



# ביעור

## תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית



- נפתחה טייסת F-35A אדיר שנייה
- נחשף מטוס "כנף ציון" להטסת ראשי המדינה
- מטוסים אזרחיים שנוספו בישראל ב־2019
- משה ארנס: פעילותו בתחומי האווירונאוטיקה
- חדשות התעופה והחלל בישראל ● ספרים ביעף

## התוכן

### חדשות ביעף:

- 3 ..... חיל האוויר: טייסת אדיר שנייה; תרגיל בלו פלג
- 7 ..... תעשיות ביטחוניות: בואינג 767 להטסת ראשי המדינה; ייצור מטוסי G280
- 8 ..... כטב"מים: בלובירד WanderB, אלפא 800, כיפת כטב"ם
- 10 ..... ישראל בחלל: לוויין תקשורת לאומי דרור 1; שוגר דוכיפת 3
- 11 ..... מטוסים חדשים בישראל
- 14 ..... כלי-טיס שנמכרו או קורקעו; סוף עידן ה-747 באל-על
- 16 ..... תאונות טיסה ב-2018 וב-2019
- 19 ..... תנועת הנוסעים בנתב"ג בשנת 2019
- 20 ..... חילות אוויר במזרח התיכון
- 21 ..... קשרי התעופה בין ישראל לאוסטרליה 1948-2020 – ד"ר נעם הרטוך

### שדות תעופה בישראל:

- 23 ..... שדה התעופה הרצליה נקרא על שמו של מודי אלון
- מטוסי ערבה בשירות צבאי ואזרחי – עדכון:
- ערבה "כוכב חמה" בשירות חיל האוויר הישראלי;
- 25 ..... תמונת הבטיחות העגומה של מטוסי הערבה
- זכות ראשונים: חלוצי הטיכון האווירונאוטי בישראל
- 26 ..... משה ארנס: פעילותו בתחומי האווירונאוטיקה – בן קשלס
- הטיסה המבצעית הראשונה של מזל"ט ישראלי בעורף האויב –
- 32 ..... נפתלי הורוביץ מספר על "מבצע טיסן" מיולי 1969
- 36 ..... ספרים ביעף

**בשער:** מטוס הבואינג 338ER-767 שמכונה כנף ציון, אשר הוסב בתע"א לשמש כמטוס ראשי המדינה, ממריא מנתב"ג לטיסת מבחן ראשונה ב-3 בנובמבר 2019, על רקע מגדל הפיקוח.

## דבר העורך



כהרגלנו מדי תחילת שנה, הגיליון הראשון לשנת 2020 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; מה היו התאונות החמורות ביותר שבהן נמחו כלי-טיס; בכמה גדלה תנועת הנוסעים הבינלאומית בנתב"ג ומיהן חברות התעופה שהובילו בכמות הנוסעים שהטיסו. אחת המגמות הבולטות ב-2019 הייתה המשך חידוש צי מטוסי הנוסעים הגדולים של חברות התעופה הישראליות. תהליך זה כלל את הוצאתם משירות של אחרוני מטוסי ה-767 וה-747 באל-על, במקביל לקליטתם של מטוסי דרימליינר חדשים.

בתחום התעופה הכללית בישראל נמשך הדשדוש, לאור סגירת שדה דב בתל-אביב ומצוקת מקומות החנייה למטוסים בשדה התעופה הרצליה. בשנה החולפת נרכשו רק שישה מטוסים קלים חדשים, ומטוס הצנחה חדש החליף מטוס קודם שהוחזר לחו"ל. גם התעופה הזעירה והספורטיבית התמתנה מאוד בהשוואה לשנים קודמות, כאשר נרכשו רק שמונה כלי-טיס חדשים בשנת 2019.

בתחום התעופה הצבאית בישראל, חיל האוויר הצטייד בשנה החולפת בשישה מטוסי F-35A אדיר נוספים, ולאחרונה נפתחה טייסת האדיר השנייה בבסיס נבטים. לטענת מקורות זרים, מטוסי התקיפה החמקנים האלה פועלים בהצלחה רבה ברחבי המזרח התיכון.

יהודה בורוביק

**ביעף**  
תעופה וחלל

מהדורה אלקטרונית e150

שבט תש"ף – ינואר 2020

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

עורכי משנה: מאיר פדר

ד"ר נעם הרטוך

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

מחיר המינוי: 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 © 2020 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.



# טייסת אדיר שנייה נפתחה בבסיס נבטים



(צילום: עמית אגרונוב, חיל האוויר)

אדיר 909 הועבר מטייסת 140 לטייסת החדשה 116.



שני מטוסי האדיר הראשונים של טייסת 116. למעלה: אדיר 930 נוחת בנבטים ב-20 בנובמבר 2019. למטה: הדרכת סמל הטייסת על אדיר 932 לאחר נחיתתו בנבטים. (צילומים: עמית אגרונוב, חיל האוויר)



שני מטוסי ה-F-35A אדיר הראשונים עבור טייסת 116 אריות הדרום נחתו בבסיס נבטים בנגב ב-20 בנובמבר 2019. עם קבלתם, עלה ל-20 מספר מטוסי האדיר הנמצאים בשירות חיל האוויר. במהלך שנת 2019 נקלטו ארבעה מטוסי אדיר חדשים בטייסת 140 נשר הזהב – שניים ב-14 ביולי ושניים ב-15 בספטמבר. טייסת האדיר השנייה 116 נפתחה ב-16 בינואר השנה. תהליך ההקמה נמשך כשנה, ובמסגרתו גויסו צוותי אוויר וצוותי קרקע לגף הטכני – חלקם מטייסת 140 והאחרים מיחידות שונות בחיל. באפריל 2019 נחנך המבנה הראשון של הטייסת, שמהווה תחילה בית לצוות ההקמה ובעתיד ישמש כמבנה של הגף הטכני בטייסת. באותו מעמד נחשף סמלה החדש של טייסת 116 והוענק לחברי צוות ההקמה על-ידי מפקד בסיס נבטים.



**אריות הדרום** החדשה ממשיכה את המורשת של טייסת 116 ההיסטורית, שנקראה תחילה **הכנף המעופפת**. 116 הוקמה במקורה בבסיס תל-נוף בפברואר 1956 עם מטוסי **מוסטנג**, אותם הפעילה מבצעית במבצע קדש. במחצית השנייה של 1959 פעלו במסגרתה גם מטוסי **ההרווארד** המבצעיים מטייסת 140. הטייסת נסגרה בינואר 1961 עם הוצאתם משירות של **המוסטנגים**. היא נפתחה מחדש באוקטובר אותה שנה, כשהיא מצוידת במטוסי **דאסו מיסטר IVA**, והפעילה אותם עד מארס 1971. הטייסת ביצעה 278 גיחות במלחמת ששת הימים ועשרות גיחות במלחמת ההתשה. בפברואר 1971 החלה טייסת 116 להתארגן לקליטת מטוסי **A-4E סקיהוק**, שנקראו בישראל **עיט E**, ועם מטוסים אלה היא פעלה במלחמת יום הכיפורים. לאחר המלחמה קלטה הטייסת מטוסי **A-4N** חדשים יותר. באוקטובר 1983 עברה טייסת 116 עם מטוסי **עיט N** שלה מתל-נוף לכנף 28 בנבטים, והייתה בכך לטייסת הראשונה שפעלה מהבסיס החדש בנגב. הטייסת נסגרה באוקטובר 2002, וכעבור חמישה חודשים נפתחה מחדש כטייסת **נץ**, ששמה הוסב ל**מגיני הדרום**. היא קלטה את מטוסי ה-F-16A/B **הנגב** ברמון, שהועברו אליה מטייסת 253 **הנגב** ברמון, והפעילה אותם במשך כ-12 שנים. במאי 2015 ירדה **מגיני הדרום** מכשירות מבצעית, ובסוף אותה שנה נסתיימה גם הפעלת גף קורס אימון מבצעי מתקדם (קאמ"מ) בטייסת והיא נסגרה.





צילום: חיל האוויר

## ארבעה חילות אוויר זרים השתתפו בתרגיל "בלו פלג" הרביעי בעובדה

כלי-הטיס השונים ביצעו יחד תרגולים במתארים שונים במהלך עשרה ימי טיסה, שכללו 19 מטסי יום ולילה בשישה מתארים שונים. בתרגיל השתתפו לראשונה מטוסי **F-35A** חמקנים של ישראל ואיטליה, ובכך הוא הפך לחדשני והמתקדם ביותר שבוצע בישראל עד כה. את התרגיל הובילה מחלקת האימונים של חיל האוויר. טייסת 115 **הדרקון המעופף** עם מטוסי **F-16C ברק** הובילה את הכוח ה"אדום" והייתה אחראית על בניית והפעלת מתארי האויב. טייסת 133 **אבירי הזנב הכפול** עם מטוסי **F-15 בז** הובילה את הכוח ה"כחול" בתרגיל, מתדרכים יומיים ועד הובלת הכוחות המתרגלים באוויר.

התרגיל הבינלאומי **בלו פלג** (דגל כחול) התקיים זו הפעם הרביעית בבסיס עובדה בנגב, בין ה-3 ל-14 בנובמבר 2019. מלבד חיל האוויר הישראלי לקחו בו חלק חילות האוויר של איטליה, ארה"ב, גרמניה ויוון. כמרכז השתתפו כמשקיפים נציגים של חילות האוויר מבריטניה, הולנד, יפן, ספרד, צרפת וקוראטיה. בתרגיל השתתפו מטוסי קרב ישראליים וזרים משישה סוגים שונים, מטוסי בקרה אווירית, מטוסי תדלוק ותובלה, מסוקים ישראליים משני סוגים וכטמי"מים. סוללת **יהלום** (פטריוט) שהוצבה במקום דימתה ירי טילי קרקע-אוויר לעבר המטוסים.

למעלה: טיסת מבנה של מטוסי **טיפון**, **F-16C**, **F-35A** ו-**F-15** שהשתתפו בתרגיל. למטה: טייסים מחילות האוויר של איטליה, ארה"ב, גרמניה, יוון וישראל.



צילום: Kyle Cope, USAF





מטוסים ישראליים שהשתתפו בתרגיל: נחשון עיטם מטייסת 122 (למעלה), F-16I סופה מטייסת 201 (למטה מימין), ו-F-16C ברק מטייסת 117 (למטה משמאל).



כל הצילומים בעמוד זה: שי פינקלמן.



מטוסים ישראליים נוספים בתרגיל: F-15A בז של טייסת 133 (למעלה) ו-C-130J שמשון של טייסת 103 (למטה). שמשון 667 אינו נושא סמלים ישראליים כלשהם.





בין מטוסי הקרב הזרים שהשתתפו בתרגיל **בלו פלג** בעובדה היו שישה יורופייטר טייפון מכנף הקרב הטקטית ה-71 של חיל האוויר הגרמני (משמאל), ושישה מטוסים דומים מכנף הקרב ה-37 של חיל האוויר האיטלקי (למטה). האיטלקים הביאו לראשונה לתרגיל את מטוסי ה-F-35A החדשים שלהם מכנף הקרב ה-32 (בתמונה התחתונה), שהוטסו בעובדה לצד מטוסי האדיר המקבילים מטייסת 140 של חיל האוויר הישראלי.

הצילום משמאל: Luftwaffe.

שתי התמונות למטה: שי פינקלמן.







## הושלמה הסבתו של מטוס הבואינג 767 להטסת ראשי המדינה

"לבחון את כל ההיבטים הרלוונטיים לצורך רכישת מטוס להטסת ראש הממשלה ונשיא המדינה לחו"ל, במסגרת תפקידיהם, ובכלל זה ההיבטים הכלכליים, הביטחוניים, הנגישות וצרכי האבטחה".

ועדת גולדברג הגישה את מסקנותיה ב-22 באפריל 2014 וקבעה: "המצב הקיים היום בכל הקשור לנושא המטוס אינו יכול להימשך וראוי שיתוקן מיידית. לפיכך, ממליצה הוועדה על רכישת מטוס ייעודי בבעלות המדינה להטסת נשיא המדינה וראש הממשלה במסגרת תפקידם, כמקובל במדינות רבות בעולם. עמדת השב"כ אשר רואה 'חשיבות יתרה בכך שהמטוס ישמש לנסיעות אישים אלה בלבד, ולא ייעשה בו שימוש לביצוע משימות שוטפות אחרות, מקובלת על הוועדה. הוועדה ממליצה כי משרד הביטחון יפקד על מימוש הפרויקט... הוועדה ממליצה כי הפעלת המטוס שירכש תהיה באחריות חיל האוויר".

ב-1 במאי 2014 החליטה הממשלה לאמץ את עיקרי דו"ח ועדת גולדברג והטילה על משרד הביטחון להציג לקבינט המדיני-ביטחוני בתוך 60 ימים תוכנית לאפיון ורכש המטוס הייעודי ומערכותיו הנלוות.

ב-12 באוגוסט 2015 אישר הקבינט המדיני-ביטחוני תקציב של 729 מיליון ש"ח עבור המטוס, שכולל 393 מיליון ש"ח לרכישה והקמה ו-336 מיליון ש"ח לתפעול ותחזוקת המטוס למשך חמש שנים.

**כנף ציון** יופעל על-ידי חיל האוויר מבסיס נבטים בנגב במסגרת טייסת ייחודית. לטייסת זו יהיה גרעין צוותים קבוע קטן, שייעזר בטייסי מילואים עתירי ניסיון על **הבואינג 767**. המטוס יתוחזק על-ידי **התע"א**.

### מטוס אוסטרלי

לצורך הטסת ראשי המדינה נרכש מטוס משומש בן יותר מ-19 שנים. במקורו, נרכש מטוס זה **מבואינג** על-ידי חברת התעופה האוסטרלית **קוונטאס**, שהכניסה אותו לשירותה ביוני 2000 ברישום VH-OGV והפעילה אותו עד נובמבר 2013 (כולל תקופת החכרה ל-Australian Airlines מאוקטובר 2003 עד יוני 2006). המטוס נותר מקורקע באוסטרליה עד ינואר 2016, עת נרכש על-ידי חברת **Cargo Aircraft Management**, עבר לרישום אמריקני N376CM והוטס לארה"ב. מדינת ישראל רכשה את המטוס מהחברה האמריקנית, והוא הגיע לארץ בתחילת אוגוסט 2016.

### תהליך קבלת ההחלטות

ההחלטה לרכוש מטוס מיוחד להטסת ראשי המדינה נתקבלה בתהליך קפדני, לפי כל כללי המינהל הציבורי התקין.

ממשלת ישראל החליטה בדצמבר 2013 להקים ועדה ציבורית בראשות שופט בית המשפט העליון בדימוס אליעזר גולדברג, כדי

**התע"א** ערכה ב-3 בנובמבר 2019 טיסת מבחן ראשונה למטוס **הבואינג 767-338ER**, אשר הוסב בשלוש השנים האחרונות במוסכי **בדק מטוסים** והותאם לדרישות ההטסה של ראשי המדינה לביקורים בחו"ל. המטוס הכחול-לבן, שקיבל את סימון הרישוי הסמלי 4X-ISR (כאשר האותיות ISR הן קיצור של ישראל), נושא בצדי חרטומו את הכינוי **כנף ציון**, ובאנגלית: **Wing of Zion**.

לפי הודעת **התע"א**: "מטוס ראשי המדינה מכיל מערכות מתוחכמות אשר תוכנו, יוצרו והורכבו **בתעשייה האווירית** על מנת להתאימו לצרכים ולתפקוד הרצוף שנדרש ממטוס ראשי המדינה. המטוס יכול לטוס בטיסה רצופה ללא צורך בנחיתות ביניים עד לסין ויפן במזרח, וארה"ב או ברזיל במערב, ובתוכו מערכות קשר מתוחכמות ומוצפנות המאפשרות קשר רציף, מאובטח ומוצפן לראשי המדינה עם מדינת ישראל או מדינות אחרות. בנוסף, עונה המטוס על כל דרישות הביטחון והבטיחות המורכבות, המוכתבות מאופי משימתו".

**התע"א** אינה חושפת פרטים על סידורו הפנימי של המטוס. בחדשות 12 בטלוויזיה פורסם כי בקדמת המטוס ישנו חדר עבודה, אחרי חדר שניה עם מקלחת, מטבחון, חדר ישיבות וחמ"ל – שממנו, באמצעות מערכת תקשורת מוצפנת, ניתן לדבר עם גורמי הביטחון בישראל מכל מקום בעולם. בחלקו האחורי של המטוס ממוקמים עשרות מושבים בתנאים כמו במחלקת עסקים.



## התע"א סיפקה 31 מטוסי מנהלים חדשים בשנת 2019



מטוס ה-G280 מספר יצרן 2192 בטיסת מבחן בשמי נתב"ג ב-3 בנובמבר 2019. (צילום: מאיר פדר)

את הפעילות הזו בדצמבר 2014 לקבוצת **טריומף**, שקיבלה לשליטתה את המפעל בטולסה. אולם גם **טריומף** לא הצליחה להפוך פעילות זו לרווחית בתנאים שנקבעו בחוזה, והיא הודיעה באפריל 2019 על החלטתה לסיים את ההסכם עם התע"א.

כנפי ה-G280 יוצרו במהלך השנים הקודמות בארה"ב, והוטסו לארץ לצורך ההרכבה הסופית של המטוסים בתע"א. את הכנפיים יצרה בתחילה חברת **ספיריט איירוסיסטמס** במפעלה בטולסה שבאוקלהומה. מכיוון שייצור הכנפיים הסב ל**ספיריט** הפסדים כספיים, היא העבירה

במהלך שנת 2019 סיפקה התעשייה האווירית לישראל לגאלפסטרים 31 מטוסי מנהלים סילוניים מדגם G280 – שניים יותר מאשר בשנת 2018. המטוסים ה"ירוקים" (מספרי יצרן 2166 עד 2197, פרט ל-2191) הועברו למפעלי גאלפסטרים בארה"ב להשלמת עיצוב הפנים ולצביעה חיצונית, לפי טעמו של הלקוח.

חברת גאלפסטרים הודיעה ב-2 באוקטובר 2019 כי חיל האוויר הפיליפיני רכש ממנה מטוס G280 אחד, שיוסב למשימות מיוחדות של פיקוד ובקרה. המטוס נרכש דרך ממשלת ארה"ב במחיר כולל של 38.7 מיליון דולר, ויסופק בשנת 2020. מדובר ב-G280 מספר 2191, שקיבל את הרישום הישראלי הזמני 4X-WSA לצורך טיסות הניסוי עד שתושלם בתע"א הסבתו למשימות פיקוד ובקרה והוא יימסר ללקוח.

