיים בוועדות של המועצה הבינלאומית והיה שותף להתוויית דרכה. בהמשך נבחר כחבר בוועדה המנהלת של המועצה, וכיהן פעמיים כנשיא המועצה בשנים 1982 ו-1986. במהלך חברותו ב-ICAS עמד פעמים רבות בראש הכינוסים הבינלאומיים של המועצה, לרבות הכינוס ה-9 שהתקיים בשנת 1974 בחיפה והכינוס ה-16 שהתקיים בשנת 1988 בירושלים. זינגר היה פעיל גם בפדרציה הבינלאומית

זינגר קיבל ב-2006 מדליית הערכה מאוניברסיטת פוליטכניק בברוקלין מידי נשיאה ג'רי מקארטור הולטין.



# מוזיאון המלחמה האימפריאלי בדאקספורד



הוריקן, ספיטייר ועוד. האנגר 4 מוקדש בחלקו הקדמי לקרב על בריטניה בתחילת מלחמת העולם השנייה. המוצגים המעניינים שם הם הפצצה המעופפת V-1 ששיגרו הגרמנים להפצצת מטרות בבריטניה, מטוס הקרב הגרמני מסרשמיט Bf 109E שנחת אונס בבריטניה, האוטוג'ירו הבריטי סירוואה C30A, הספיטייר דגם 1A, וכלי-רכב שונים שהופעלו בבריטניה באותה תקופה. אל אלה צורפו שני מטוסים דו-כנפיים ממלחמת העולם הראשונה – בריסטול פיטר ו-BE2c. בחלקו האחורי של האנגר מוצגים מטוסי קרב מתחילת עידן הסילון ומשנות ה-60 וה-70' דוגמת: וומפיר, מטאור, האנטר, פאנטום, מיג-21, ג'ולין וטורנאדו, וכן מסוק ווסטלנד לינקס.

האנגר 5 מתנהלת פעילות לשיפוץ ושיקום מטוסים היסטוריים למצב שיאפשר את הצגתם במוזיאון. ראינו שם היינקל He 162 ששיקומו כבר הסתיים, ומפציץ הנדלי פיג' ויקטור בתהליכי שיפוץ. ברחבה החיצונית ליד ההאנגרים האלה, בסמוך לגדר המפרידה את מסלול ההמראה בשדה התעופה, חונים שמונה מטוסי נוסעים מפאר היצירה ההיסטורית של תעשיית המטוסים הבריטית אחרי מלחמת העולם השנייה. אלה כוללים: אייספייד אמבאסאדור, ויקאונט, הראלד, בריטניה, טריידנט, 1-11, סופר VC-10 ובריטן-נורמן טריילנד.

בקצה המרוחק של מתחם המוזיאון נחנך בשנת 1997 האנגר 7, המרכז תצוגה של מטוסי חיל האוויר האמריקני. המבנה ותכולתו שופצו וחדשו בין מארס 2015 למארס 2016, וכיום הוא כולל 18 כלי-טיס בתצוגה צפופה ביותר. המוצג העתיק ביותר הוא שחזור של מטוס הקרב הדו-כנפי ספאד S-13 ממלחמת העולם הראשונה. ניתן לראות שם חמישה מפציצים גדולים ממלחמת העולם השנייה ואחריה – B-17G, B-24M, B-25J, B-29, B-52; שישה מטוסי קרב ותקיפה – P-47D ת'אנדרבולט, P-51D מוסטנג, F-4J פאנטום, F-15A איגל, F-111 ו-A-10; שני מטוסי ביון מפורסמים – U-2C ו-SR-71; מטוס התובלה C-47A; שני מטוסי אימון – PT-17 ו-AT-6D; ומסוק UH-1H.

זארנו לביקור בדאקספורד ב-19 ביולי 2018, שש שנים לאחר ביקורנו הקודם שם ביולי 2012. רוב התמונות כאן הן מהביקור האחרון.

שלוחת מוזיאון המלחמה האימפריאלי בשדה התעופה דאקספורד ליד העיר קיימברידג' במזרח אנגליה (כ-90 ק"מ מצפון למרכז לונדון) הפכה לאחד הגדולים מבין מוזיאוני התעופה בבריטניה, עם אוסף מרשים של קרוב ל-100 מטוסים ומסוקים צבאיים ואזרחיים יחד עם מגוון טילים ואמצעי חימוש.

המוזיאון נפתח לראשונה ב-1976 באתר ששימש שדה תעופה צבאי של חיל האוויר המלכותי עד 1961. במשך השנים נוספו בו האנגרים חדשים והתצוגה הורחבה במידה ניכרת. כיום מרוכזת התצוגה בשישה האנגרים גדולים הפרוסים על שטח נרחב. שדה התעופה נותר פעיל לשימוש של חובבי טיס, וניתן לראות בו מטוסים היסטוריים רבים שמוחזקים בכושר טיסה. המקום משמש גם למפגנים אוויריים גדולים, הנערכים מספר פעמים בשנה.

האנגר 1, הנקרא AirSpace, הוא הגדול ביותר בדאקספורד. מרוכזים בו 28 מטוסים ומסוקים מתקופות מוקדמות ומאחרות במאה ה-20, אזרחיים וצבאיים גם יחד. התצוגה צפופה מאוד, תוך ניצול מרבי של שטח המבנה. הצפיפות הוכתבה מהרצון להכניס מטוסים גדולים במיוחד, דוגמת: מטוס הנוסעים העל-קולי קונקורד (מטוס הקדם-סדרה 101 שרשימו G-AXDN), המפציץ אוורו לנקסטר, ספינת הטיס שורט סאנדרלנד, מטוס הנוסעים הסילוני דה-הוולנד קומט 4, המפציץ הסילוני אוורו וולקאן B2, מטוס הנוסעים והתובלה אוורו יורק (שפותח מן הבלנקסטר), ומטוס התובלה הצבאי הנדלי פיג' הסטינגס. המוצגים העתיקים ביותר בהאנגר 1 הם שני מטוסי קרב מתקופת מלחמת העולם הראשונה – RE8 ו-DH9.

האנגר 2 מאוחסנים מטוסים היסטוריים צבאיים מתקופת מלחמת העולם השנייה שנשמרים בכושר טיסה. מצאנו שם שני מטוסי היספאנו HA-1112 (גרסה ספרדית של המסרשמיט 109 הגרמני), TF-51D מוסטנג אמריקני, קרטיס הוק H75 אמריקני, פיאט C.R.42 איטלקי, הוקר נימרוד דו-כנפי בריטי, ועוד.

האנגר 3 מציג מטוסים צבאיים תחת הכותרת "אוויר וים". בחלקו האחורי מוצגים מטוסים ומסוקים שהופעלו מסיפון נושאות מטוסים של הצי המלכותי יחד עם TBM אוונג'ר אמריקני המייצג את מטוסו של הנשיא המנוח ג'ורג' בוש משנת 1944. בחלקו הקדמי של האנגר מוצגים מטוסים דו-כנפיים וחד-כנפיים של חיל האוויר המלכותי מהמחצית הראשונה של המאה ה-20, דוגמת DH9, הוקר נימרוד,

חלק מהתצוגה הצפופה בהאנגר 1. מאחור: מטוס הקדם-סדרה של הקונקורד. במרכז: המפציץ הסילוני וולקאן B2. מלפנים: מטוס הקרב העל-קולי לייטנינג F1.





מבטים חלקיים על התצוגה הצפופה בהאנגר 1. בקדמת התמונה העליונה: מטוס התובלה הצבאי הסטינגס C1A. מאחוריו נראה מטוס הנוסעים הסילוני קומט 4 של BOAC. תלוי ממעל: הארייר GR3. בקדמת התמונה התחתונה: המפציץ לנקסטר. מאחור נראים ספינת הטיס סאנדרלנד (מימין) והמפציץ וולקאן B2 (באמצע).