**התעשייה האווירית של קוריאה (KAI)** זכתה ביוני 2019 בחוזה בהיקף של 523 מיליון דולר לייצור הכנפיים של מטוסי ה-G280 עד לשנת 2030.

## בלוברד הציגה את המיני-כטב"ם WanderB

מטע"ד של עד 1.35 ק"ג. הוא מותאם לפעול ברום של עד 1,000 מטר, בטווח של יותר מ-50 ק"מ, ולשהות באוויר עד שעתיים וחצי. מהירות טיסתו בין 60 ל-120 ק"מ/ש. כלי-הטיס האוטונומי בעל ההנעה החשמלית מתאפיין בחתירת רעש נמוכה ביותר. ביכולתו לבצע משימות תצפית חשאיות באמצעות מטע"ד צילום מיוצב ביום ובלילה, ולפעול גם בסביבה ימית מסוימת.

קטנים, אשר מותקנים על מוט שמחובר לתחתית הכנף משני צידי הגוף. במקרה של ה-WanderB, מוטות אלה נושאים גם את יחידת הזנב של כלי-הטיס. את ה-ThunderB הממריא ונוחת אנכית, אשר הוצג בתערוכה בשנה הקודמת, תיארו ב"ביעף" e146 עם 13.

ה-WanderB, שמוטת כנפיו 3.1 מטר, ממריא במשקל מרבי של 13 ק"ג ויכול לשאת

חברת **בלוברד מערכות אוויריות** הציגה לראשונה את המיני-כטב"ם WanderB בתערוכה שליוותה את הכנס השנתי לכלים בלתי מאוישים (UVID), שארגנה קבוצת **ישראל דיפנס** במרכז הכנסים אווניו שבקריית שדה התעופה ב-7 בנובמבר 2019.

זהו הכטב"ם השני של **בלוברד** שמותאם להמראה ונחיתה אנכית באמצעות הוספת שני זוגות של מנועים חשמליים שמסובבים רוטורים

על הרצפה: ה-WanderB הממריא ונוחת אנכית. מעליו: ה-ThunderB הגדול יותר, מהדגם הרגיל שאינו ממריא ונוחת אנכית אלא מוזנק ממעוט.





## אלפא 800: מסוק זעיר בלתי מאויש מתוצרת ספרד



המסוק הזעיר אלפא 800 בתערוכה שליוותה את הכנס השנתי לכלים בלתי מאוישים ב-7 בנובמבר 2019.

יכול לפעול גם בתנאי מזג אוויר קשים ומשתנים עם גשם ורוח, ומותאם לנחיתה גם על גבי כלי-שיט ועל גבי משטחים ממונעים.

להרחיב את שיתוף הפעולה עם השוק ולספק לו בעתיד פתרונות נוספים עם טכנולוגיות מתקדמות". פרימן הדגיש, כי המסוק הזעיר

חברת Alpha Security & Defense מספרד הציגה בתערוכת UVID את המסוק הזעיר הבלתי מאויש אלפא 800, שכבר משווק בישראל.

המסוק הזעיר מצויד במנוע בנזין, נושא 3.6 ליטר דלק ושווה באוויר עד שלוש שעות. משקלו 14 ק"ג, וביכולתו לשאת מטע"ד צילום של עד 3 ק"ג. הוא מיועד לפעול אוטונומית או בניהוג מרחוק בטווח של עד 50 ק"מ עם בקרה מתחנה קרקעית, ויכול לטוס גם בסביבה שאין בה קליטת GPS.

**אלפא 800** ראשון נכנס לשימוש מינהל המרכז החקלאי במשרד החקלאות (מכון וולקני בבית דגן) בשנת 2016, לצורך מחקר שנועד לקדם עבודה חקלאית מדויקת יותר דרך שימוש במצלמות מיוחדות שבוחנות את השדה. הנושא עלה לכותרות בנובמבר אותה שנה, בעת ביקורו של ראש ממשלת רוסיה דמיטרי מדבדב במכון וולקני בישראל, כאשר שר החקלאות דאז אורי אריאל נתן את המסוק במתנה לרוסים. במקומו נכנס לשימוש מכון וולקני **אלפא 800** חדש.

עתה מעוניינת החברה הספרדית להרחיב את קשריה גם עם השוק הביטחוני בישראל. מייסד החברה ומנכ"לה, אריק פרימן, אמר בתערוכה כי "החברה, אשר פעלה בעבר בשיתופי פעולה שונים עם השוק בישראל, מעוניינת כעת

## רפאל הציגה מערכת ניידת נגד רחפנים



**רפאל מערכות לחימה מתקדמות** הציגה בתערוכת UVID כלי-רכב הנושא את מערכת Drone Dome (**כיפת כטב"ם**) לגילוי, זיהוי, נטרול והשמדה של רחפנים.

המערכת מהווה פתרון להגנה על כוחות מתמרנים נגד רחפנים, בזמן תגובה מהיר, בכל מזג אוויר.

**כיפת הכטב"ם** כוללת ארבעה מכ"מים קטנים מדגם **RPS-42** – ממשפחת המכ"מים ההמיספריים (שמכסים חצי כדור) של חברת **ראדא** הישראלית – המסודרים בצורה היקפית. כל אחד מהם מכסה 90 מעלות באזימוט ו-80 מעלות בהגבהה. יחד הם מסוגלים לגלות רחפנים ב-360 מעלות ממרחקים של 3 עד 5 ק"מ.

בנוסף, מותקן חיפוש אלקטרו-אופטי ליום וללילה מתוצרת **קונטרופ**, שמשועבד למכ"ם, אשר מסייע בזיהוי הרחפן ומעקב אחריו.

חיפוש תקשורת בתדירויות רדיו סורק את הסביבה, ומגלה ומזהה איומים פוטנציאליים; החיפוש מסווג את האיום, מתריע למשתמש ומאפשר נקיטת פעולות לנטרול האיום.

רכיב נוסף במערכת חוסם את אותות התקשורת והפיקוד לרחפן מתחנת הבקרה שלו, ומשבש את שידורי הווידאו מהרחפן למפעילו.

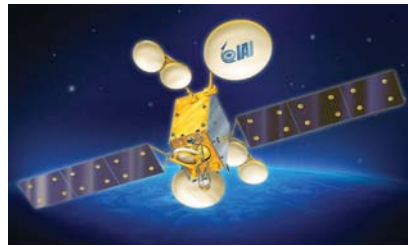
המערכת נגד רחפנים מופעלת על-ידי אדם אחד. **רפאל** שוקלת לשלב בה גם לייזר להשמדת רחפנים בקרן ממוקדת.

## התע"א תפתח ותבנה את לוויין התקשורת הלאומי דרור 1

התקשורת הבא של מדינת ישראל – לטובת יכולות התקשורת הלוויינית החיוניות שנדרשות למדינתנו. הבשלתו של הסכם זה משקפת שיתוף פעולה פורה עם משרדי הממשלה העוסקים בפעילות זו.

"בשנים האחרונות התע"א השקיעה תקציבי מחקר ופיתוח עצמיים ומאמצים רבים לשימור יכולות הלוויינות התקשורת בישראל ובפיתוח לוויין התקשורת העתידי. אנו שמחים לצאת לדרך עם **דרור 1** – לוויין התקשורת הישראלי המתקדם ביותר שנבנה אי-פעם בישראל, הכולל טכנולוגיות רבות כחול-לבן ובעל יכולות דיגיטליות מתקדמות ביותר.

"הסכם זה מביא לידי ביטוי את חזית הטכנולוגיה בתחום החלל ואת הידע, הניסיון והיכולות שנצברו לאורך עשרות שנים בתע"א לטובת כלל משתמשי הלוויין העתידיים במדינת ישראל".



התקשורת מהדורות הקודמים בסדרת **עמוס**. בהבדל מלווייני התקשורת הקודמים, **דרור 1** לא יופעל כנראה על-ידי חברת **חלל תקשורת**. שווי העסקה בין 190 ל-200 מיליון דולר. סמנכ"ל התע"א ומנהל חטיבת מערכות טילים וחלל, בועז לוי, אמר לאחר חתימת ההסכם: "**התע"א**, בית החלל של מדינת ישראל, גאה לפתח ולבנות את **דרור 1** – לוויין

התעשייה האווירית לישראל הודיעה ב-2 בינואר כי נחתם הסכם בינה לבין ממשלת ישראל לפיו תפתח החברה ותבנה את לוויין התקשורת הלאומי, שייקרא **דרור 1**. הסכם זה מיישם הלכה למעשה את החלטת הממשלה מספטמבר 2018 לקידום אסטרטגיה ארוכת טווח בתחום הלוויינות התקשורת בישראל – ראה "ביעף" e145 עמ' 5 (שם כונה הלוויין **עמוס 8**).

**דרור 1** מיועד לתת מענה לצורכי התקשורת הלוויינית של מדינת ישראל במשך כ-15 שנים. הלוויין מבוסס ברובו על טכנולוגיות שפותחו בתע"א, אשר כוללות מטע"ד תקשורת דיגיטלי מתקדם ויכולות "סמארטפון בחלל", המאפשרות גמישות תקשורתית לאורך כל שנות פעילותו בחלל.

הלוויין יפותח בחטיבת מערכות טילים וחלל במפעל **מבת** ביהוד, שם פותחו לווייני

## לוויין התלמידים הזעיר דוכיפת 3 שוגר מהודו

ינואר: **דוכיפת 3** עובד ומתפקד בחלל. השיגור עבר בהצלחה וכל תתי-המערכות מתפקדות. צוות תחנת הקרקע עומל שעות רבות כדי להפעיל את הלוויין ולהשתמש בו גם למתן שירות לחובבי רדיו ברחבי העולם, לייצב אותו בחלל ולהתחיל את משימתו המדעית לצילום וחקר כדור-הארץ.

לווייני **דוכיפת** משמשים פלטפורמה חינוכית, יישומית ומרתקת, המעודדת תלמידים ותלמידות נוספים להצטרף ללימודי מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה, ולימודי החלל בפרט. את הפרויקט מלווים מהנדסים מנוסים מתעשיית החלל ומהאקדמיה, המנחים את התלמידים ועוזרים להם לצבור ידע וניסיון.

על **דוכיפת 2** ששוגר באפריל 2017 ראה "ביעף" e139 עמ' 10. את **דוכיפת 1** ששוגר ביוני 2014 תיארו ב"ביעף" e129 עמ' 5.

אתגרים מדעיים וטכנולוגיים רבים, כמו תיכון וכתיבת תוכנה מוטסת לניהול מערכת הלוויין ולהפעלת משימתו המדעית, ניהול משאבי האנרגיה של הלוויין, מערכת התקשורת ועוד. אחד האתגרים הגדולים ביותר היה הצורך לייצב את הלוויין בחלל לצורך הצילומים, ולדאוג שהוא יישאר באוויר קבועה ובמסלול קבוע. בנוסף, נדרשו התלמידים לחשוב על פתרונות יצירתיים לקצב העברת נתונים המוגבל ברוחב סרט צר יחסית, ויצרו מנגנון לעיבוד תמונה על גבי הלוויין. המערכת בוחרת באופן אוטונומי את התמונות הרלוונטיות, ורק אז דוחסת ושולחת את התמונות לכדור-הארץ. בנוסף, נעזרו התלמידים במומחים בארץ ובעולם כדי לבנות מערכי תקשורת מתאימים ובנו תוכנות לניהול המידע על גבי הלוויין ובתחנת הקרקע.

מרכז המדעים הרצליה הודיע בתחילת

**דוכיפת 3**, הלוויין הזעיר השלישי שפיתחו תלמידים ישראלים, שוגר לחלל ב-11 בדצמבר 2019 באמצעות המשגר ההודי PSLV-C48, והוכנס למסלול נמוך בגובה של כ-550 ק"מ מעל פני כדור-הארץ. מטרתו העיקרית היא חישה מרחוק.

הלוויין, שעלותו נאמדת בכ-3 מיליוני שקלים, הוא פרויקט משותף של סוכנות החלל הישראלית במשרד המדע והטכנולוגיה, מרכז המדעים הרצליה, מועצה אזורית שער הנגב, עיריית הרצליה וקרן יק"א.

**דוכיפת 3** מורכב משלוש קוביות סטנדרטיות בגודל 10x10x10 ס"מ כך שגובהו 30 ס"מ, והוא שוקל כ-3.3 ק"ג. הלוויין מצויד במצלמה עם אלגוריתמים לעיבוד תמונה, והוא יוכל לנטר זיהומי קרקע ומים, זיהום אוויר, לעקוב אחרי יערות הגשם, התפתחות עירונית, אסונות אקולוגיים ועוד. יש לו יכולת טעינת תוכנה מהקרקע, ויהיה ניתן לשלוח לו פקודות באמצעות פיקוח מהקרקע.

כ-60 תלמידים ותלמידות מכיתות ט' עד י"ב – 50 מבתי ספר בהרצליה ועוד 10 מתיכון שער הנגב – השתתפו בשנתיים האחרונות בבניית **דוכיפת 3**. התלמידים מהרצליה ומשער הנגב קיימו מפגשי עבודה משותפים, וגם עבדו בשיתוף פעולה מרחוק. הם עבדו בצוותים על תיכון ופיתוח הלוויין, כתיבת התוכנה המפעילה אותו ובדיקתו, בהדרכתם של מנטורים מהתעשייה ומהאקדמיה. בנוסף, הכינו התלמידים את תחנת הקרקע במרכז המדעים בהרצליה לקראת תקשורת מלאה עם הלוויין לאחר השיגור, כשהוא מקיף את כדור הארץ מדי שעה וחצי במהירות של כ-8 ק"מ בשנייה. לצורך שלב הבנייה, הוקמו בשני בתי הספר שתי תחנות קרקע ושני חדרים נקיים לטיפול בחלקי הלוויין. הלוויין נדד בין שני בתי הספר, תקופה בהרצליה ותקופה בשער הנגב. במהלך הפיתוח, התלמידים התחלקו לצוותים, כך שכל אחד עסק בתחום שונה, בין אם מדובר בהעלאת תוכנה או בדיקת החומרה ועוד. במהלך עבודתם התמודדו התלמידים עם







איירבאס A321LR neo. צילום: מאיר פדר.

## 34 כלי-טיס נוספו ברישום הישראלי בשנת 2019



שני מטוסי הבואינג 787-8 הראשונים עם הגעתם לנתב"ג בנובמבר ובדצמבר. למעלה: 4X-ERA שנקרא רמת השרון. למטה: 4X-ERB שנקרא הוד השרון. (צילומים: יוחאי מוסי)



בשנה החולפת נוספו בישראל 34 כלי-טיס מסחריים, פרטיים וספורטיביים מסוגים שונים – אותו מספר כמו בשנת 2018 (ראה "ביעף" e146 עמ' 6-9).  
אנו מגישים להלן פירוט לפי סוגי כלי-הטיס, כפי שעשינו בשנים הקודמות.

### • תשעה מטוסי נוסעים סילוניים

4X-EDI/J/K/L/M: אל-על קלטה בשנה החולפת עוד חמישה מטוסי בואינג 787-9 חדשים, והשלימה ל-12 את מספר המטוסים מהדגם הזה בצי שלה. מטוסי דרימליינר אלה הגיעו לארץ במועדים הבאים: EDI, שנקרא הרצליה, ב-16 בינואר; EDJ, שנקרא כפר סבא, ב-4 באפריל; EDK, שנקרא אילת, ב-20 ביוני; EDL, שנקרא עכו, ב-14 ביולי; EDM, שנקרא ירושלים של זהב, ב-19 בספטמבר.

4X-ERA/B: אל-על קלטה לקראת סוף השנה שני מטוסים ראשונים מהדגם הקצר יותר 787-8, הכולל 238 מושבים בשלוש מחלקות (לעומת עד 282 מושבים ב-787-9). ERA שנקרא רמת השרון הגיע ב-29 בנובמבר, ו-ERB שנקרא הוד השרון הגיע ב-20 בדצמבר.

4X-AGN: ארקיע קלטה ב-12 ביוני את מטוסה השלישי מדגם A321-251NX מתוצרת איירבאס, שנקרא עפרה חזה. זהו הדגם ארוך-הטווח (LR) של ה-A321neo, שמסודר עם 220 מושבים, בדומה ל-4X-AGH/K.

4X-ISR: הבואינג 767-338ER המיועד להטסת ראשי המדינה קיבל רישום ישראלי ב-28 באוקטובר. אנו מקדישים לו כתבה נפרדת בגיליון זה.

### • מטוס מטען אחד

4X-ICD: קווי אוויר למטען (קא"ל) החלה להפעיל בפברואר מטוס מטען רביעי, מדגם 747-4EVF (ER). המטוס נרכש מחברת



מטוס המטען 4X-ICD של קא"ל נותר בצבעי Jade Cargo International הסינית. (צילום: זיגי)

Jade Cargo International הסינית, בדומה ל-4X-ICA. הוא הגיע לארץ ב-21 ביוני 2018 ונכנס לתהליך שיפוצים ארוך בתע"א, לפני שקיבל רישום ישראלי.

#### ● מטוס מנהלים סילוני אחד

4X-CML: ססנה 525B סייטישן ג'ט CJ3, ראשון מסוגו בישראל. המטוס, משנת ייצור 2007, נרכש מארה"ב ונרשם בארץ בסוף דצמבר.

#### ● מטוס הצנחה אחד

4X-DAN: מועדון הצנחה החופשית **הצנחניה** רכש בניו-זילנד במחיר של 1.87 מיליון דולר והביא לחיפה בסוף ספטמבר מטוס ייעודי להצנחה מדגם **P-750 XSTOL III**, מתוצרת **פאסיפיק איירוספייס**. המטוס, המצויד במנוע טורבו-מדחף **PT6A-34** בעל הספק של 750 כ"ס צירי, מוטס על-ידי טייס יחיד ויכול לשאת עד 17 צנחנים. הוא החליף את **הגראנד קאראווין 4X-CZC**, שהופעל על-ידי **הצנחניה** בחכירה בשלוש השנים הקודמות. הטייס הראשי של המועדון, ישראל צופים, מדגיש כי ה-**P-750** משתלם הרבה יותר להפעלה מאשר **הקאראווין** – הוא מאפשר לבצע שלושה יעפי הצנחה בשעה, לעומת שניים ב-**קאראווין**, עלויות התפעול שלו נמוכות יותר, ונדרשת תחזוקה כל 150 שעות טיסה, לעומת כל 100 שעות ב-**קאראווין**. ה-**P-750** מורשה להמריא במשקל מרבי של 3,400 ק"ג ולשאת מטען תכליתי (דלק ונוסעים) במשקל של עד 1,770 ק"ג. הוא יכול לטפס בשמונה דקות לרום ההצנחה של 11,000 רגל (3,350 מטר).