מטוסים מקוריים מתקופת מלחמת העולם הראשונה

**BE2c**: מטוס הסיור הדו-כנפי והדו-מושבי הזה יוצר בשנת 1915 במפעלי **Royal Aircraft Factory**. הופעל במסגרת מספר טייסות של חיל האוויר המלכותי בבריטניה. הוצא משירות במאי 1919 בעקבות נחיתת חירום.

**RE.8**: מטוס סיור דו-כנפי ודו-מושבי חמוש מתוצרת **Royal Aircraft Factory**.

מטוס זה נמסר לחיל האוויר המלכותי באוקטובר 1918. נשלח לחזית הלחימה בצרפת, אך עקב סיוס המלחמה הוחזר לבריטניה. הועבר למוזיאון המלחמה האימפריאלי ב-1935. ניזוק בתקיפה גרמנית על בניין המוזיאון ב-1943 או 1944. תוקן בשנת 1949 והוחזר לתצוגה במוזיאון בלונדון. הועבר לדאקספורד ב-1974.



**F2B פיטר**: מטוס קרב דו-כנפי ודו-מושבי מתוצרת מפעלי **בריסטול**.

מטוס זה נכנס לשירות חיל האוויר המלכותי בספטמבר 1918 והוטס עד אפריל 1920. הועבר למוזיאון המלחמה האימפריאלי בשנת 1923, ולאחר מכן הוצג גם במוזיאון המדע בלונדון. לאחר שיקום ושיפוץ הוחזר למוזיאון המלחמה האימפריאלי ב-1953.

דה **הווילנד DH9**: המפציץ הראשון שפותח בבריטניה בתקופת מלחמת העולם הראשונה לביצוע תקיפות על מטרות בגרמניה, בעל כושר נשיאה של 209 ק"ג פצצות וחמוש בשני מקלעים להגנתו.

ה-**DH9** פותח במקורו על-ידי חברת **Airco**. מטוס זה יוצר בשנת 1917 במפעלי הרהיטים **Waring and Gillow** בלונדון. יועד לשמש כמטוס הדרכה בטייסת 110, אך לא נכנס לשירות בסופו של דבר ואוחסן בתחילת שנות ה-30' הועבר לתצוגה בהודו. הוחזר בשלב מסוים לבריטניה והוכשר לתצוגה בתצורתו המקורית.





הקרב על בריטניה, האנגר 4

מסרשיט **Bf 109E-3**: מטוס קרב זה של הלופטוואפה הופל על-ידי מטוסי הוריקן של חיל האוויר המלכותי ב-30 בספטמבר 1940 וביצע נחיתה גחון בשדה בסאקס.

יותר מ-10,000 פצצות מעופפות מסוג **V-1** שוגרו על-ידי הגרמנים נגד בריטניה בשנים 1944-45. רבות מהן הושמדו באש נ"מ או שירתו על-ידי מטוסי קרב, אך יותר מ-3,000 פגעו בלונדון ובערים בריטיות אחרות וגרמו ליותר מ-6,000 הרוגים. הפצצה המעופפת פותחה על-ידי חברת **Fieseler**. הדגם הבסיסי **Fi-103A-1** שוגר במשקל 2,200 ק"ג, כשהוא נושא ראש קרבי עם 850 ק"ג חומר נפץ ו-610 ליטר דלק סילוני. אמצעי ההנעה היה מנוע מהוד-סילון (pulse-jet) פשוט. מהירות השיט המרבית הגיעה ל-670 ק"מ/ש, והטווח המרבי היה 200 עד 210 ק"מ. הפצצה המעופפת לא הצטיינה בדיוק פגיעה גבוה, עם שגיאה מעגלית מסתברת של כ-13 ק"מ.



**Cierva C30A**: כלי-טיס מסוג אוטוג'ירו, המצויד ברוטור ראשי הסובב בחופשיות בטיסה ליצירת עליו, במקום כנף קבועה. הדחף לטיסה נוצר על-ידי מנוע בוכנה רגיל עם מדחף בחרטום. מתאפיין בכושר המראה ונחיתה קצרה ביותר, וביכולת לטיסה איטית. ה-**C30A** יוצר בבריטניה ברישיון על-ידי חברת **A V Roe & Co (Avro)**. תריסר כלי-טיס סופקו לחיל האוויר המלכותי בשנים 1934-35 תחת הסימון **Avro 671 Rota Mk 1**. בתקופת מלחמת העולם השנייה שימשו מטוסי ה-**C30A** לכיול ובדיקת שרשרת תחנות המכ"ם לאורך חופי בריטניה, שסיפקו התראה מוקדמת מתקפות של מטוסים גרמניים החל מקיץ 1940. כלי-זה נבחר למשימה בזכות יכולתו לטוס במעגלים הדוקים. טייסת כיול המכ"מים פעלה מדאקספורד החל מיולי 1940 עד אפריל 1942. **C30A** זה הופעל בחיל האוויר המלכותי בסימון הצבאי **HM580**, ולאחר המלחמה הוטס בבעלות פרטית תחת הרישוי **G-ACUU**.





### מטוסים ומסוקים בהאנגר 3

בתמונה העליונה (משמאל לימין):  
מטוס הקרב הימי הוקר נימרוד II,  
ספיטפייר Vb והוריקן XIII.

למעלה: סי הוק (מימין) וסי ויקסן.

משמאל: בוקאניר S2B.

למטה: מסוקי ווסטלנד סי קינג  
HAS6 ו-HAS1 רווספ.





התצוגה בביתן האמריקני (האנגר 7) צפופה ביותר. למעלה, תלויים מהתקרה: F-15A איגל, A-10A ת'אנדרבולט II, PT-17 קייט דורכנפי, ושחזור של הספאד S-13 הדורכנפי מתקופת מלחמת העולם הראשונה. על הקרקע נראים ה-B-52D סטראטופורטרס הענקי ו-F-4J פאנטום של חיל הים האמריקני.

בתמונה התחתונה, תלויים מהתקרה: C-47A סקייטריין, B-25J מיטשל, U-2C (המטוס השחור מאחור), F-15A איגל, ו-AT-6D טקסן (משמאל). על הקרקע חונה B-24M ליברטור, ומאחוריו מציץ זנבו של ה-B-29 סופרפורטרס (מסומן ב-Y).



## המוזיאון בדאקספורד



**איירספיד אמבאסאדור:** מטוס להטסת נוסעים ומטענים, שיוצר ב-1952. הופעל בחברת BEA עד 1958. ב-1960 נמכר לחיל האוויר המלכותי הירדני. מפברואר 1963 עד אוקטובר 1971 טס בשירות חברת Dan Air הבריטית. ב-1986 הועבר לדאקספורד, ולאחר תהליך שיקום ארוך הוצג ביולי 2015 ברחבה החיצונית.

**ויקס וייקאונט 701:** מטוס נוסעים עם 63 מושבים, בעל ארבעה מנועי טורבו-מדחף, שיוצר בשנת 1952. זהו השני בסדרת הייצור של הווייקאונט. החל את שירותו בחברת התעופה British European Airways בפברואר 1953, והמשיך לשרת בחברות בריטיות אחרות עד אפריל 1972. הועבר לדאקספורד ב-1976, ומוצג ברחבה החיצונית מאז 1986.



**הנדלי פייג' הראלד 201:** מטוס נוסעים עם 56 מושבים, בעל שני מנועי טורבו-מדחף, שיוצר בשנת 1963. הופעל בשירות מספר חברות תעופה בריטיות, שהאחרונה מביניהן הייתה Air UK – מינואר 1980 עד יולי 1985. לאחר הוצאתו משירות הועבר לדאקספורד.

**מימין: הוקר סידלי טריידנט 2E,** שנכנס לשירות BEA ביולי 1968. הוצא משירות במארס 1982 וכעבור שלושה חודשים הועבר לדאקספורד.



**למטה: בריסטול בריטניה 312** של חברת התעופה מונארך, ובריטון-נורמן טריילנדר של חברת אוריני.



## המוזיאון בדאקספורד



מטוסים בכושר טיסה  
בהאנגר 2

משמאל: שני מטוסי היספאנו  
HA-1112-M4L בושון – גרסה  
ספרדית של המסרשמיט Bf 109G,  
שיוצרה ב-1958 עם מנוע רולס-רויס  
מרלין.