#### ● שישה מטוסים קלים

4X-DAF: חברת **פ.נ. תעופה (FNA)** מהרצליה רכשה באיטליה והביאה לראשונה לארץ מטוס **טכנאם P2010** בעל ארבעה מושבים, שנרשם באוגוסט.

4X-DAG: **פיפר PA-28R-180** ארו משנת ייצור 1968, שנרשם בפברואר.

מטוס ההצנחה **P-750 XSTOL III** שנרכש על-ידי מועדון הצנחה החופשית **הצנחניה** מהיצרן **פאסיפיק איירוספייס** בניו-זילנד.



למעלה: **טכנאם P2010** של **FNA** (צילום: ניב כהן). למטה: **פיפר PA-28R-180** ארו. (צילום: מאיר פדר).







ססנה 172R סקיהוק עם מנוע דיזל מסוג סנטוריון 2.0, שנרכש מיוון. (צילום: מיכה סנדר).

4X-DAL: ססנה 172R סקיהוק עם מנוע דיזל מסוג סנטוריון 2.0, שנרכש מיוון ונרשם באוגוסט.

4X-DAS: ססנה-ריימס F172P סקיהוק II משנת ייצור 1982, שנרשם בספטמבר.

4X-DAT: מטוס דר-מנועי מסוג דיאמונד DA42 NG טווין סטאר משנת ייצור 2006, שנרשם באפריל.

4X-DAX: ססנה T182T משנת ייצור 2008, שנרשם בנובמבר.



למעלה: ססנה-ריימס F172P סקיהוק II. למטה: דיאמונד DA42 NG טווין סטאר. (צילום: ניב כהן).

#### • מטוס היסטורי אחד

4X-AAH: נורת' אמריקן AT-6A הרוארד, שמשוקם ומוחזר לכושר טיסה אחרי עשרות שנות קרקוע. נרשם בנובמבר. המטוס שירת בחיל האוויר מ-1952 עד 1959 עם מספר הזנב 1173. לאחר הוצאתו משירות הועבר לבית הספר הולץ, וכעבור שנים הגיע למוזיאון חיל האוויר בחצרים.



מטוס הבריסטל החדש היה מעורב בתאונת נחיתה בשדה התעופה בחיפה ב-31 במאי 2019.

#### • שמונה מטוסים זעירים

4X-HLT/-OGY: שני מטוסי סאוונה S מתוצרת החברה האיטלקית I.C.P., שנרשמו ביולי ובאפריל.

4X-HPZ: טכנאם P92E, שנרשם במאי.

4X-HSA: בריסטל מתוצרת החברה הצ'כית BRM Aero, שנרשם בפברואר.

4X-HSE: איירופרו יורופוס 3K, שני מסוגו בישראל, שנרשם ביולי.

4X-HSJ: טרייק מסוג איירבורן XT-912 מתוצרת אוסטרליה, שנרשם בדצמבר.

4X-HYI: איירופראקט A32, שלישי מתוצרת החברה האוקראינית הזאת שהוא לישראל, שנרשם ביוני.

4X-OTT: BushCat מתוצרת החברה הדרום-אפריקנית SkyReach, חמישי מסוגו בישראל, שנרשם ביולי.



• שבעה מסוקים



המסוק MD 500E הובא לארץ על-ידי איירופאואר כתחליף ל-4X-BDJ שהתרסק. (צילום: מיכה סנדר).

4X-BEI: חברת איירופאואר האוסטרלית הביאה לארץ ביוני מסוק MD 500E (שסימונו המקורי יז 369E) משנת ייצור 1989, שהחליף את 4X-BDJ שנמחה בתאונה, בעבודות עבור חברת החשמל לישראל.

4X-BHM: רובינסון R44 ריוון II חדש, שנרשם באוגוסט.

4X-BHY: רובינסון R22 בטה משנת ייצור 2007, שנרשם ביוני.



למעלה: אחד משני מסוקי הבל 505 החדשים שנרשמו בארץ ב-2019. למטה: הסיקורסקי S-76C++ השלישי של להק תעופה, בעת הגיעו לחיפה ב-6 בדצמבר. (צילום: עידו רז).

4X-BHZ/-BIW: שני מסוקי בל 505 חדשים שיוצרו בקנדה, ראשונים מסוגם בישראל, שנרשמו בינואר ובספטמבר. זהו מסוק חדיש בעל חמישה מושבים, המצויד במנוע טורבינה סאפרן אריס 2R, שמפתח הספק מרבי של 505 כ"ס צירי בהמראה ו-459 כ"ס צירי בפעולה רציפה. מותקנת בו מערכת אוויוניקה מתקדמת מסוג גארמין G1000H. המסוק, שיכול לשאת מטען תכליתי במשקל 680 ק"ג, מגיע למהירות שיוט מרבית של 230 ק"מ/ש' ולטווח של עד 566 ק"מ.

4X-BIY: חברת להק תעופה קלתה ב-6 בדצמבר מסוק שלישי מדגם סיקורסקי S-76C++, משנת ייצור 2007, שהגיע משוודיה.

4X-BIZ: מסוק תלת-מושבי קל מדגם שווייצר 269C, שלישי מסוגו בישראל, שהובא מצרפת ונרשם ביוני.



## 17 כלי-טיס עזבו לחו"ל או קורקעו לצמיתות בשנת 2019

ב-30 ביוני. המטוס הוחזר לבעליו ורישומו הישראלי בוטל ב-9 בדצמבר.

קווי אוויר למטען (קא"ל) העבירה לחברה- ACE Belgium את מהקמה בבלגיה בשם ACE Freighters את מטוס המטען שלה מדגם בואינג 747-400BCF. רישומו הישראלי 4X-ICC בוטל ב-28 במרס, והוא מופעל מליאז' ברישום הבלגי OO-ACE.

שני מסוקי רובינסון R44 ריוון II נמכרו לחו"ל ורישומיהם הישראליים בוטלו: 4X-BIG ב-4 ביולי ו-4X-BED ב-18 בנובמבר.

חמישה מטוסים קלים נמכרו לחו"ל:

4X-AJD: פיפר PA-15-150 סופר קאב,

4X-EAN: הבואינג 767-300ER החכור, שביצע את טיסתו האחרונה ב-22 בנובמבר 2018, עזב את הארץ ב-1 בדצמבר 2019 ברישום אמריקני, אחרי שרישומו הישראלי בוטל ב-18 בנובמבר.

4X-ELA: הבואינג 747-400 הראשון קורקע אחרי טיסתו האחרונה ב-31 באוקטובר. 4X-ELB: הבואינג 747-400 השני קורקע אחרי טיסתו האחרונה ב-9 ביולי. רישומו הישראלי בוטל ב-14 בנובמבר.

4X-ELC: הבואינג 747-400 השלישי קורקע אחרי טיסתו האחרונה ב-3 בנובמבר. 4X-ELD: הבואינג 747-400 הרביעי קורקע אחרי טיסתו האחרונה בחודש ספטמבר. 4X-ELF: מטוס המטען החכור מדגם בואינג 747-400F סיים את שירותו באל-על

חברת אל-על הוציאה משירותה שמונה מטוסי נוסעים ומטוס מטען אחד בשנת 2019, לפי הפירוט הבא:

4X-EAJ: הבואינג 767-300ER בבעלות אל-על קורקע אחרי טיסתו האחרונה ב-3 בפברואר. המטוס נמכר לחו"ל ורישומו הישראלי בוטל ב-7 באוקטובר.

4X-EAL: הבואינג 767-300ER החכור ביצע את טיסתו האחרונה ב-20 בינואר, ועזב לארה"ב ב-26 בפברואר. רישומו הישראלי בוטל ב-3 במרס.

4X-EAM: הבואינג 767-300ER החכור ביצע את טיסתו האחרונה ב-31 בינואר ועזב את הארץ ב-28 באפריל. רישומו הישראלי בוטל ב-10 ביוני.



עדכון לדיווח ב"ביעף" e146 עמ' 10

פרט ל-11 כלי-הטיס שנמכרו לחו"ל או קורקעו לצמיתות ב-2018, עליהם דיווחנו לפני שנה, יש להוסיף את מטוס **האמבראר 190** החכור של **ארקיע** שנקרא נעמי שמר, אשר הוחזר לבעליו בארה"ב ורישומו 4X-EMD ב-18 בדצמבר 2018.

**4X-CIS: ססנה 421C גולדן איגל** עם מנועי טורבו-מדחף. הופעל בארץ מאז 1983 ברישום אמריקני, ועבר לרישום ישראלי ב-1997. רישומו בוטל ב-10 בנובמבר.

**4X-CZC: ססנה 208B גראנד קאראוון**, שהופעל במשך שלוש שנים וחצי בחכירה על-ידי מועדון הצניחה החופשית **הצנחניה**. הוחזר לבעליו בארה"ב, ורישומו הישראלי בוטל ב-28 בנובמבר.

שהיה שייך למועדון דאיה נגב בשדה תימן מאז 1982, נמכר לארה"ב. רישומו בוטל ב-13 ביוני.

**4X-AQU: פיפר PA-15-150 סופר קאב** מעודפי חיל האוויר, שעבר לרישום אזרחי בשנת 2006 והיה מקורקע במשך שנים ארוכות. רישומו בוטל ב-21 ביולי.

**4X-CBL: פיפר PA-31T-620 שאיין II**, שהופעל בארץ מאז 1998, נמכר לקנדה. רישומו בוטל ב-14 בפברואר.

## הסתיים עידן מטוסי הג'מבו באל-על

הטיסה האחרונה של מטוס **747** בשירות **מסחרי באל-על**, מרומא לנתב"ג, נחתה בישראל בשעות אחרי הצהריים של ה-3 בנובמבר 2019. כמחווה לאירוע ההיסטורי, שינה הקברניט של 4X-ELC את נתיב הטיסה לפני ההגעה לנתב"ג וסרטט בשמי הים התיכון ציור ייחודי של מטוס **747**, אותו ניתן היה לראות בשידור חי באתר [flightradar24.com](http://flightradar24.com). בכך הגיעו לסיומן 48 שנים של הפעלת מטוסי ג'מבו ממגוון דגמים. בין השנים 1971 עד 2019 נכנסו ויצאו משירות **אל-על** עשרים מטוסי **747** לנוסעים ולמטענים, כמפורט בטבלה משמאל.

ציוני דרך משמעותיים בתולדות צי ה-747:

- השתתפו ברכבת אווירית במהלך מלחמת יום הכיפורים באוקטובר 1973 ושבירו שיאים בהסתת אספקה וציוד בשירות המדינה.
- מטוס **747-200** שבר שיא בכמות הנוסעים במבצע שלמה להעלאת יהודי אתיופיה ב-1991, כאשר המריא עם 1,086 נוסעים ונחת עם 1,088 (שתי תינוקות נולדו במהלך הטיסה).
- ב-1994, **747-400** ביצע טיסה מנתב"ג לניו-יורק תוך 10 שעות בדיוק, והציב שיא **אל-על** ושיא עולמי לקטע זה (במקום כ-12 שעות).
- ב-1994 בוצעה טיסה ראשונה בקו נתב"ג-מומבאי-בנגקוק.
- מ-1995, טיסות ישירות בין נתב"ג ללוס אנג'לס, עם זמן טיסה של כ-14:30 שעות.
- ב-1998 בוצעה לראשונה טיסת שכר ישירה בין נתב"ג לריו דה ז'נרו בברזיל.

רישום	דגם	תאריך רישום	הוצאה משירות	הערות
4X-AXA	747-258B	26.5.1971	30.8.1999	ראשון מטוסי הג'מבו. הגיע ב-2.6.1971.
4X-AXB	747-258B	22.11.1971	10.9.2000	מטוס נוסעים.
4X-AXC	747-258B	18.4.1973	22.10.2001	מטוס נוסעים.
4X-AXD	747-258C	11.4.1976	אוק' 2000	יסיב לנוסעים ומטענים עם חרטום נפתח.
4X-AXF	747-258C	16.6.1978	30.6.2008	יסיב לנוסעים ומטענים עם חרטום נפתח.
4X-AXG	747-258F	19.3.1979	4.10.1992	מטוס מטען ייעודי. התרסק באמסטרדם.
4X-AXH	747-258B(C)	21.12.1979	27.3.2006	הוסב ב-1993 ממטוס נוסעים למטענים.
4X-AXK	747-245F	20.1.1995	ינואר 2010	מטוס מטען. נרכש מסינגפור <b>איירליינס</b> .
4X-AXL	747-245F	21.3.1995	יוני 2011	מטוס מטען. נרכש מסינגפור <b>איירליינס</b> .
4X-AXM	747-2B5B(F)	27.6.2003	1.8.2008	מטוס מטען מוסב. נרכש מקא"ל ב-2004.
4X-AXQ	747-238B	7.5.1988	14.10.2004	מטוס נוסעים. נרכש מקוונטאס.
4X-AXZ	747-124F	21.6.1977	ינואר 1999	מטוס מטען מוסב.
4X-ELA	747-458	22.4.1994	31.10.2019	ראשון מטוסי ה- <b>747-400</b> באל-על.
4X-ELB	747-458	27.5.1994	9.7.2019	מטוס נוסעים.
4X-ELC	747-458	31.5.1995	3.11.2019	נוסעים. אחרון ה- <b>747-400</b> בשירות.
4X-ELD	747-458	25.5.1999	15.9.2019	מטוס נוסעים.
4X-ELE	747-412	24.10.2008	28.12.2017	מטוס נוסעים. נרכש מסינגפור <b>איירליינס</b> .
4X-ELF	747-412F	24.4.2010	30.6.2019	מטוס מטען. נכר מחברה אירית.
4X-ELH	747-412	25.2.2011	13.6.2017	מטוס נוסעים. נכנס לשירות ב-16.7.2011.
4X-ELS	747-412	20.2.2005	27.9.2006	נכר אחרי הוצאתו מסינגפור <b>איירליינס</b> .

מטוס **הבואינג 747-400** הרביעי של **אל-על** שרישומו 4X-ELD מקורקע בנתב"ג אחרי טיסתו האחרונה ב-15 בספטמבר 2019.



## ארבעה מטוסים נמחו בתאונות בשנת 2018



מטוס הססנה-ריימס F152 של FNA שהתהפך בנחיתה אונס בחיפה ב-22 במרס 2018.



מטוס דיאמונד DA40 NG של FNA שניזק קשה בנחיתה בשדה הרצליה ב-29 בספטמבר 2018.

אשר התפתחה לקפיצות וסטייה ממסלול הנחיתה, עד לפגיעה בגדר. הדו"ח קובע כי "תפעול הטייס לקה בחסר".

חברת FNA החליטה שלא לתקן את המטוס בשלב זה, והוא שוכב מפורק בשדה הרצליה.

## גד רגב מונה לחוקר תאונות ראשי

גד רגב מונה ב-24 בספטמבר 2019 לחוקר תאונות אוויריות ראשי במשרד התחבורה. הוא החליף את עו"ד יצחק רז (רזצ'יק), שפרש לגמלאות לאחר 17 שנות כהונה בתפקיד זה.

סא"ל (מיל') רגב שירת במשך 25 שנים כאיש צוות אוויר (מכונן מוטס) בחיל האוויר, ושימש בשורה ארוכה של תפקידים בתחומי התכנון והארגון וכמפקד יחידה מבצעית. במשך עשר שנות עבודתו במשרד התחבורה הוא היה ראש אגף מטה ברשות התעופה האזרחית (רת"א).

רגב, בעל תואר ראשון ושני בכלכלה ומנהל עסקים, מחזיק ברישיון עריכת דין.

הכניסה את הכנף השמאלית להזדקרות מלאה, ממנה לא הצליח המטוס להיחלץ.

מטוס דיאמונד 4X-CXB  
שהופעל בחברת פ.נ. תעופה (FNA) מאז נובמבר 2016, ניזק קשה בתאונת נחיתה בשדה תעופה הרצליה ב-29 בספטמבר. הטייס ושני נוסעים שהיו עמו נחלצו ללא פגע.

לפי המתואר בדו"ח החקירה: המטוס נגע במסלול במהירות גבוהה, ניתר וחזר לאוויר. הטייס החליט ללכת סביב, הגביר את כוח המנוע ונסחף לשמאל. כשהמטוס התקרב לגדר, הטייס הרים את החרטום בחדות מעלה. כנף המטוס הזדקרה, וכך-הנסע הימני פגע בגדר אורכית הממוקמת לאורך מסלול ההסעה ומדרומו. בעקבות זאת, המטוס סבסב בחדות לשמאל, והמדחף פגע בשער כניסה לשטח האווירי. כוחות ההצלה המקומיים חשו למקום האירוע והתיזו חומר מנטרל אש, מאחר שמכנף המטוס הפגועה זלג דלק שהחל להישפך על האספלט.

מסקנת החקירה היא שהתאונה נבעה מהגעה לא מיוצבת לנחיתה, במהירות גבוהה,

בשנת 2018 לא אירעו תאונות טיסה קטלניות בכלי-טיס ממונעים, אך נרשמו 15 תאונות למטוסים קלים, מסוקים ודאונים, שלוש תאונות בתעופה החקלאית ו-11 תאונות למטוסים זעירים (אז"מים). כך עולה מדו"ח הסיכום השנתי שפרסם החוקר הראשי במשרד התחבורה ב-15 באוגוסט 2019.

ארבעה כלי-טיס נפגעו קשה בתאונות ונמחו, כמפורט להלן:

4X-CHS: מטוס ססנה-ריימס F152, שהופעל במסגרת חברת פ.נ. תעופה (FNA) מאז 1998, התהפך בנחיתה אונס בשדה פתוח ליד שדה התעופה חיפה ב-22 במרס ונגרם לו נזק חמור שאינו כדאי בתיקון. הטייס נפצע קל. לפי המתואר בדו"ח החקירה: טייס פרטי ביצע טיסת אימון בהקפות בשדה התעופה חיפה. במהלך ביצוע ההקפה השלישית, הטייס חש ברעידות וירידה בכוח המנוע. הטייס ביצע ניסיונות להשבת המנוע לפעולה סדירה, אולם המנוע כבה. הטייס ניגש לנחיתה בשדה פתוח, סמוך לנתיב גישת הצלע הסופית למסלול 34, ובסוף ריצת הנחיתה המטוס התהפך.

מסקנות החקירה היו כי התאונה התרחשה כתוצאה משילוב נסיבות נדיר של כשל טכני בשתי מערכות המנגנון והפסקת פעולת המנוע כתוצאה מנסיבות אלה, עם תרומה מסוימת של תפעול לא מיטבי של הטייס. הטייס הגיע לנחיתה במהירות גבוהה, ללא מדפים. ההתהפכות נגרמה בגלל המהירות הגבוהה ושקיעת גלגל החרטום בשקע קרקע בוצי.

4X-GAI: דאון מסוג רולאדן-שניידר LS-4b, שפעל במסגרת מרכז דאיה מגידו מאז 2008, נהרס בנחיתה חוץ בשדה חרוש ופתוח בין בית שאן לקיבוץ נווה איתן ב-1 ביוני. הטייס לא נפגע.

לפי המתואר בתחקיר המפעיל לאירוע (לא פורסם דו"ח חקירה של ממש): הטייס לא הצליח למצוא תרמיקה, והדאון הלך והנמיך עד שהטייס הפנים כי יצטרך לנחות בחוץ. הוא נחת בשדה חרוש ותחוח עם רוח צולבת, ומייד ביצע "לולאת קרקע" כאשר כני-הנסע הקדמי והאחורי שקועים באדמה. גוף הדאון נשבר, וכן נשברו מייצב והגה הגובה.

4X-AWH: מטוס ריסוס מדגם איירס S2R-T34 טורבו-טראש של חברת כיס-ניר, שהופעל בארץ מאז 1978, התרסק בשדות קיבוץ היוגב ליד מגידו ב-10 ביוני ונהרס כליל. לפי תיאור נסיבות התאונה בדו"ח החקירה: במהלך פנייה, תוך היות המטוס בהטיה לפני תתיירות לביצוע פס הריסוס השני באותו שדה, הכנף נפלה (גלגלה לכיוון הפנייה) כשחרטום המטוס נמוך. המטוס פגע בעוצמה בקרקע והחל להתפרק. מכל הריסוס, שהיה מלא בחומר, התבקע בזמן הפגיעה בקרקע, הטייס נשטף בחומר הריסוס ופיתח תוך כרבע שעה תסמינים של הערלה. הוא פונה לבית החולים באמצעות מסוק רפואי.

במסקנות החקירה נקבע, כי המטוס הזדקר תוך ביצוע פנייה הדוקה עם רכיב רוח גב, וניסיון להיחלץ ממנה במהירות הקרובה להזדקרות. הניסיון לתקן את פניית היתר





## טייס דאון נהרג בתאונה קטלנית יחידה בשנת 2019; תשעה כלי-טיס נוספים נמחו בתאונות חמורות

לעמוד החשמל להצבה בעת ההנמכה."

4X-AFI: מטוס ריסוס מדגם **ריקוול S.2R-T טורבו-תראש**, שהופעל על-ידי חברת **תלם תעופה** מאז 2011, פגע בקרקע בעת טיסה נמוכה ממשימת ריסוס צפונית למושב קלחים חזרה לשדה תימן ב-11 במארס. הטייס לא נפגע.

התאונה נגרמה לאחר שהטייס "הכניס את הראש לתוך התא למספר שניות" ולא שם לב למצב המטוס בטיסה הנמוכה, בגובה חקלאי בין 30 עד 45 מטר מעל פני הקרקע. המטוס פגע בקרקע והחליק על גחונו עד שנעצר, כאשר המנוע כבה מעצמו עקב פגיעת המדחף בקרקע. נגרמו נזקים כבדים לכנייה-נסע, למדחף, לכנפיים, לגחון ולמערכת הריסוס, והמטוס למעשה נמחה.

4X-HTU: מטוס זעיר מדגם **פלי סינתזיס טקסן**, שהופעל בארץ מאז 2007 ושודרג ב-2017 עם כנייה-נסע מתקפלים, ניזוק באופן חמור ונמחה בנחיתה אונס על גבעה טרשית צפונית ליישוב כורזים ליד הכינרת ב-15 במאי. הטייס נאלץ לבצע נחיתה אונס לאחר שהמנוע כבה בטיסה. החוקר הראשי קבע, כי התאונה נגרמה עקב שרשרת החלטות שגויות של הטייס במהלך שלבי הטיסה השונים. לדברי החוקר, ההתרששות החלה בהחלטה להמריא בטמפרטורה חמה מאד, למרות התראת פקח

המהירות הנמוכה, אובדן הכוח שנוצר עם סגירת המנוע, הפנייה שביצע טייס הדאון על מנת לחזור למסלול, הגובה הנמוך בו היה הדאון, שלא אפשר לדאון לצבור מהירות על-ידי הורדת חרטום – כל אלה הובילו להזדקרות כלי-הטיס ולתוצאה הסופית.

4X-BDJ: מסוק מסוג **מקדונל דאגלס 500E** (מדגם שסומן במקורו יוז **369E**) של חברת **אירופאור**, שהופעל בארץ מאז 2011 בשירות חברת החשמל לישראל, התרסק ב-11 במארס בעת שעסק בהצבת עמודי חשמל על הר מירון. הטייס נפצע.

לפי המתואר בדו"ח החקירה: בעת ריחוף מעל עמוד חשמל לצורך ייצובו ויישורו לאחר הטמנתו בקרקע, מנור הזנב של המסוק פגע בראש עמוד החשמל, ומייד לאחריו פגע רוטור הזנב בעמוד ונשבר. בעקבות אובדן רוטור הזנב, המסוק נפל על צדו, הרוטור הראשי פגע בקרקע בעודו סובב בכוח המנוע והתפרק.

חוקר התאונה קבע במסקנותיו: "הגורם הישיר לתאונה הינו הטסת כלי-הטיס בהנמכה לא מודעת, ללא הכוונה יעילה, עם מודעות מצבית חלקית, עד לפגיעת חלקו האחורי של המסוק בעמוד להצבה והתרסקות המסוק על צלע ההר. העובדה שלא הייתה תקשורת רדיו דו-כיוונית בין הטייס לבין המכוון הקרקעי, ושלא היה קשר עין ביניהם, מנעה למעשה את האפשרות של הטייס לדעת את מיקומו יחסית

בשנת 2019 אירעה תאונה אווירית קטלנית יחידה, שבה התרסק הדאון 4X-GMI מדגם **גריב G103C Twin III SL** בשדה סמוך למנחת מגידו ב-7 ביוני. טייס הדאון, מיכאל וינראוב מכפר שמריהו, נהרג וגבר שטס אתו נפצע באורח בינוני. טרם פורסם דו"ח החקירה.

במועד הופעת גיליון זה של "ביעף" טרם פורסם הסיכום הרשמי על התאונות בתעופה שאירעו בשנת 2019. אנו יכולים לדווח בינתיים על תשעה כלי-טיס שנמחו בתאונות חמורות.

4X-BIK: מסוק **רובינסון R44 רייון II**, שנרשם בארץ באוגוסט 2018, התרסק ב-11 בינואר באזור אימון 302 ליד לטרון. בהמראה מהמנחת פגע הלהב הראשי בקרקע, המסוק התהפך על צדו השמאלי ורוטור הזנב נתלש ממקומו. הטייס והנוסע יצאו מהמסוק ללא פגע. בשל אי כדאיות כלכלית לתקנו, המסוק הוגדר כנמחה.

החוקר הראשי הגיע למסקנה, כי התאונה נגרמה בשל תופעה של גלגול דינמי, שהטייס לא הספיק לתקן בגלל חוסר תשומת לב.

4X-GMO: דאון דו-מושבי ממונע מדגם **אירוטכניק L13 SL ויוואט** מתוצרת צ'כיה, שהופעל בארץ מאז 1996, התרסק ב-19 בינואר במנחת מגידו. שני הטייסים יצאו ללא פגע. הדאון נמחה עקב חוסר כדאיות כלכלית לתקנו.

לפי המתואר בדו"ח החקירה: טייס יצא לטיסת ריענון על הדאון בליווי מדריך טיסה. השניים ביצעו הקפה ראשונה, ולאחר נגיעה במסלול ביצעו המראה חוזרת להקפה שנייה. תוך כדי ריצת הנחיתה ולאחר ששינו את תצורת הדאון להמראה, הטייס פתח כוח מנוע מלא להמראה, ניתק מהקרקע והחל בפנייה ימינה וצפונית. מספר שניות אחר-כך, המדריך סגר את המנוע לסרק. הדאון שקע תוך שהפיל כנף שמאל ופגע עם קצה הכנף בקרקע, סבסב לשמאל ונעצר.

חוקר התאונה הגיע למסקנה, כי ההחלטה על סגירת המנוע וביצוע התרגול הייתה שגויה.

בתמונת הכותרת: דאון **הגריב G103C Twin III SL** עם מנוע העזר מופעל, שבו נהרג מיכאל וינראוב ב-7 ביוני 2019 (צילום: שחם אלוני). למטה: מסוק **הרובינסון R44** שהתרסק ב-11 בינואר 2019 ליד לטרון.





שבירי השרופים של הססנה 172P סקייחוק II שהתרסק במנחת גבולות ב-30 במאי 2019.

הבדק וחברת הביטוח, המטוס נמחה. הטייס נאלץ לבצע נחיתה אונס לאחר שהמנוע כבה בטיסה בגובה 1,500 רגל (כ-450 מטר). החוקר הראשי הגיע למסקנה, כי התאונה נגרמה כתוצאה מהרעבת דלק של המנוע לאחר שבמכל הדלק הפעיל נגמר הדלק, מבלי שהטייס העביר את בורר הדלק למכל שבכנף השנייה בו היה דלק זמין בכמות של כ-38 ליטר.

היוגב בעמק יזרעאל ונמחה. הטייס נפצע באורח בינוני. טרם פורסם דו"ח חקירת התאונה.

4X-HLM: מטוס זעיר מדגם **טכנאם** **אסטורה**, שהוטס בארץ מאז 2015, ניזוק באופן חמור בנחיתה אונס ליד משאבי שדה בנגב ב-21 בספטמבר. הטייס והנוסע נחלצו מהמטוס עם מכות יבשות בלבד. על פי החלטת מכון



למעלה: הטרובור-ראש שהתרסק ב-19 ביוני. למטה: הטכנאם אסטורה שניזוק בנחיתה אונס ב-21 בספטמבר.



הטיסה; המשיכה בחוסר החלטה לחזור לנחיתה במחניים כבר בשלב מוקדם של הטיסה, בעת שלחץ הדלק ירד מתחת למינימום המותר; המשיכה בהחלטה חסרת סיכוי לחזור באותם נתונים למחניים, עם תחילת גמגום המנוע ולאחר חמש וחצי דקות טיסה; המשיכה בהתמקדות בניסיונות התנעה ממושכים לאחר כביית המנוע, תוך איבוד גובה משמעותי, ללא התמקדות בחיפוש יעיל של אתר נחיתה מתאים; והסתיימה בהתרסקות בנחיתה על גבעה טרשית. החוקר חושב, כי הגורם לכביית המנוע הוא, בסבירות גבוהה מאוד, הרעבת דלק כתוצאה מתופעת חסימת אדים, שהתפתחה במערכת הדלק עקב הטיסה בטמפרטורת סביבה שמעל 44 מעלות צלסיוס, בגובה 2,000 רגל, עם תרומה של שימוש בדלק מכוניות מסוג 95 אוקטן.

#### 4X-CGF: מטוס ססנה 172P סקייחוק II

של חברת **מגידו תעופה**, שפעל בארץ מאז 1988 בבעלות שונות, התרסק במנחת גבולות בנגב המערבי ב-30 במאי ונשרף כליל. הטייס והנוסע יצאו מהמטוס הנוער ללא פגע.

המטוס יצא ממנחת מגידו למנחת גבולות למשימת פיזור זבובי פירות לצרכי חקלאות. לפי המתואר בדו"ח מידע על אירועי בטיחותי שפרסם החוקר הראשי: לאחר ביצוע חלקה הראשון של המשימה, הטייס חזר למנחת גבולות כדי לאסוף עוד ארגזי זבובים ולהמשיך במשימה. בעת שהטייס התקרב למנחת, נצפה ערפל בסביבת המסלול. הטייס ביצע שלוש עד ארבע הקפות מעל המסלול, עד אשר זיהה את המסלול מבעד לערפל. הוא ניגש לנחיתה כשתנאי הראות מגבולתיים. לדברי הטייס, המטוס קפץ לאוויר וחזר ונגע במסלול שלוש פעמים (קנגורו), כאשר הנגיעה השלישית והאחרונה הייתה קשה יחסית.

החוקר משער, כי בקפיצה הראשונה או השנייה המנוע התנתק חלקית מהתושבת, או היטלטל באופן צנינונית הגשם וצנרת הדלק התנתקו ונפרצו. התלקחות המנוע נגרמה על-ידי גורם כמו ניצוץ חשמלי, גיצים שיצרו להבי המדחף עם המסלול, או אפילו רק חום המנוע.

#### 4X-HEX: מטוס זעיר ישן מאוד מסוג

**אייפר קוויקסילבר GT-500**, שהופעל בארץ מאז 1992 בבעלות שונות, התרסק ב-14 ביוני לאחר המראה מפאתי מנחת שילר בשפלה ונמחה. הטייס, שספג פגיעות קלות בלבד, נחלץ בכוחות עצמו מהמטוס.

ממצאי דו"ח החקירה קובעים בסבירות גבוהה, כי הטייס המריא לטיסת התאונה עם א-סימטריה גדולה יחסית בין המדפים, כשהמדף השמאלי נמוך כדי 20 מעלות מהמדף הימני עקב פיתול בשרשרת ציר המדף, אשר לא אותר על-ידי הטייס קודם הטיסה. מצב זה של המדפים גרם לתופעת הגלגול שהטייס חווה לאחר הניתוק, מבלי שהצליח לתקן ולמנוע את התאונה. העובדה שהטייס המריא סמוך לשדה תירס ולא הספיק בפועל לאסוף גובה, גרמה לריכוך הנפילה והפגיעה בקרקע, באופן שהטייס יצא בפגיעות קלות בלבד.

#### 4X-AVN: מטוס ריסוס מדגם איירס

**S2R-T34 טורבו-ראש**, שהופעל מאז יולי 2018 בשירות חברת **כיס-ניר**, התרסק ב-19 ביוני בשטח חקלאי שבין כפר ברוך למושב





## תנועת הנוסעים בנתב"ג גדלה בשנת 2019 בכ-8.2%

לרדת והגיע ל-30.6%, לעומת 31.2% בשנת 2018. אל-על הטיסה 5,831,656 נוסעים (+3.5%), ישראיר הטיסה 767,626 נוסעים (+16.9%), וארקיע הטיסה 759,632 נוסעים (+10.7%). בנתיב בין נתב"ג לאילת, ארקיע הטיסה 567,201 נוסעים (+43.3%) וישראיר 215,579 נוסעים (+11.9%).

היקף שינוע המטענים במטוסי מטען קטן בשיעור של 2% והסתכם ב-162,735 טון. החברות הפעילות ביותר בהסתת מטענים היו קא"ל, MNG Cargo, ASL מבליגה, לופטהנזה, טורקיש, Silk Way West (מאזרבייג'אן) ו-European Air Transport. היקף שינוע המטענים במטוסי נוסעים גדל בשנה החולפת בכ-2.7% בהשוואה לשנת 2018, והסתכם ב-188,660 טון.

### אתגרים ל-2020

מנהל נתב"ג מציין בדו"ח הסיכום השנתי, כי שנת 2020 תהווה אתגר חדש לנתב"ג, לשותפי הפעילות, לחברות התעופה ולזכיינים. צפוי המשך גידול תנועת הנוסעים, הפעלת טרמינל 1 לטיסות בינלאומיות ופנים-ארציות במתכונת מלאה, והמשך קידום בינוי, מערכות וטכנולוגיות חדשות.

הפרויקטים המרכזיים לשנים הבאות יכללו את הרחבת טרמינל 3 לטיסות בינלאומיות, הוספת 86 דלפקי רישום לטיסה, מערכת מיון חדשה ועצמאית, בינוי הזרוע החמישית על-פי התוכנית הרב-שנתית של רשות שדות התעופה, שדרוג מערכות מיון משולבות טכנולוגיות ביטחון מתקדמות, התאמת תהליכים וטיפול ממוקד מכון שירות בלקוחות הנמל.



ריצ'רד ברנסון חונך את קו הטיסה של וירג'ין אטלנטיק לישראל ב-23 באוקטובר 2019.

### הפעילות

החברות לטיסות חסך (Low Cost) המשיכו להרחיב את היקף פעילותן בקווים לישראל בשנה החולפת והתקרבו לפסגת הרשימה, כאשר וויז אייר ואיזיג'ט הטיסו יותר ממיליון נוסעים כל אחת. ריינאייר האירית הגדילה את היקף פעילותה בכ-45% והטיסה 752,868 נוסעים.

החלק של חברות התעופה הישראליות בתנועת הנוסעים הבינלאומית בנתב"ג המשיך

בשנת 2019 עברו בנמל התעופה בן-גוריון 24.82 מיליון נוסעים, ב-8.16% יותר מאשר בשנת 2018. מתוך זה, 24,035,865 נוסעים בטיסות בינלאומיות (גידול ב-7.5%) ו-785,736 נוסעים בטיסות פנים-ארציות (גידול של 32.7%). נרשמו 158,964 תנועות מטוסים בטיסות בינלאומיות (5% יותר) ו-8,922 תנועות מטוסים בטיסות פנים-ארציות (48.8% יותר).

הגידול הניכר בתנועה הפנים-ארצית נובע בעיקרו מהעברתן לנתב"ג של הטיסות לאילת, אחרי סגירת שדה דב בסוף יוני.

בנוסף, עברו בנתב"ג 21,591 נוסעים ב-6,385 תנועות בינלאומיות של מטוסים פרטיים – גידול של כ-9.9% לעומת השנה הקודמת.