קרטיס-רייט P-40F וורהוק: מטוס  
קרב שיוצר ב-1942, אשר הופעל על-  
ידי חיל האוויר האמריקני בזירת  
האוקיינוס השקט.

זהו אחד משני מטוסי הוורהוק  
היחידים שנותרו בעולם בכושר  
טיסה. שיקומו והכשרתו לטיסה  
הושלמו בשנת 2011.



פיאט C.R.42 פאלקו: מטוס קרב  
איטלקי דו-כנפי, חד-מושבי, שפותח  
לפני מלחמת העולם השנייה.  
צבוע כפי שנראה אחד ממטוסי חיל  
האוויר האיטלקי בשנת 1940, אך  
זהו שיקום של מטוס שהופעל על-  
ידי חיל האוויר המלכותי השוודי  
(שם סומן J-11), אשר התרסק ב-  
1941. שברי המטוס חולצו בשנת  
1983, ומלאכת השיקום הושלמה רק  
בשנה שעברה.

נורת' אמריקן TF-51D מוסטנג:  
מטוס קרב ארוך-טווח מתקופת  
מלחמת העולם השנייה, ששימש  
בעיקר לליווי מפציצים מדגמי B-17  
ו-B-24 בגיחות הפצצה באירופה  
הכבושה.

מטוס זה יוצר בשנת 1944 והופעל  
גם במלחמת קוריאה. שיקומו החל  
ב-1999 והוא הוסב לתצורה דו-  
מושבת. צבוע כמטוס של טייסת  
הקרב ה-84 בקבוצת הקרב ה-78  
של חיל האוויר האמריקני, שפעלה  
מדאקספורד ב-1945.





ההמשך לזהב, וחושפים את התהליך הארוך של פיתוח ההרון עד להשגת ההצלחות בשוק הבינלאומי.

מטרתם העיקרית של המחברים הייתה להנציח את האנשים שעסקו במלאכה. הם מזכירים עשרות דמויות של עובדי תע"א ומנהלים שתרמו למאמץ ולהצלחות, כאשר אחת הבולטות מביניהם הוא מהנדס האווירונאוטיקה נפתלי הורוביץ, שזים והוביל רבים מן הפיתוחים פורצי הדרך החל מראשית הפעילות בסוף שנות ה-70 ועד פרישתו לגמלאות לפני שנים ספורות. (הורוביץ מוכר לקוראי "ביעף" הוותיקים כחבר מערכת שהופקד אצלו על תחום הטיסנות).

הספר המרתק חושף את אחורי הקלעים של פעילות הכטב"מים בתע"א ויש בו גילויים רבים שלא נודעו עד כה. הוצאת קונטנטור-נאו – המתמחה בפרסום ספרי זיכרונות, כמו ספרו של משה אורטגו-סאנצ'ס אותו סקרנו ב"ביעף" 134 – עשתה אמנם מאמץ לשכתב את התמליל הראשוני של הכותבים המקוריים בעזרתו של רמי רוטהולץ ולנפות שגיאות לשוניות, אך התוצאה אינה מושלמת. היה עליהם למתן את שפת הדיבור של המרואיינים ולהמיר מילות סלנג בסגנון ספרותי יותר. חיסרון בולט נוסף בספר הוא האיכות הגרועה של התמונות המודפסות – עם קצת מאמץ בעבודת פוטושופ ניתן היה להשיג איכות משופרת בהרבה.