קרוב ל-70 חברות תעופה זרות פעלו בנתב"ג בשנה החולפת עם תנועת נוסעים הגדולה מ-27,000, ובנוסף להן הגיעו עשרות חברות מזדמנות שהטיסו מספר נוסעים קטן יותר. מנהל נתב"ג, שמואל זכאי, מציין בדו"ח הסיכום השנתי כי עשר חברות תעופה חדשות הצטרפו בשנה החולפת לכ-140 חברות התעופה הפועלות בנתב"ג.

שישה יעדים חדשים התווספו לרשימת היעדים. בסך-הכול טסים מנתב"ג לכ-180 יעדים ב-56 מדינות.

חברות התעופה הזרות בעלות נפח הפעילות הגדול ביותר (בסדר יורד) היו: וויז אייר, איזיג'ט, טורקיש, איירפלוט, ריינאייר, ווייט, אוקראיין אינטרנשיונל ולופטהנזה.

היעד בעל נפח התנועה הגבוהה ביותר היה שדה התעופה באיסטנבול, שאליו וממנו טסו 1,163,391 נוסעים – עלייה של 8.6% בהשוואה לשנת 2018. אל כל היעדים בטורקיה ומהם טסו 2,325,344 נוסעים, המהווים 9.7% מכלל

בתמונת הכותרת: איירבאס A330-300 שמפעילה וירג'ין אטלנטיק בקו בין לונדון לנתב"ג. למטה: בריטיש איירווייז הכניסה בתחילת דצמבר לטיסות הבוקר בקו בין לונדון לנתב"ג מטוס חדש מסוג איירבאס A350-1000, הכולל 219 מושבים במחלקת תיירים, 56 במחלקת תיירים משודרגת ו-56 במחלקת עסקים מפוארת.





למעלה: אב־הטיפוס של ה-B-250 בטיסת ניסוי בברזיל. למטה: בתערוכה בדובאי ב-2019 עם חימוש.



לשאת מטען תכליתי מרבי של 1,800 ק"ג, לפעול ברום של עד 30,000 רגל (9.1 ק"מ) ולהגיע למהירות מרבית של 557 ק"מ/ש'.

האמירויות הערביות המאוחדות מקדישות בשנים האחרונות מאמצים גוברים להקמת תעשיית מטוסים מקומית, כפי שעושה גם ערב הסעודית.

נוסף. מתחת לחרטום מותקן צריח תצפית אלקטרו־אופטי מסוג Wescam MX-15 HDi. לפי הנתונים שפורסמו בתערוכה בדובאי, ל-B-250 יש רדיוס פעולה של 1,040 ק"מ במהירות של 460 ק"מ/ש' במשימות תקיפה, או עד 2,185 ק"מ במהירות של 520 ק"מ/ש' במשימות סיור ואיסוף מודיעין כשהוא נושא שלושה מכלי דלק נתיקים. המטוס מסוגל

## האמירויות הערביות המאוחדות

### קאלידוס B-250

חיל האוויר של האמירויות הערביות המאוחדות (UAE) הזמין ב-20 בנובמבר 2019 עשרים וארבעה מטוסי תקיפה קלים מדגם B-250, אשר ייוצרו במדינה זו במפעל חדש שהקימה חברת קאלידוס המקומית. ההזמנה, בהיקף כספי של כ-620 מיליון דולר, פורסמה במהלך התערוכה האווירית הבינלאומית בדובאי, שם הוצגו בשנית שני אבות־הטיפוס של המטוס החדש.

ה-B-250 פותח במקורו בברזיל על־ידי חברת Novaer, בשיתוף פעולה עם חברת קאלידוס מהאמירויות ובמימונה. נבנו שני אבות־טיפוס, שהראשון מביניהם ביצע טיסת בכורה ביולי 2017. ה-B-250 נחשף לראשונה בתערוכה בדובאי בנובמבר 2017, וכעבור שנתיים הוצגו שני אבות־הטיפוס באוויר ועל הקרקע, עם מגוון אמצעי חימוש.

ה-B-250 הדו־מושבי דומה בתצורתו ובגודלו לסופר טוקאנו הברזילאי, עם הבדלים חיצוניים קלים. זהו מטוס הבנוי כולו מחומרים מרוכבים, ולכן הוא קל יותר – משקלו המרבי בהמראה 4,500 ק"ג, לעומת 5,400 ק"ג בסופר טוקאנו. בדומה לרוב מטוסי התקיפה הקלים בקטגוריה זו, גם ה-B-250 מצויד במנוע טורבו־מדחף מדגם PT6A-68 בעל הספק מרבי של 1,600 כ"ס צירי, אם כי יש לו מדחף גדול יחסית בעל ארבעה להבים, לעומת המדחף עם חמשת הלהבים בעל הקוטר הקטן יותר של הסופר טוקאנו. מותקנת בו מערכת אוויוניקה מתקדמת מדגם פרו ליין פיוזן של רוקוול קולינס.

ל-B-250 יש שש נקודות חיצוניות מתחת לכנפיים, עליהן הוא יכול לשאת מגוון פצצות מונחות, טילים ורקטות. על נקודת התלייה בגחון ביכולתו לשאת מכל דלק נתיק או חימוש

## איראן

### מטוס אימון סילוני חדש

הרפובליקה האסלאמית של איראן לא הציגה עד היום הצלחות ניכרות בפיתוח תעשיית מטוסים מתקדמת. כל שהוצג היה רק השבחת מטוסים קיימים הנמצאים ברשותה – דוגמת השבחת מטוסי הנורת'רופ F-5E/F, כפי שתיארנו ב"ביעף" 145 עמ' 8.

ב-16 אוקטובר 2019 הציגו האיראנים בטקס חגיגי רב־משתתפים, בנוכחות שר ההגנה, מפקד חיל האוויר ובכירים אחרים, את אב־הטיפוס של מטוס האימון המתקדם Kowsar-88 יאסין, שביצע טיסת בכורה יום קודם לכן. פיתוח מטוס זה התנהל במשך יותר מעשור, והואץ בשנת 2016 לאחר שרוסיה דחתה בקשה איראנית לרכוש 24 מטוסי יאק-130.

מכיוון שבגלל העיצומים הבינלאומיים אין לאיראן אפשרות לרכוש בעולם מנועי סילון,



אב־הטיפוס הראשון של מטוס האימון המתקדם Kowsar-88 יאסין בטיסת הבכורה באוקטובר 2019.

יוצרו באיראן, אך סביר להניח שמדובר במנועי ג'נרל אלקטריק J85 משופצים, שהוצאו ממטוסי F-5 ישנים.

האיראנים טענו בטקס כי המטוס החדש ייכנס לשירות בשנת 2023, אך מניסיון העבר ספק אם הדבר אכן יתגשם.

מערכות אוויוניקה ומערכות אחרות הדרושות לייצור מטוסים חדשים, נראה שגם הפעם הם השתמשו ברכיבים ממטוסי F-5.

רשמית, האיראנים טוענים שהיאסין מצויד בשני מנועי טורבו־מניפה מדגם J90, שכביכול



שעות. זו תהיה הטיסה הארוכה ביותר ללא חניית ביניים שתבוצע בתולדות ענף התעופה בישראל. "נתיב כזה יקצר באופן משמעותי את דרכי ההגעה לאוסטרליה ויעמיק את הקשרים התיירותיים, העסקיים והמדיניים בין שתי המדינות ללא היכר", אמר מיקי שטרסבורגר, סמנכ"ל מסחר וקשרים תעופתיים באל-על.

זוהי הזדמנות נאותה לבחון את קשרי התעופה בין ישראל לאוסטרליה לאורך השנים מאז קום המדינה, כפי שמתאר **ד"ר נעם הרטוך**.

חברת אל-על הודיעה בדצמבר כי תפעיל בקרוב שלוש טיסות הלוך ושוב לאוסטרליה. הטיסות ימריאו מנתב"ג ב-2 באפריל, ב-23 באפריל וב-14 במאי 2020, לפני ואחרי חג הפסח ואחרי יום העצמאות, במסגרת בחינת היתכנות מסחרית, ולאחר מכן תחליט החברה אם להפעיל את הקו באופן קבוע. הטיסות יבוצעו במטוסי **בואינג 787-9 דרימליינר**, המתאפיינים בטווח טיסה ארוך מאוד, כאשר הטיסה הישירה מנתב"ג למלבורן תארך כ-16:15 שעות וטיסת החזור צפויה להימשך 17:45

## רכש צבאי

בתחום הקשרים הצבאיים, נרכשו מאוסטרליה בתקופת מלחמת העצמאות שישה מטוסי תובלה, כדלקמן:

**דאגלס DC-5** ברישום אוסטרלי **VH-ARD** נרכש באירופה בתחילת יוני 1948 והוטס לחיפה. הופעל לתקופה קצרה בלבד כמפציץ קל בטיסת 103 ברמת דוד, כשהוא מסומן תחילה ס-91 ולאחר מכן 1501. בתום המלחמה הועבר לבית הספר הטכני בחיפה. בשנת 1955 הובל מחיפה לגבעת ברנר, ושם סיים את חייו.

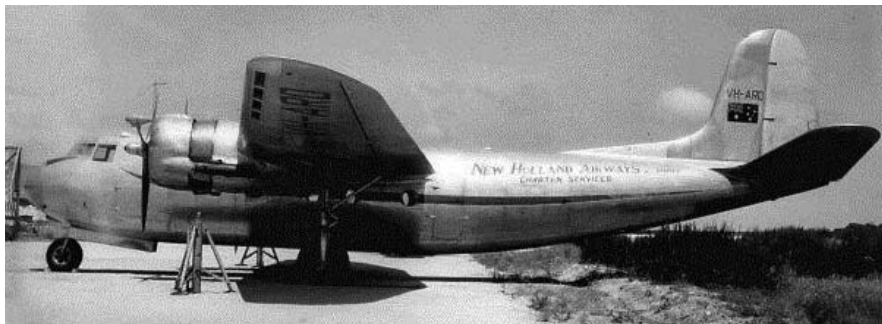
**לוקהיד לודסטאר** ברישום אוסטרלי **VH-BFZ** הגיע ארצה בתחילת אוקטובר 1948. סומן בתחילה ס-60 ואחר כך 2501. הופעל רק לתקופה קצרה, והשתתף במבצע "אבק 2".

**לוקהיד הדסון**: ארבעה מטוסים נרכשו באוסטרליה, הוטסו לארץ והוכנסו לשירות טייסת 103 – **VH-BIH** בנובמבר 1948, **VH-BFQ** בסוף פברואר 1949, **VH-BIA** במארס ו-**VH-BLB** במאי. המטוסים סומנו בחיל האוויר במספרים 2601 עד 2604.

## טיסות נוסעים סדירות ומיוחדות

קשר אווירי סדיר ראשון בין ישראל

**בואינג 747-400** של **קוונטאס** נחת בנתב"ג ב-3 באוקטובר 2019 במסגרת "טיסות סובבות עולם" של חברת התעופה האוסטרלית.



מטוס **דאגלס DC-5** האוסטרלי (**VH-ARD**) שנרכש עבור חיל האוויר הישראלי ביוני 1948.

החל מלוח טיסות חורף 1971-72 שולבו בקו מטוסי **בואינג 747-236**, ונוספה נחיתה בעיר בריסביין באוסטרליה. הטיסות של **BOAC** מישראל לאוסטרליה הופסקו בשנת 1979, לאחר עליית חומייני לשלטון באיראן, כאשר נמנעו מטיסות העוברות בישראל לנחות בדרך בטהרן. בשנות ה-80 של המאה הקודמת ניהלו שיחות בדרג משרדי חוץ ותחבורה בין אוסטרליה וישראל במגמה לאפשר **אל-על** פתיחת קו לסידיני. השיחות הופסקו לאחר **שאל-על** הגיעה למסקנה שהוצאות הביטחון הגבוהות ימנעו הפעלה רווחית של הקו. הכוונה הייתה לבצע טיסה או שתיים בשבוע במטוסי **בואינג 747-200**, עם נחיתה ביניים אחת.

לאוסטרליה נחנך ב-3 באוקטובר 1962 על-ידי חברת התעופה הבריטית **BOAC** במטוסי **בואינג 707-436**. לאחר חנייה של כשעה בלוד, המטוס שהגיע מלונדון המשיך בדרכו לדארווין וסידיני באוסטרליה, דרך טהרן, ניו-דלהי, ראנגון וסינגפור. טיסות אלה בוצעו פעמיים בשבוע, ומקיץ 1966 הצטרפו אל ה**בואינג 707** גם מטוסי **ויקס סופר VC-10**. אל דארווין וסידיני הצטרפה פרת כיעד שלישי ביבשת האוסטרלית, ונחיתה ביניים נוספת בוצעה בבנגקוק. הנחיתות בדרך לא בוצעו משיקולי טווח/מטען (שני המטוסים יכלו לבצע את הטיסות מלוד עם נחיתה ביניים אחת בלבד), אלא משיקולים מסחריים, כדי להבטיח תפוסה גבוהה.





אחד מ-26 הטרייקים של AirBorne שנרכשו מאוסטרליה להסטה בארץ. זהו 4X-HRE מדגם XT-912.

רלית (ראה ידיעה נפרדת בגיליון זה).

2011. כולם ניזוקו או נמחו בתאונות.

## מכירת כלי-טיס ישראליים

35 מטוסי מנהלים סילוניים מתוצרת התע"א נמכרו ללקוחות באוסטרליה לאורך השנים, ברובם דרך סוכני מכירה ושיווק בארה"ב – 31 מדגם ווסטווינד 1124, שניים מדגם 1125 אסטרט ושניים מדגם G150. עשרה ממטוסי הווסטווינד 1124 נמכרו ישירות ללקוחות האוסטרליים דרך הסוכן המקומי ווסטווינד ג'ט קורפוריישן.

המכס האוסטרלי רכש שלושה מטוסי ווסטווינד לסיוור ימי מדגם Sea Scan 1124N, הדומה למטוסי השחק שהפעיל חיל האוויר הישראלי. המטוסים הופעלו מ-1991 עד 1997.

4X-AGP: מטוס שורטס SC.7 סקיוואן שנרכש מאוסטרליה על-ידי חברת עיט במאי 2012. מטוס נוסף מאותו דגם שאינו כשיר לטיסה הובא ארצה כמקור לחלקי חילוף.

26 כלי-טיס זעירים בעלי כנף גמישה מבד (המכונים בקרב הטייסים "טרייק") מדגמי Edge X (או XT-582) ו-XT-912 מתוצרת חברת AirBorne האוסטרלית הגיעו לארץ בין 2001 ל-2008.

4X-ISR: הוואינג 767-338ER "כנף ציון", שהוסב בתע"א לשמש כמטוס ראשי המדינה, היה שייך במקורו לחברת קוונטאס האוסט-

בנובמבר 1986 ביצע חיל האוויר טיסה ראשונה לאוסטרליה במטוס הווינג 707-320C ראם, להבאת הנשיא חיים הרצוג לביקור ממלכתי ביבשת.

הפעם הראשונה שמטוס של אל-על נחת באוסטרליה הייתה ב-20 בפברואר 2017, כאשר הווינג 767-300ER שרישומו 4X-EAR הטיס את ראש הממשלה בנימין נתניהו ופמלייתו לביקור רשמי. הטיסה הלך בוצעה עם נחיתת ביניים בסינגפור, וחזור (ב-26 בפברואר) דרך הונג-קונג.

חברת התעופה האוסטרלית קוונטאס נמנעה במשך שנים רבות מלפעול בישראל, ואף דחתה פתיחת משרד בתל-אביב שהיה מתוכנן בשנת 1964, עקב לחצי החרם הערבי. רק בעשור הקודם החלו להתבצע טיסות שכר מיוחדות לנתב"ג במסגרת "טיסות סובבות עולם". כך נחת ב-21 באוקטובר 2014 מטוס הווינג 747-400 שרישומו VH-OEB וב-3 באוקטובר 2019 מטוס מאותו סוג שרישומו VH-OEE.

## רכש כלי-טיס מאוסטרליה

36 כלי-טיס הגיעו לישראל מאוסטרליה לאורך השנים, לפי הפירוט הבא:

4X-AOB: מטוס דגלאס C-47B דקוטה שרישומו האוסטרלי VH-CDC הגיע ביוני 1960 לשיפוץ בתע"א, ובסיומו הועבר לפורטוגל;

4X-AXQ: מטוס הווינג 747-238B שאל-על רכשה מקוונטאס במאי 1988;

4X-AIY: מטוס פילטוס PC-6 B1/H2 טורבו-פורטר שהובא ארצה ב-1994 על-ידי מועדון הצניחה סקיי קלאב, לאחר ששירת בחיל האוויר האוסטרלי. נמחה בתאונה קטלנית באפריל 1999;

4X-BDJ/C/Q ו-4X-BJ: ארבעה מסוקי מקדונלד דאגלס 500E (שסומנו במקורם כדגם יוז 369E) הובאו לארץ על-ידי חברת איירופאואר האוסטרלית לצורך שטיפת קווי מתח עבור חברת החשמל. שניים הגיעו בנובמבר 2000, אחד ביוני 2010 ואחד בינואר

אחד משלושת מטוסי הווסטווינד לסיוור ימי מתוצרת התע"א, 1124N Sea Scan, שהופעלו על-ידי המכס באוסטרליה בשנים 1991-1997.

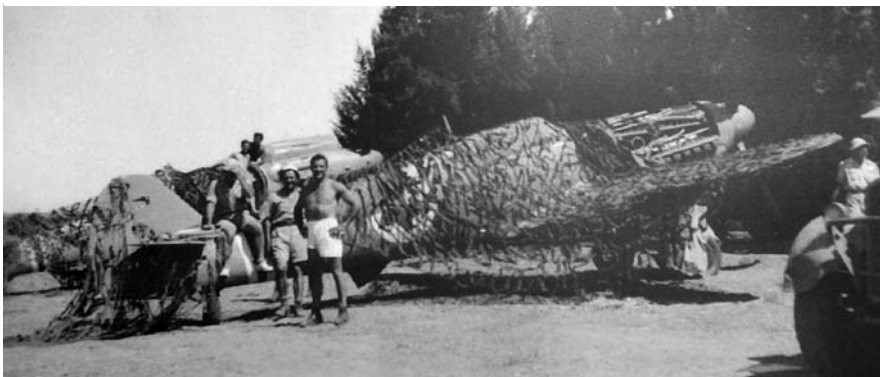




# שדה התעופה בהרצליה נקרא על שמו של מודי אלון



ראש הממשלה ושר הביטחון דוד בן-גוריון בביקור בטייסת 101 בהרצליה לצדו של מודי אלון (במשקפי שמש).