ניתן לרכוש את הספר במחיר הנחה על-ידי פנייה לד"ר דוד הררי בדוא"ל:

doudyharari03@gmail.com

את המערכות והפלטפורמות תיארו בצורה די מקיפה, ולעתים גם התאפשר לנו לדווח (במגבלות הצנזורה) על מספר לקוחות זרים שמפעילים כטב"מים מתוצרת התע"א. אולם התמונה לא הייתה שלמה. לא יכולנו לפרט מיהם המהנדסים שהובילו את תוכניות הפיתוח של הכטב"מים, מי יזם ודחף בכל כוחו את הפרויקטים, איזה קשיים התעוררו בדרך וכיצד התגברו עליהם, מי הצליח לענות על דרישות מבצעיות דחופות ובאילו דרכים, כיצד הושגו בעולם, ושאלות אחרות על אחורי הקלעים של ההתפתחויות ההיסטוריות.

על רבות מן השאלות האלה עונים יאיר דובסטר, ד"ר דוד הררי ומיכאל שפר בספרם הצנוע על האנשים שמאחורי פיתוח הכטב"מים בתע"א. המהנדסים הררי ודובסטר והטכנאי שפר היו בין חלוצי פיתוח הכטב"מים. ד"ר הררי היה המנהל הראשון של מפעל מלט בתע"א, בעוד דובסטר ושפר ניהלו את הפעילויות המרכזיות של מפעל מלט במשך שנים רבות.

הספר פותח בתיאור הרקע המלחמתי שהוליד את רעיון המזל"ט בתקופת מלחמת ההתשה בתעלת סואץ, והצורך שגבר אחרי מלחמת יום הכיפורים. מתוארים שלבי הפיתוח של הסקאוט וטבילת האש שלו במלחמת לבנון הראשונה. בפרקים הבאים מתארים המחברים את הסיפור שלא פורסם על החדירה לשוק האמריקני עם מערכות הפינוי וההאנטר ועל הצלחות השיווק למדינות נוספות. הם מספרים על מערכת הסרצ'ר (חוגלה בחיל האוויר) כדור



**האנשים שמאחורי המל"ט – כיצד הפכה ישראל למעצמת כלי טיס לא מאוישים**  
מאת יאיר דובסטר, דוד הררי ומיכאל שפר  
הוצאת קונטנטור-נאו, 2018  
190 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 88 ש"ח.

הקוראים הוותיקים של "ביעף" יכלו להתעדכן מאז 1979 על התפתחות תחום כלי-הטיס הבלתי מאוישים (כטב"מים) בתעשייה האווירית לישראל (תע"א), בהתבסס על המיזעור הרשמי שאושר לפרסום לאורך השנים. ב-40 השנים שחלפו מאז דיווחנו בהרחבה על כל הפרויקטים הבלתי מסווגים – החל מהסקאוט (שנודע בחיל האוויר בשם זהב), שנחשף לראשונה בסלון האווירי בפאריס ביוני 1979 (אותו תיארו ב"ביעף" 32 וב"ביעף" 33), והמשך בפיוניר, אימפקט והאנטר שפותחו עבור לקוחות זרים. בשנים מאוחרות יותר דיווחנו גם על הסרצ'ר לדגמי השונים, המחץ (שהפך להרון 1 ושנודע בחיל האוויר בשם שובל) ולבסוף גם ההרון TP הגדול (שמכונה איתן בחיל האוויר). בנוסף לאלה תיארו גם את המיני-כטב"מים שפיתחה התע"א בשנות ה-2000, ביניהם BirdEye, I-View, פנתר (ברדלס) ועוד.

להשאל לחיל האוויר העיראקי חמישה מטוסי דאסו סופר-אטנדר. אלה הופעלו בין השנים 1983-1985 מצוידים בטילי אוויר-ים אקזוסה וגרמו נזק רב, במיוחד בתקיפת מכליות נפט בנמלי איראן. סיפור רכישתם והפעלתם כלול אף הוא בספר.

הספר משופע ביותר מ-200 צילומים, רובם ככולם מקוריים שלא פורסמו קודם לכן, יחד עם מפות ומסמכים מקוריים. נכללות טבלאות המפרטות את המטוסים שנרכשו (לא כולם נמסרו, חלקם מאוחסן בצרפת), האבדות בתאונות ובקרבות אוויר מול חיל האוויר האיראני, והפלות של מטוסי חיל האוויר האיראני בעת מלחמת עיראק-איראן.

הפרק העשירי בספר מוקדש לבוני דוגמטוסים, שנהנים משרטוטים מדויקים ומפורטים, בנוסף ל-70 פרופילים צבעוניים המשובצים לאורך פרקי הספר. מכיוון שלא קיימים בשוק קיטים של מיראז' F.1 עיראקי, מובא פירוט של קיטים של תת-דגמים אחרים הניתנים להסבה.

ייחודו של הספר בשפע הפרטים, במקורות המהימנים ובצורת העריכה האטרקטיבית. הספר מומלץ לכל המתעניינים בתולדות חילות האוויר הערביות בכלל, ובפעילות המבצעית של ה-F.1 בפרט, שחווה בשירותו בחיל האוויר העיראקי היקף משימות גדול יותר מבכל מדינה אחרת שהפעילה מיראז'ים כאלה.

את הספר הזה סקר ד"ר נעם הרטוך

העיראקים התעניינו תחילה במיראז' 5, ומגיעים עם חברת דאסו החלו כבר בתחילת 1968, אך לא הגיעו לכדי מימוש (מטוסים) מדגם זה הושאלו לעיראק על-ידי המצרים בעת מלחמת עיראק-איראן).

ראש ממשלת צרפת ז'אק שיראק, בעת ביקורו בבגדד בדצמבר 1974, העלה שוב את האפשרות למכור מטוסי קרב לעיראקים וחודשו המוּגעים עם דאסו, הפעם לרכישת הדגם המתקדם F.1.

בסך הכול נרכשו 120 מטוסים, מתוכם 105 חד-מושביים (F.1EQ) ו-15 דו-מושביים (F.1BQ), כשהראשונים החלו להגיע בינואר 1981.

הספר פותח בתיאור פיתוחו של המטוס ובפריסת חיל האוויר העיראקי בראשית שנות ה-80, ממשך בתיאור קליטת המטוסים ושילובם במערך היירוט של החיל, ומאוחר יותר בהסתם למשימות תקיפה. המחבר מתאר את מעורבותם במלחמת עיראק-איראן ובמלחמת המפרץ מול הקואליציה האמריקנית, ולבסוף את דעיכתם ההדרגתית במערך הקרב העיראקי. 71 מטוסים אבדו בתאונות ובפעולות קרביות, ו-24 מטוסים הוברחו לאיראן, שם נותרו ושובו בחיל האוויר האיראני. עד לשנת 2003 נותרו בעיראק רק 16 מטוסי F.1 פעילים בשתי טייסות מוקטנות. באפריל אותה שנה נסגרו סופית מערך המיראז'ים העיראקי.

כדי לסייע לעיראקים במלחמתם נגד איראן, ובמיוחד בהשמדת כלי-שיט, הסכימו הצרפתים

## Iraqi Mirages in Combat – The Story of the F.1EQ in Iraq 1981-2003

by Miguel Garcia

Old Iraqi Army Archive, 2018



230 עמ' בכריכה רכה. המחיר באמזון: 35 דולר.

הופעתו של ספר חדש על חילות האוויר הערביים היא מאורע די נדיר, במיוחד כשתוכנו מבוסס על חומרים רשמיים ושותפים לו אנשי חיל האוויר העיראקי "הישן" – זה שהושמד רובו ככולו במלחמת המפרץ השנייה.

נצחונו המרשים של חיל האוויר הישראלי במלחמת ששת הימים, בו כיכב המיראז' III, נטע בלב רבים מבין מפקדי חילות האוויר הערביים את התחושה שהמיראז' עדיף על המיג-21 בו צוידו חילות האוויר של מצרים, סוריה ועיראק, והחל מסע רכש נרחב.

עוד לפני המלחמה נחתם הסכם עם לבנון – שכשלה בהפעלת המיראז' III ונאלצה להוציא משירות זמן קצר לאחר קליטתו. אחריה הצטרפו ירדן, לוב, מצרים ועיראק למועדון מטיסי המיראז'ים, מהדגמים המאוחרים יותר F.1-5, כאשר מצרים אף רכשה את המיראז' 2000.