מטוסי אוויה S-199 של טייסת 101 מכוסים ברשתות הסוואה בשדה הרצליה בקיץ 1948.

(תמ"א), ובמשך שנים רבות מתנהל מאבק משפטי לפינוי לטובת הקמת בנייני מגורים על שטחו.

השדה ממשיך לפעול כיום בעקבות החלטה של בג"ץ מינואר 2018. המועצה הארצית לתכנון ובנייה מקדמת הכנת תמ"א 15/ב, שתאפשר את פעילות השדה עד לקיומה של חלופה מעשית. החלופה שנבחרה היא בניית שדה תעופה חדש שמכונה חדרה-מזרח, אך לתוכנית זו קמה אופוזיציה נרחבת ובראשה עיריית חדרה והמועצה האזורית מנשה, שבשטחן מתוכנן לקום שדה התעופה החדש. בינתיים, הקמת השדה החדש תקועה, ולפיכך נראה ששדה הרצליה ימשיך לפעול בעתיד הנראה לעין.

שר התחבורה הנוכחי, בצלאל סמוטריץ', הצהיר באוגוסט 2019: "הרצליה לא תהיה שדה דב. כל עוד לא יאושר ויושמש שדה תעופה חלופי, לא ייסגר שדה התעופה בהרצליה".

**כימאוור ומרום.** בשנת 1961 נבנה מוסך גדול של **כימאוור** בצד המערבי של השדה. ב-1972 כוסה המסלול באספלט ובנו מגדל פיקוח ומוסכים בחלק המזרחי. הפעילות האווירית בהרצליה גדלה והלכה משנות ה-70, בתחומי התעופה החקלאית, המסחרית הקלה והפרטית. השדה הפך למרכז התעופה הכלכלית בישראל, עם בתי ספר לטיסה ומכוני בדיק שטיפלו כמעט בכל המטוסים הקלים והמסוקים שנמצאו בארץ. כיום פועלים בהרצליה ארבעה בתי ספר לטיסה: **מונאייר תעופה, סקאי שירותי תעופה, FNA (פ.נ.) תעופה ואילן ארד תעופה** (טיסה במסוקים).

## המאבק לקיום השדה

מעמדו החוקי של שדה התעופה בהרצליה לא הוסדר עד כה בתוכנית מתאר ארצית

בטקס חגיגי שהתקיים בשדה התעופה בהרצליה ב-15 בנובמבר 2019 נקרא השדה על שמו של סא"ל מודי אלון ז"ל – מפקדה הראשון של טייסת הקרב 101 בחיל האוויר במלחמת העצמאות. את האירוע, שנערך ביוזמת עמותת חיל האוויר, כיבד בנוכחותו מפקד החיל, אלוף עמיס נורקין, וממפל עבר מטס הצדעה של שני מטוסי F-16C **ברק** של טייסת 101. בין הנוכחים היו ראש עיריית הרצליה משה פדלון, ראשי עמותת חיל האוויר, ותיקי חיל האוויר מראשית ימי החיל שנתרו בחיים, ורבים אחרים.

## בסיס במלחמת העצמאות

מרדכי (מודי) אלון (קליבנסקי) מונה בסוף מאי 1948 למפקד טייסת הקרב הראשונה, שהחלה להפעיל בבסיס עקרון מטוסי אוויה S-199 שהגיעו מצ'כוסלובקיה – גרסה צ'כית של המסרשמיט Bf 109G-14 הגרמני מתקופת מלחמת העולם השנייה. מחשש שמטוסי הקרב החיוניים ייפגעו בהפצצות המצריות התכופות על בסיס עקרון, הכשירו עבורם בסיס פעולה חדש בהרצליה עם מסלול עפר באורך הנדרש. ה-S-199 הראשון נחת בהרצליה ב-5 ביולי, ושאר המטוסים הועברו לשם בהדרגה בהמשך החודש.

ב-16 באוקטובר יצאו עזר ויצמן ומודי אלון במטוסי ה-S-199 שלהם לתקוף שיירה של כוחות מצריים שנסוגו מאשדוד. ויצמן נחת בשלום בהרצליה אחרי השלמת המשימה, אך אלון התרסק בשדה מסיבה לא ברורה, מטוסו שסומן ד-114 עלה באש והוא נספה.

בדבריו לאנשי טייסת 101 לאחר האסון, כתב מפקד חיל האוויר, אלוף אהרון רמז:

"מודי היה אחד מחלוצי חיל האוויר הצעיר שלנו ובמשך תקופה קצרה זו של קיומנו הוכיח עצמו כטייס בקי, חבר נאמן, לוחם אמיץ ומפקד מוכשר. זכתה טייסת הקרב הראשונה שלנו למפקד יליד הארץ אשר נשא עמו את חזון הקמת חיל האוויר הישראלי יחד עם הנכונות החלוצית ללא גבול וסיג לתת הכול למען חרותנו. תהא דמותו אשר נזכור תמיד סמל לכם ולחיל כולו".

השימוש בשדה הרצליה לא האריך ימים. עד ה-13 בנובמבר 1948 הועברו חמשת מטוסי ה-S-199 השמישים לבסיסה החדש של טייסת 101 בחצור, וגם השרידים של מטוסי הקרב שהתרסקו בהרצליה הועברו לחצור כמקור לחלקי חילוף.

## משדה צבאי לאזרחי

חיל האוויר פינה בשנת 1949 את בסיס הרצליה, והעביר לאגף התעופה האזרחית (את"א) בשנת 1950 את האחריות לשדה. את"א הכין מסלול עפר כבוש דרומית-מערבית למסלול ממנו פעלו מטוסי טייסת 101, ששימש כמנחת חירום. הפעילות במנחת הרצליה הייתה מצומצמת ביותר בתחילה, עד שבשנת 1957 עברו בהרצליה משדה דב חברות הריסוס

# ש"ת הרצליה



שדה התעופה הרצליה ממבט  
הציפור בדצמבר 2019.

צילום: ניב כהן.

תרשים השדה

32°10'46"N  
034°50'04"E

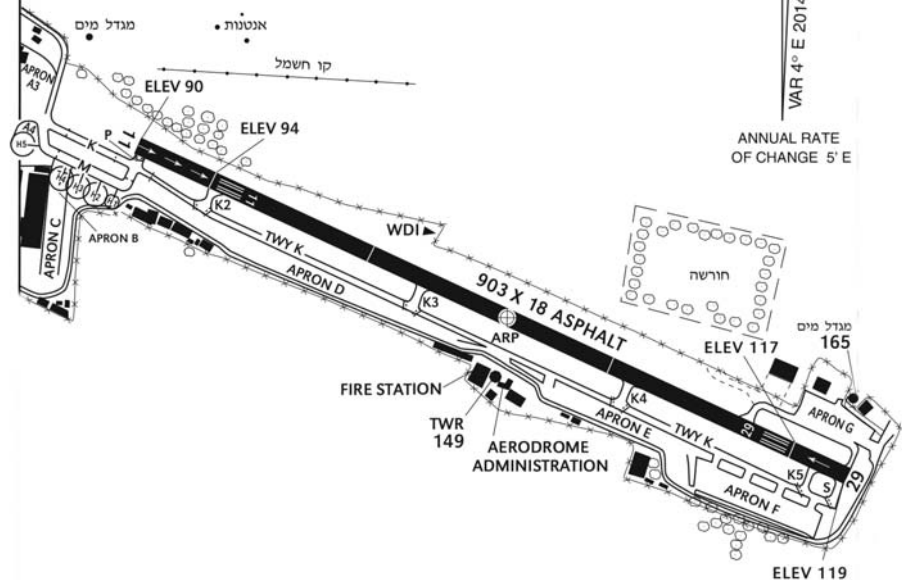
ELEV 121 ft

CLR 130.85  
TWR 122.20  
129.40

HERZLIA (LLHZ)

RWY	THR	BEARING STRENGTH
11	TBD	PCN 12/F/C/Y/U
29	TBD	

ELEVATIONS ARE IN FEET  
DIMENSIONS ARE IN METERS  
BRG ARE MAG



תרשים מסלול 11-29 בשדה  
התעופה הרצליה, מתוך הפמ"ת.



## ערבה "כוכב חמה" בשירות חיל האוויר הישראלי



צילום: שי פינקלמן

צעירים, שהגיעו מבית הספר לטיסה בחצרים. טיסות האימונים בוצעו בעיקר עם שני מטוסי **הערבה** הקטנים מדגמי **101B** ו-**102** (מספרי זנב 101 ו-303). לאחר הוצאת מטוסי **הערבה** משירות בסוף יוני 2004, הועברה משימת הקא"ם תובלה לטייסת 135 בשדה דב, שקלטה לצורך זה מטוסי **צופית 6**.

על כשירות מבצעית חלקית ביוני 1990 עד למבצעים מלאה במאי 1996. הפעילות המבצעית הראשונה של **כוכב חמה** להגנה מנגד על גיחות צילום בוצעה בשנת 1992, והאחרונה במאי 2004.

בנוסף למשימות ל"א, ביצעה טייסת 122 את קורסי האימון המבצעי (קא"ם) לטייסי תובלה

בעת שפרסמנו את הכתבה המקורית ב"ביעף" 87, בפברואר 2001, היו עדיין מטוסי **הערבה** בשירות מבצעי בחיל האוויר. באותה עת הייתה משימתם של מטוסי **הערבה** סודית, וכל שהותר לנו לכתוב היה כי הותקן בהם "ציוד משימה מיוחד". עכשיו, יותר מ-15 שנים אחרי צאתם משירות חיל האוויר, אפשר כבר לגלות כי שבעת המטוסים מדגם **ערבה 202** הותאמו ללוחמה אלקטרונית (ל"א) ושימשו לחסימה מנגד של מערכות מכ"ם בסוללות טילי קרקע-אוויר של האויב.

במטוסי **הערבה 202** הותקנה מערכת ל"א שנקראה **כוכב חמה**, אשר פותחה על-ידי חברת **רפא"ל**. בטיסות המבצעיות הופעלה המערכת על-ידי קצין הפעלה יחיד מיחידת הל"א המוטסת **עורבי השחקים**.

כפי שתארנו בכתבה המקורית, שבעת המטוסים הותאמו לקליטת מערכות המשימה במפעל אמריקני בפלורידה, וחמישה מביניהם אף הורכבו שם מחלקים שנשלחו מישראל – זאת כדי לאפשר את מימון עסקת הרכש בכספי הסיוע הצבאי האמריקני. מטוסי **הערבה** בתצורת **כוכב חמה** סופקו לטייסת 122 של חיל האוויר מספטמבר 1987 עד 1989. בסיסם של המטוסים היה בח"א 27 לוד.

בתמונה הנדירה המובאת כאן ניתן לראות כי השניניים **בערבה כוכב חמה** כוללים ראדום שחור בחרטום, קונוס גוף אחורי חדש שהחליף את הקונוס המקורי בדגם התובלה, ותוספת אנטנות בצדי הגוף. בתוך תא הנוסעים הותקנה עמדת מפעיל אחת. ניתן היה לפרק את כל ההתקנות האלה ולהחזיר את המטוס לתצורתו הרגילה לצורך טיסות תובלה בעתות רגיעה. משימות הל"א בוצעו ברום טיסה של כ-17,000 רגל (כ-5.2 ק"מ), ומכיוון שה**ערבה** אינו מדוחס נדרשו אנשי הצוות להשתמש במסכות חמצן. התהליך להשגת כשירות מבצעית מלאה דרש ביצוע ניסויים רבים, והתמשך מההכרזה

## תמונת הבטיחות העגומה של מטוסי הערבה

טייסים ישראלים שהטיסו מטוסי **ערבה** בטיסות ניסוי ובשירות אזרחי וצבאי בארץ, מ-1969 עד 2004, הביעו שביעות רצון מרמת האמינות והבטיחות של המטוס. פרט לתאונה הקטלנית של אב-הטיפוס הראשון בנובמבר 1970, שנגרמה בגלל כשל מבנה כתוצאה מתופעת פרפור, לא אירעו בארץ תאונות כלשהן למטוסי **הערבה**.

שונה היה המצב אצל המפעילים הזרים במרכז אמריקה ובדרומה וגם באפריקה. נראה, שהמטוסים הופעלו במדינות העולם השלישי על-ידי טייסים לא מספיק מיומנים, בעלי ניסיון מצומצם, שלא תמיד הקפידו על כללי הבטיחות ועל עמידה במגבלות המטוס, ולעתים הסתכנו שלא לצורך בטיסה בתנאי מזג אוויר קיצוניים ובתנאים סביבתיים מאתגרים.

האיגוד הבינלאומי לבטיחות טיסה, שמרכזו בארה"ב, תיעד 19 תאונות קטלניות של מטוסי **ערבה**, שאירעו בין השנים 1976 עד 2016 במרכז אמריקה, בדרום אמריקה ובאפריקה. בתאונות אלה נספו 146 בני-אדם. עד כמה שידוע, כל התאונות האלה נגרמו באשמת גורמי אנוש ולא בגלל תקלות טכניות במטוס.

התאונה החמורה ביותר מבחינת מספר ההרוגים אירעה באקוודור ב-15 במארכ 2016, כאשר מטוס **הערבה** הצבאי שמספרו E-206 (מספר יצרן 090, שסופק ב-1992, התרסק במזג אוויר גרוע. שלושת אנשי הצוות ו-19 צנחנים חופשיים נהרגו בתאונה.

תאונות חמורות אחרות שבהן נהרגו יותר מעשרה בני-אדם: מטוס **הערבה** היחיד של ניקרגואה, שנמסר בפברואר 1973 (מספר יצרן 005), התרסק ב-14 באוגוסט 1982 מייד אחרי המראתו. 20 מבין 22 נוסעיו נהרגו.

מטוס **הערבה** מספר TAM-76 של חיל האוויר בבוליביה (מספר יצרן 024), שנמסר באוקטובר 1975, התרסק ב-2 במארכ 1976 בתוך ג'ונגל. 19 מבין 22 הנוסעים ואנשי הצוות נהרגו.

מטוס **הערבה** הראשון שנמסר לצבא אקוודור ביולי 1974, שסימונו T-201 (מספר יצרן 011), התרסק ב-19 בנובמבר 1979 וכל 16 נוסעיו נהרגו. בין הנוסעים היו שר ההגנה, אשתו ובתו.

מטוס **הערבה** FAG 856 של חיל האוויר הגואטמלי (מספר יצרן 039), שסופק במאי 1976, התרסק ב-21 בינואר 1984 ו-11 נוסעיו נהרגו.

בנוסף ל-19 ההתרסקויות הקטלניות, עוד כ-17 מטוסי **ערבה** התרסקו בתאונות ללא נפגעים או שניזוקו בתאונות באופן חמור ונמחו. מאזן בטיחותי זה, של אובדן כ-36 מטוסים בתאונות מתוך ה-86 שסופקו ל-17 מדינות ברחבי העולם, לא מקנה ל**ערבה** שם טוב מבחינה בטיחותית.

ובכל זאת, חלק מהלקוחות הזרים המשיכו להפעיל את מטוסי **הערבה** שלהם במשך שנים רבות. חיל האוויר המקסיקני – המפעיל הגדול ביותר של מטוסי **ערבה** בעולם – הוציא את אחרוני מטוסי משירות רק באוקטובר 2012. בסוף שנת 2019, עדיין טסים בעולם עשרה מטוסי **ערבה**: שלושה באל-סאלוודור (שסופקו מעודפי חיל האוויר הישראלי בדצמבר 2008), שניים בוונצואלה, ומטוסים יחידים באקוודור, ארגנטינה, קולומביה, תאילנד ופפואה גינאה החדשה.



## משה ארנס: פעילותו בתחומי האווירונאוטיקה

משה (מישה) ארנס היה אישיות מוכרת בציבור הרחב, בזכות מגוון התפקידים הבכירים שמילא בתחום הפוליטי מ-1972 עד 2003 – כחבר כנסת, יו"ר ועדת החוץ והביטחון בכנסת, שגריר ישראל בארה"ב, שר החוץ, ושלוש פעמים נפרדות שר הביטחון. אך אין מתאים יותר מארנס להיכלל בסדרת הכתבות שלנו "זכות ראשונים", בהיותו אחד המשפיעים ביותר מבין חלוצי התיכון האווירונאוטי במדינת ישראל.

ארנס תיעד את עיקרי קורות חייו בספרו האוטוביוגרפי **למען ביטחון ישראל**, שפורסם בשנת 2018, פחות משנה לפני מותו (ראה סקירה ב"ביעף" e145 עמ' 22). כדי שלא לחזור על דברים שכבר פורסמו, החלטנו להתרכז בכתבה זו בפעילותו בתחום האווירונאוטיקה בלבד, ולהדגיש את תרומתו הייחודית להתפתחות התעשייה האווירונאוטית בישראל.

**בן קשלס** מתאר את תחנות חייו של ארנס בתחום המקצועי: לימודים לתואר שני בהנדסה אווירונאוטית עם התמחות בהנעה; עבודה כמהנדס בחברת

משה ארנס (מישה) ארנס היה אישיות מוכרת בציבור הרחב, בזכות מגוון התפקידים הבכירים שמילא בתחום הפוליטי מ-1972 עד 2003 – כחבר כנסת, יו"ר ועדת החוץ והביטחון בכנסת, שגריר ישראל בארה"ב, שר החוץ, ושלוש פעמים נפרדות שר הביטחון. אך אין מתאים יותר מארנס להיכלל בסדרת הכתבות שלנו "זכות ראשונים", בהיותו אחד המשפיעים ביותר מבין חלוצי התיכון האווירונאוטי במדינת ישראל.

ארנס תיעד את עיקרי קורות חייו בספרו האוטוביוגרפי **למען ביטחון ישראל**, שפורסם בשנת 2018, פחות משנה לפני מותו (ראה סקירה ב"ביעף" e145 עמ' 22). כדי שלא לחזור על דברים שכבר פורסמו, החלטנו להתרכז בכתבה זו בפעילותו בתחום האווירונאוטיקה בלבד, ולהדגיש את תרומתו הייחודית להתפתחות התעשייה האווירונאוטית בישראל.

**בן קשלס** מתאר את תחנות חייו של ארנס בתחום המקצועי: לימודים לתואר שני בהנדסה אווירונאוטית עם התמחות בהנעה; עבודה כמהנדס בחברת

ובפברואר 1954 עבר עם משפחתו לניו-יורק לתקופת התארגנות, לפני הישיבה ארצה. בזמן שהותו בניו-יורק צדה את עיניו מודעת דרושים של **קרטיס-רייט**, מהחברות המובילות בעולם בפיתוח מנועי מטוסים. ארנס זיהה הזדמנות לצבור ניסיון מעשי בתחום התמחותו, בטרם יחזור לישראל. הוא הגיש את מועמדותו לחברה, וכעבור שבוע התקבל והחל לעבוד בקמפוס החברה בוודרידג' שבניו-ג'רזי.

בתחילת דרכו בחברה שולב בפיתוח מנוע ה-J57, שהתקשה להתמודד בתחרות מול ה-J67 מתוצרת **פראט אנד ויטני**. לפיכך, הוחלט להשתמש ב-J67 כליבה למנוע עבור מטוס יירוט עתידי לחיל האוויר האמריקני, ה-XF-103, אשר תוכנן לטוס במאך 3 ברום של 60,000 רגל. ארנס התמנה לאחר מכן על פיתוח נגזרת המנוע שיועדה למטוס היירוט המתקדם. מנוע זה, שסומן כדגם **XRJ55**, שילב באופן ייחודי הנעת טורבו-מגח-סילון. "הוא יפעל כמנוע טורבו-סילון עד שהמטוס יגיע למהירות



משה ארנס בחר לעסוק בתחום האווירונאוטיקה מתוך רצון לרכוש מקצוע שיסייע במימוש שליחותו האישית לחיזוק ביטחונה של מדינת ישראל. בשנת 1952 עבר עם משפחתו מישראל לארה"ב, והחל ללמוד לתואר שני בהנדסה במגמה להנעה סילונית במכון הטכנולוגי של קליפורניה (Caltech). לאחר שסיים את לימודיו ביוני 1953 וקיבל תואר מגיסטר למדעים (M.Sc.), דחק בו סגל המכון להמשיך לדוקטורט ואף הוצעה לו מלגת לימודים מלאה. "הייתי מוקסם כל כך מהלימודים, שהחלטתי לקבל את ההצעה והתחלתי ללמוד לדוקטורט. עם זאת, כעבור חצי שנה, למרות הציונים הגבוהים שקיבלתי בקורסים השונים, חשבתי בשנית על הדרך שבחרתי ללכת בה. נראה שהכיוון הזה לא עולה בקנה אחד עם התוכנית שלנו לחזור לישראל. לימודי הדוקטורט יארכו כשלוש שנים, משמעותן עיכוב רציני בחזרתנו ארצה". ארנס הפסיק את לימודי הדוקטורט,



(לימים מטוס מנהלים) שנקרא **B-101**. פרויקט זה היה פרי יוזמתו של מנהל ומקים מכון **הבדק**, אל שווימר, לפתח מטוס מנהלים שיתבסס על נכסים קיימים מפרויקט יצור **הפוגה מאגיסטר** בחברה, כמו שימוש בכנפיים, במנועים ובכני הנסע. פרויקט **B-101** התנהל באגף ההנדסה המצומצם בראשותו של מהנדס המטוסים ד"ר אריק שצקי. ארנס הצטרף לנסיעתם של שווימר וטייס הניסוי הראשי של המכון הוגו מרום לז'נבה, לפגישה עם וויליאם (ביל) ליר במטרה לעניין אותו לשתף פעולה במימון וביצור מטוס ה-**B-101**. ליר (שכעבור שלוש שנים הקים את חברת **לירג'ט** בארה"ב) לא השתכנע להצטרף לתוכנית השאפתנית של מכון **הבדק**, שטרם הוכיח בשלות הנדסית. פרויקט ה-**B-101** נזנח לבסוף, הן בגלל היעדר מימון והן לאור ההבנה ההנדסית שכפי **הפוגה מאגיסטר** אין מתאימות נקודת העבודה המתוכננת של המטוס.

בשנים 1959-1961 התייעה גם **רפא"ל** בשירותו של ארנס. על בסיס ניסיונו בתחום ההנעה, הוא שולב בתכן הרקטה **שביט 2** – שנועדה לצרכי תעמולה, כדי להרתיע את מצרים (ראה "ביעף" e108 עמ' 14-15). באוקטובר 1961 קודם ארנס לדרגת פרופסור חבר במחלקה להנדסת אווירונאוטיקה. "מכיוון שהצטרפתי לעולם האקדמי לא תואר דוקטור, הבנתי שהקידום שלי תלוי בפרסום מחקרים. כמו בכל עולם האקדמי, גם בטכניון הכתיבה התרבות האקדמית את הכלל 'לפרסם או להיעלם', המחייב פרסום מחקרים לצורך הישרדות וקידום. וכך פרסמתי את תוצאות המחקרים שערכתי בהנעה ובמכניקת הטיס, הרציתי עליהם וקודמתי בהתאם. כתוצאה מכך, כנהוג בישראל, אחרי שמונית לדרגת פרופסור עמית [חבר] פנו אלי בתואר פרופסור, תואר שבישראל ובאירופה מוענק לכל החיים", כתב ארנס בספרו. לימים, כאשר נכנס לזירה הפוליטית, הוטחו כנגדו השמצות חסרות בסיס על כך שהתחזה לפרופסור, אך דובר הטכניון אישר את זכותו של ארנס לציין את התואר הזה גם כשאניו מלמד בפועל.

## מהנדס ראשי בתעשייה האווירית

1962 הייתה שנת מפנה בתע"א. עבודות יצור מטוסי **הפוגה מאגיסטר** התקדמו אמנם בקצב משיביע רצון, אך אגף ההנדסה חווה שפל בהיקפי העבודה עם גוויעתו של פרויקט ה-**B-101**. שווימר, שנאבק על מימוש חזון הפיתוח האווירונאוטי בחברה, פעל בשני מישורים: הסבת מטוסי נוסעים מדגם **בואינג 377 סטראטוקרוזר** למטוסי תובלה צבאיים עבור חיל האוויר; והתנתות פעילות מצומצמת בתמיכת משרד הביטחון לפיתוח טיל ים-ים, שלימים יקרא **גבראל**.

באותה עת ביקש ד"ר שצקי לסיים את דרכו בחברה (ראה "ביעף" e140 עמ' 25-28), ולשווימר נדרש מוביל הנדסי שייקח על כתפיו את אגף ההנדסה ויצעידו קדימה לאתגרים החדשים. שווימר ראה בארנס את דמות המוביל הנדסי שאותה חיפש, ופנה אליו בבקשה להעסיקו. "הוא פנה אליי והציע לי את תפקיד המהנדס הראשי של החברה. זו הייתה בדיוק ההצעה שחיכיתי לה", סיפר ארנס. שווימר פנה לסגן שר הביטחון, שמעון פרס, בבקשה שישכנע את נשיא הטכניון, יעקב דורי, לאפשר לארנס לעבור לתע"א. דורי הסכים

זאב תדמור, סיפר ארנס: "אני חזרתי לארץ עם רצון עז לתרום את חלקי לביטחון המדינה ולגרום לזה שאנחנו כן נפתח מטוסים וטילים. אני גם התחלתי ללמוד איך מתכנים מטוסים, ולא רק דיסיפלינה צרה כמו תורת הבעירה, או אווירודינמיקה, אלא תיכון מוקדם של מטוס או של טיל, לימדתי רקטות ואיך מכניסים לוויין למסלול".

שנה לאחר הגעתו, קודם ארנס למעמד של מרצה בכיר. באותה עת הגיע לטכניון פרופ' אלק דיוויד יאנג – שניהן כראש המחלקה להנדסת אווירונאוטיקה באוניברסיטת קוויין מרי בלונדון – אשר הזמין לייעץ לסגל המחלקה על תוכנית הלימודים ולהעביר סדרת הרצאות. פרופ' יאנג שאל את ארנס מה הציפיות שלו מהסטודנטים לאחר שסיימו את לימודיהם. "אני מצפה שהם יעסקו בתיכון מטוסים וטילים", ענה ארנס. פרופ' יאנג הניח את ידו על כתפו של ארנס במחווה אבהית ואמר לו: "הפסק לחלום. אפילו אנחנו באנגליה, שהיינו מחלוצי פיתוח המטוסים בעבר, איננו יכולים להתחרות עוד עם האמריקנים, עם הסובייטים ועם הצרפתים בתחום זה. גם אתם בישראל לא תוכלו לעשות זאת". דבריו של פרופ' יאנג לא ריפו את ידו של ארנס, שהמשיך להמריץ את הסטודנטים שלו לכוון גבוה ולשאוף לקריירה בפיתוח מטוסים וטילים.

ביוני 1958 סיים המחזור הראשון של הסטודנטים את לימודיהם במחלקה. בשנים הבאות ראה ארנס את חזונו מתגשם לנגד עיניו, כאשר בגורי המחזורים הראשונים גויסו לחיל האוויר, נקלטו ברשות **לפיתוח אמצעי לחימה (רפא"ל)**, וחלקם עתידים היו להשתלב במכון הממשלתי **לבדק מטוסים**, שישנה את שמו ביולי 1960 ל**תעשייה האווירית**.

בשנת 1959 החל ארנס להשתלב בפעילויות אווירונאוטיות מחוץ לכותלי הטכניון. בפברואר הוא הקים יחד עם מספר מדענים נוספים את האגודה האסטרונוטית בישראל, שפעלה לקידום הידע בחקר החלל ובאתגרי הטיסה לחלל, וכיהן כיו"ר הראשון שלה.

בהמשך אותה השנה הוא שימש כיועץ הנדסי במשרה חלקית במכון **לבדק מטוסים**. הוא ייעץ בתהליך התכן המוקדם בניסיון הבוסר הראשוני לפתח "מטוס אקזקוטיב"

של מאך שתיים, ואחר כך יוזרם האוויר – תוך עקיפת מנוע הטרבור-סילון – אל המבער האחורי, שיפעל בשלב זה כמנוע מגח-סילון, וכך תושג הפעלת מנוע אופטימלית במהירויות גבוהות, הסביר ארנס בספרו. למרות העניין המקצועי הרב בעבודתו ב**קרטיס-רייט**, ארנס בחר להיצמד לתוכניתו המקורית ולשוב ארצה בדצמבר 1957.

## פרופסור חבר בטכניון

למחרת הגעתו ארצה התייצב ארנס במחלקה להנדסת אווירונאוטיקה בקמפוס החדש של הטכניון בנווה-שאנן. בהעדר מרצים בתחום ההנעה, גויס ארנס לסגל המחלקה בדרגת עוזר מחקר, הגם שלא השלים את לימודי הדוקטורט שלו – על בסיס התמחותו במקצועות ההנעה והניסיון המקצועי שצבר בחברת **קרטיס-רייט**. ארנס קיבל משרד בקומה השנייה של בניין המחלקה החדשה שבנייתו הושלמה לא מכבר, והחל להרצות לסטודנטים של ארבעת המחזורים הראשונים שלמדה אז במחלקה.

המחלקה להנדסת אווירונאוטיקה בטכניון הוקמה בימים בהם מעטים האמינו באפשרות שתקום תעשייה אווירונאוטית בישראל. "רבים חשבו שמדובר בחלום לא הגיוני ובלתי-מציאותי. לחבריי בסגל ההוראה במחלקה לא היה כל ניסיון מעשי בעבודה בתעשייה. הסטודנטים, למרות העניין שגילו בנושא המטוסים, לא העזו לשאוף להשתתף בעיצוב ותיכון מטוסים בישראל", העיד ארנס בספרו. חרף זאת, ארנס היה שותף לחזונו של ראש הממשלה דוד בן-גוריון, שהורה להקים את המחלקה מתוך כוונה להכשיר מהנדסים שישימשו כבסיס להקמת תעשייה אווירונאוטית עצמאית בישראל. ארנס היה נחוש בדעתו לעשות שינוי תודעתי בקרב תלמידיו ולעודד אותם להאמין בחזונו.

בעוד שנטיית ליבם של עמיתיו לסגל ההוראה הייתה אקדמית-מחקרית, הרי שגישתו של ארנס הייתה להכשיר מהנדסים לתעשייה, ועל כן החל ללמד גם את מקצועות התכן, שטרם שולבו בתוכנית הלימודים. בראיון שערך עימו בשנת 2012 נשיא הטכניון לשעבר, פרופ'

ארנס ושווימר מארחים בתע"א את ראש הממשלה ושר הביטחון לשעבר דוד בן-גוריון (צילום: פריץ כהן, לע"מ)



ובארה"ב, ולמדה את תכונותיהם. ב-7 במאי הגיש ארנס לשר התחבורה את המלצות הוועדה, ולפיהן הנמל בלוד מתאים לקלוט גם מטוסים על-קוליים, הן מבחינת תשתיות השדה וחרף קרבתו לגבול. הוועדה הפריכה את החשש מבומים על-קוליים, שכן אלו יבוצעו במרחק כ-80 ק"מ מהשדה, הרחק מעל לים התיכון. עם זאת המליצה הוועדה על הקמת בניין נתיבות חדש, שיהיה מרוחק יותר מהמסלולים בהשוואה לטרמינל הקיים. בפועל, משרד התחבורה בחר לבסוף להרחיב את הטרמינל הקיים.

## סמנכ"ל הנדסה בתע"א

עם הגידול בהיקפי הפעילות ההנדסית באגף ההנדסה בתע"א במחצית הראשונה של שנות ה-60, גברה ההתעניינות בקרב בוגרי המחלקה להנדסת אווירונאוטיקה בטכניון באפשרויות התעסוקה באגף, והכף החלה לנטות מרפא"ל לטובת התע"א. קליטתם של בוגרים רבים באגף תרמה אמנם להתעצמות היכולות ההנדסיות, אך עדיין חסרו תשתיות ההנדסיות לפיתוח עצמי מלא של כלי-טיס. סיום עבודות התכן להסבות מטוסי הסטראטוקרוזר בשנת 1964 הובילו את הנהלת התע"א לערוך שינויים ארגוניים במבנה החברה, שבמסגרתם התמנה ארנס ב-22 במאי כסמנכ"ל להנדסה. במסגרת הארגון מחדש הוקם מפעל ב' (מב"ת), שעסק בפיתוח טיילי הגבריאל והוכפף ישירות לסמנכ"ל להנדסה.

בחיפוש אחר פרויקט תכן חדש, בעל פוטנציאל ייצור ומכירה, שיעסיק את אגף ההנדסה המורחב בראשותו של ארנס, נמצא שקיים צורך במטוס ל-18 נוסעים אשר יוכל להמריא ולנחות ממסלולים קצרים ובלתי מוכשרים. במאי 1966 הוקם באגף הנדסה משרד לניהול פרויקט מטוס ערבה, שהוכווון לפלח שוק זה. בראש המשרד עמד המהנדס הצעיר והמבטיח דב סער, בוגר המחזור הראשון של המחלקה להנדסת אווירונאוטיקה בטכניון. האחריות על פיתוח המטוס הוטלה על כתפיו של ארנס. היה עליו להכשיר את אגף ההנדסה לקראת שלבי התכן המפורט, כאשר היה צורך בהקמתן, יש מאין, של מחלקות הנדסיות חדשות. ארנס גילה מעורבות מעמיקה בהתקדמות תהליך התכן בענפי ההנדסה השונים. הוא נהג לפקוד את משרדי המהנדסים

השאפתני, שנקרא בשעתו גת. "הטייל, ששמו הוסב לגבריאל, הונע בדלק מוצק וצויד במערכת הנחיה מכ"מית חצי-אקטיבית. התוספת העיקרית שנעשתה בטייל כדי שיוכל למלא את משימתו הימית הייתה היגוי שמבוסס על מד גובה (אלטימטר), שאפשר לו לטוס מעל גובה הגלים בדרכו למטרה", סיפר ארנס. חרף קשיי הפיתוח ושורת כישלונות שפקדה את ניסויי השיגור הראשונים, הפרויקט מומן בתמיכת מנכ"ל משרד הביטחון, שהאמין בהצלחתו כמענה לספינות חיל הים אל מול איום טילי היס-ים סטיקס של חיל הים המצרי. "שיגורי הניסוי של הגבריאל נערכו ליד עתלית. מדי כמה חודשים היינו מתכנסים שם וצופים בשיגור הטייל לעבר מטרה בים, ובכל פעם ראינו כיצד הטייל צולל לים בלי לפגוע במטרה, וחזרנו אל לחות השרטוט", העיד ארנס. אולם עם הזמן המהנדסים התגברו על קשיי הפיתוח וטיילי הניסוי פגעו במטרות. "זו הייתה רק ההתחלה. היה צריך לפתח מערכת בקרת-ייר, ואת הנושא הזה העברנו לביצוע לחברה איטלקית. המשגר פותח בידי חטיבת ההנדסה של התעשייה האווירית", סיכם ארנס. בסופו של דבר, הגבריאל הפך לסיפור הצלחה. היה זה טיל היס-ים המערבי הראשון שנתן מענה לאיום טילי הסטיקס, ואשר הוכיח עצמו בקרבות טילי הים הראשונים בהיסטוריה שנערכו במלחמת יום הכיפורים.

## ועדה לנמל תעופה חדש

ב-21 בינואר 1964, שר התחבורה ישראל בר-יהודה מינה את ארנס לעמוד בראש ועדת מומחים לבחינת הצרכים ההנדסיים והמב-ציעים של נמל התעופה הבינלאומי של ישראל, על פי התחזיות לעשור הקרוב. באותה עת חל גידול משמעותי בתנועת הנוסעים בנמל התעופה לוד, וניטש ויכוח נוקב האם יש לשפץ ולהרחיב את בית הנתיבות הקיים (טרמינל 1) או להקים בית נתיבות חדש. לצד זה, היו גורמים שצדדו בהקמת נמל תעופה חדש במיקום שונה, כדי להיערך לכניסתם הצפויה לשירות של מטוסי נוסעים על-קוליים.

ועדת ארנס, כפי שנקראה, הורכבה ממומחי תעופה מהטכניון, מחיל האוויר, מחברת אל-על, מאגף התעופה האזרחית ומנמל התעופה לוד. משלחת מטעם הוועדה ביקרה במשרדי התכן של מטוסי הנוסעים העל-קוליים באירופה

להשאל את ארנס לתע"א, וסוכם שארנס ימשיך ללמד בטכניון יום בשבוע (הוא התמיד במחויבותו זו במשך 3 שנים מיום השאלתו לתע"א).

ב-13 באוקטובר 1962 החל ארנס לעבוד כמהנדס הראשי של התע"א וכראש אגף הנדסה, וניגש לנצל על מיזם הסבת מטוסי הסטראטוקרוזר. מפקד חיל האוויר, אלוף עזר ויצמן, התנגד נמרצות לרכישת מטוסי הסטראטוקרוזר המיושנים, אולם סגן שר הביטחון שמעון פרס ומנכ"ל המשרד משה קשתי השתכנעו מטיעוני הבעד של שווימר. ויצמן נאלץ לקבל את החלטת משרד הביטחון, אך הוציא מפרט דרישות דרקוני למטוסים המשופצים. ארנס לא האמין למראה עיניו כשקרא את המפרט: "זה היה אבסורד. הדרישות הטכניות היו בלתי מעשיות. המחירים היו בלתי הגיוניים. לוח הזמנים היה מדהים", העיר בתגובה. ארנס שכתב מחדש את מפרט הדרישות המקורי, לאחר שניהל ויכוחים נוקבים עם שווימר מבית ועם חיל האוויר כלקוח. הוא הוכיח, שהיצמדות למפרט טכני פשוט יותר יעניק למטוס יעילות מבצעית רבה יותר. לצד זאת, ארנס הזהיר שמחיר היעד שנקבע למטוס אינו מציאותי.

כדי לממש את הפרויקט, היה על ארנס לפעול בשני מישורים: צמצום היקף השינויים, מחד גיסא, ועיבוי מצבת המהנדסים, מאידך גיסא. ארנס שלל את הכוונה להוסיף מדפים חדשים לכנפי המטוס ואת התוכנית להחליף את מנועי הבוכנה במנועי טורבו-סילון. הוא התמקד בשינויים מעשיים יותר, דוגמת התקנת דלתות צדפה גדולות במקטע הזנב להקלת העמסת מטענים גדולים וכלי-רכב והצנחתם בשעת טיסה, וכן בפיתוח גרסת סער שבה יותקן מקטע זנב שלם שייפתח סביב ציר צדי ויאפשר הנחתה קדמית של רכבים ומטענים כבדים. לעיבוי מצבת המהנדסים, ארנס פעל לגיוסם של מהנדסים מוכשרים ונלהבים, הן מהטכניון והן מקרב חוגי התעופה בארה"ב.

סגל המהנדסים בראשותו של ארנס פיתח מערכת הנחתה מורכבת, שתאפשר הצנחת מטענים צבאיים כבדים לכוותח הלוחמים בשטח. גוף המטוס הותאם לנשיאת מטענים בעלי נפח גדול מהמקובל במטוסים אלו, ותוכן המנגנון לפתיחת מקטע הזנב במלואו. אט אט יצרו ארנס וצוותו מטוס תובלה צבאי במחיר מציאה. הסטראטוקרוזרים הוכנסו לשירות חיל האוויר החל משנת 1964 תחת הכינוי ענק. התקנת הזנב המסתובב בוצעה רק בשני מטוסים, לאחר שנתגלו בעיות בתפעול שינוי זה.

הידיעות על פיתוח טילי קרקע-קרקע במצרים הניעו את שווימר לחשוב על אפשרות להיכנס לתחום פיתוח הטיילים, שהיה אז נחלתה הבלעדית של רפא"ל. באותה עת הופסק פיתוחו של טיל הקרקע-קרקע לוז ברפא"ל, שהסיטה את משאביה לטובת פיתוח מענה לטיילים המצריים. המהנדס אורי אבן-טוב, שעבד בפרויקט הלז ברפא"ל, הגה רעיון חדשני לניווט הטייל במתאר יס-ים, לאחר שרפא"ל הגיעה למבוי סתום בניסיון הסבת הטייל למתאר זה. שווימר זיהה את הפוטנציאל להמשך פיתוחה של גרסתו הימית של הלז, והצליח לשכנע את משרד הביטחון להעביר את אורי אבן-טוב יחד עם הפרויקט לאגף ההנדסה בתע"א.

שווימר מינה את ארנס לפקח על הפרויקט



ראשי התחומים והיחידות בחטיבת הנדסה בראשות ארנס. יושבים מימין לשמאל: מאיר סיוון, יצחק גוטמן (בן-צבי), אברהם גרפמן, משה ארנס, ד"ר אבינועם ליבאי, אמיל פורן, הרי מנקוטה, דב סער ואילן דראל.





למעלה: אחרי טיסת הבכורה של מטוס הערבה ב-27 בנובמבר 1969. בחזית התמונה נראים (משמאל לימין): יוסף צינצנאיים (יועץ צרפתי), משה ארנס, מאיר סיוון, טייס הניסוי אברהם הכהן, והרי מנקוטה. למטה: ראשת הממשלה גולדה מאיר גוזרת את הסרט בטקס חנוכת הערבה ב-9 באפריל 1970 (ארנס שני מימין).



ארנס ושווימר נפגשו עם גרהארד ניומן, מנהל חטיבת המנועים בג'נרל אלקטריק, שהגיע לביקור בתע"א. ניומן תמך בפרויקט בתנאי שאכן יאושר על-ידי הממשל האמריקאי. כשהתקבל האישור המיוחל, החלו בחטיבת הנדסה לתכנן את התקנת ה-79 בגוף של שחק

נוכל להחליף את מנוע הסנקמה אטאר במנוע אמריקני, יהיה באפשרותנו לשפר באופן ניכר את ביצועי המטוס. היה מנוע אחד שהיה יכול להתאים לצורך זה, ה-79 של חברת ג'נרל אלקטריק, שבעיקרון היה אפשר להתקין אותו בגוף המטוס של המיראז' 5."

משה ארנס (משמאל) מקבל את פרס ביטחון ישראל על חלקו בפרויקט טכנולוגי מדי שר הביטחון משה דיין.



ולהתעדכן בנעשה. היו מי שתיארו אותו בשעתו כ"גננת עם סרגל חישוב ביד", והיו שדימוהו לבעל צעיר הממתין להולדת תינוקו הראשון.

## מנהל חטיבת הנדסה בתע"א

בעקבות החלטת ועדת השרים לענייני כלכלה להסב את התע"א מיחידת סמך של משרד הביטחון לחברה בע"מ, נערכו מספר שינויים ארגוניים בחברה כהכנה לצמיחה וגידול במספר המועסקים. במסגרת זו הפך אגף ההנדסה לחטיבת מטה עצמאית ב-29 ביולי 1968. ארנס קודם לתפקיד מנהל חטיבת ההנדסה בעודו ממשיך לכהן כסמנכ"ל הנדסה. במקביל לתהליך פיתוח מטוס הערבה, ארנס פעל נמרצות לעיבוי מערך התשתיות ההנדסיות שעמדו לרשות החטיבה. נבנה האנגר אב-טיפוס, בו עתידים היו להיבנות אבות-הטיפוס של הערבה, לצד דגם מעץ בקנה מידה מלא שסייע בתהליך התיכון.

בשנת 1967 נרכש המחשב הראשון של התע"א, שאפשר להתנתק מהתלות הבלעדית במחשב הראשי של משרד הביטחון. לצורך הפעלתו גויסו מומחי מחשב ומתמטיקאים, שפיתחו תוכנות סימולציה לשערוך ביצועים, לחישובי מעבר חום ועוד. בהמשך נרכשו מחשבים נוספים והוקמה מעבדת סימולציה ממוחשבת. בנוסף הוקמה מעבדה לניסויי קרקע, שבמסגרתה בוצעו ניסויי חוזק ומבנה שנדרשו במסגרת הדרישות לרישוי המטוס, וכן נבנה בניין מעבדות חדשני שכלל מעבדת הנדסת חומרים. בהמשך אף הוקמו משרדים והאנגר ייעודי לאגף ניסויי טיסה.

עוד לפני שנשתתפים פיתוח הערבה, החליט שווימר להיכנס לתחום מטוסי המנהלים הסילוניים. התע"א רכשה ב-1967 את זכויות הייצור למטוסי ה-1121 ג'ט קומנדר של חברת רוקוול סטנדרד האמריקנית, ועל חטיבת ההנדסה בראשות ארנס הוטל לפתח דגם משופר שנקרא 1123 קומודור ג'ט.

אבהטיפוס של הקומודור ג'ט אבד בטיסת הניסוי השלישית ב-21 בינואר 1970, לאחר שהמדף הימני בכנף נתקע במצב מורד ולא ניתן היה להשתלט על המטוס בתצורתו הא-סימטרית. למרבה המזל, הצליחו ארבעת אנשי הצוות לצנוח בשלום.

המזל לא שיחק לצוות אבהטיפוס של הערבה, שהתרסק בטיסת ניסוי בנובמבר 1970 כתוצאה מתופעת פרפור שלא נחזתה מראש. הייתה זו מכה קשה לחטיבת ההנדסה בפרט ולתע"א בכלל, וחלק מהאשמה נזקף גם לחובתו של ארנס. בעקבות האסון גויסו מומחים בנושא הפרפור, וסמוכות הכנפיים שכשלו בטיסת הניסוי הטראגית תוכנו מחדש. במקביל לפיתוחם של מטוסי הערבה והקומודור ג'ט, נדרשה חטיבת הנדסה להיכנס גם לתחום פיתוח מטוסי קרב. כמענה לאמברגו הצרפתי, גובשה במשרד הביטחון תוכנית דו-שלבית להתחיל בייצור ברישיון של מטוסי מיראז' 5 עם מנוע האטאר 9C המקורי (שכינו בישראל נשר) ולהמשיך לאחר מכן לייצר מטוסים כאלה עם מנוע אמריקני חזק יותר – הכפיר.

כפי שתיאר זאת ארנס: "אנחנו לא הסתפקנו בזאת [בייצור ברישיון] ורצינו לשפר את ביצועי המטוס. מנועי המטוסים האמריקניים נחשבו לטובים בהרבה מאלה הצרפתיים, וחשבנו שאם



דב סער מעניק לארנס שי עם חתימותיהם של עובדי החטיבה, בטקס פרישתו מהתע"א. משמאל: דוד אביר.



למעלה: שר הביטחון ארנס משיק את האסטרטגיה ב-1 בספטמבר 1983 במזיגת יין מתוך כד חרס עתיק. למטה: מנהל חטיבת ההנדסה משה בלומקין (משמאל) מארח את ארנס בהאנגר אב-טיפוס בו נבנה הלבאי.



דורמושבי שהתקבל מחיל האוויר. "מיניתי את יעקב ברבסט, בעבר תלמידי בטכניון, למנהל הפרויקט, שכונה בשם **טכנולוג**. בספטמבר 1970 ביצע אב-הטיפוס את טיסת הבכורה, כשבתא הטייס יושב דני שפירא, טייס הניסוי של חיל האוויר. הוא דיווח שביצועי המטוס עולים בהרבה על אלה של המיראז' 5 המונע במנוע צרפתי", סיכם ארנס.

למחרת הטיסה הראשונה של **הטכנולוג** זומן ארנס לשכתו של מנכ"ל משרד הביטחון, משה קשתי. פגישה זו סללה את הדרך להמשך פיתוחם של מטוסי קרב בתע"א, כפי שארנס התרשם: "קשתי, שהתרשם ללא ספק מהצלחת תוכנית **הטכנולוג**, בירך אותנו על הצלחתנו בשדרוגו של מטוס המיראז' 5. אחר כך הוא שאל אותי למה אזדקק כדי להשיג את היכולות הנדרשות לתיכון מטוס ישראלי מההתחלה ועד הסוף. מאחר שזו הייתה מטרתי זה כמה שנים, הייתה לי תשובה מוכנה. אמרתי לו שאנחנו זקוקים לנקבת-רוח כדי לבחון מודלים של מטוס קרב חדיש, ומימון להקמת מחלקה לתכן ראשוני שתתחיל במחקר על תצורות אפשריות למטוס קרב ישראלי. קשתי הסכים להקצות את התקציב הנדרש. נקבת-הרוח נבנתה בהמשך, והמחלקה לתכן ראשוני התחילה במחקר על תצורות אפשריות למטוס הקרב".

לפרויקט **הטכנולוג** הוענק בשנת 1971 פרס ביטחון ישראל, וארנס זכה בו כחלק מהצוות של התע"א.

## פרישה מהתעשייה האווירית

בספטמבר 1971 בחר ארנס לסיים את תפקידו בתע"א. בספרו האוטוביוגרפי כתב, שחש כי אין לו לאן להתקדם בתע"א – ומכאן ניתן ללמוד על שאיפתו שנכזבה להתמנות למנכ"ל החברה.

לתפקיד הסמנכ"ל להנדסה וראש חטיבת ההנדסה מונה במקומו פרופ' יוסף זינגר, שהושאל מהטכניון לתע"א (ראה "ביעף" e146 עמ' 16-20).

בסכמו את תקופת עבודתו בתע"א, כתב ארנס: "פרשתי מהתע"א אחרי כעשר שנים שבהן עמדתי בראש מחלקת ההנדסה של החברה. בעזרת תלמידי מן הטכניון הקמנו חברת תעופה-חלל לתפארת. מימשת את חלומי לסייע בהקמת תעשייה ביטחונית מתקדמת בישראל, כזו שתתרום תרומה מכרעת לביטחון ארצנו. כעבור שנים, כאשר כבר כיהנתי בתפקידים בכירים ביותר בממשלה, כאשר נשאלתי איזה תפקיד בקריירה היה המספק ביותר, עניתי בכנות שתפקיד ראש מחלקת ההנדסה בתעשייה האווירית, בשנים המעצבות האלה, הוא שהביא לי גאווה וסיפוק יותר מכל".

## תמיכה פוליטית בתעשייה

לאחר פרישתו מהתע"א פנה ארנס לקריירה פוליטית בתנועת הליכוד, שבמהלכה כיהן כחבר כנסת בשש כנסות, כיו"ר ועדת החוץ והביטחון, כשגריר ישראל בארה"ב, כשר החוץ, ושלוש פעמים נפרדות כשר הביטחון. ממרום מעמדו הפוליטי, הוא התמיד לסייע ולתמוך בפיתוח התעשייה האווירונאוטית במדינה, ופעל ללא ליאות לקידום הפיתוח והייצור של כלי-טיס, טילים ולוויינים בישראל. "ארנס הוא איש עם חזון חד, ברור ובלתי





ארנס מארח את חבר הקונגרס האמריקני ג'ק קמפ בתא הטייס של ה**לביא** בטקס הגלילה ב-1986.

גם כשכיהן לאחר מכן עוד פעמיים כשר הביטחון, המשיך לתמוך בתוכניות פיתוח חדשות בתעשייה הישראלית, כדוגמת פרויקט החץ. מעורבותו בתהליכי קבלת ההחלטות וניצול קשריו הטובים בארה"ב סייעו רבות לגיוס המימון הדרוש.

כפי שסיכם עובדיה הררי: "בתור שר ביטחון, הוא נלחם על פרויקטים שהצבא לא רצה אותם. רמטכ"לים ומנכ"לי משרד הביטחון התנגדו לחלק מהפרויקטים מסיבה כספית. הם הבינו שאם הולכים לפתח את החץ, או את משגר הלוויינים, או לוויינים – זה הרבה כסף שיבוא על חשבון דברים אחרים. והוא, בעקשנות שלו, ראה עשר, עשרים שנים קדימה, באותם הדברים שאנחנו מתפארים בהם כיום, שמהווים מקור להרתעה וגדולה".

## אחרית דבר

משה ארנס נפטר ב-7 בינואר 2019 בגיל 93. "לא היה פטריט גדול ממנו. תרומתו העצומה של משה ארנס לעמנו ולמדינתנו תיזכר לעד", ספד לו ראש הממשלה, בנימין נתניהו. בהודעה שפרסמה התע"א לאחר פטירתו נכתב: "ארנס ייזכר בליבו כמי שנלחם עבור התעשייה הביטחונית הישראלית, פרץ גבולות והביא את התע"א לשיאים חדשים. מורשתו ופועלו למען התע"א וביטחון המדינה ימשיכו ללוות אותנו".

הראל לוקר, יו"ר דירקטוריון התע"א, כתב בדברי ההספד לארנס: "אנו נפרדים היום מאחד מעמודי התווך של מדינת ישראל, מערכת הביטחון, והתע"א. אני נרגש להיפרד ממישה היום, בשם עשרות אלפי עובדי התע"א לדורותיהם... הוא ליווה את התע"א בכל אחד מהצמתים בחייו משום שהוא היה שייך לחבורה מאוד מצומצמת של אנשים – בן גוריון, פרס ואל שווימר, שהם האבות המייסדים של החברה, ואנו כמדינה חבים לכולם ולמישה חוב גדול".

המחבר מודה למשה גרידי, מנהל ארכיון התע"א, ולאיית קרן, מנהל ארכיון הטכניון ע"ש נסיהו, על הסיוע באיסוף החומרים לכתבה.



דגם של ה**לביא** לניסויים בנקבת-רוח מוצג בפני ארנס (שלישי מימין) במהלך ביקורו בתע"א בשנות ה-80.

ישראל לא תוכל להקצות את מלוא התקציב הדרוש לפיתוח ה**לביא**, ארנס הציע בפניהם לנצל את כהונתו בווינגטון להשגת מימון אמריקני לפרויקט. "הם הקשיבו לי בסבלנות, אבל לא הפגינו התלהבות כלפי הצעתי", כתב ארנס, "אני, בכל אופן, יצאתי לווינגטון כשאני נחוש בדעתי למצוא תמיכה כספית אמריקנית לפרויקט ה**לביא**. כפי שיתברר בעתיד, הצלחתי מעבר לחלומותי הפרועים ביותר".

כשגריר בארה"ב מילא ארנס תפקיד מכריע בשכנוע הממשל והקונגרס לתמוך בפרויקט ה**לביא**, הן במתן סיוע טכנולוגי מצדן של חברות אמריקניות, והן בהסכמה יוצאת דופן של הקונגרס לאפשר את המרת כספי הסיוע האמריקני לשקלים.

ארנס המשיך לתמוך בדבקות בפרויקט ה**לביא** גם לאחר ששב ארצה ב-1983 וכיהן כשר הביטחון. בעקבות ההחלטה הדרמטית ב-30 באוגוסט 1987, שהכריעה על חודו של קול לסגור את תוכנית ה**לביא**, ארנס התפטר במחאה מחברתו בממשלה. סגירת הפרויקט, שהוגדרה על ידו כ"החלטה אומללה", הייתה בעיניו ההחמצה הגדולה ביותר בקריירה המקצועית שלו.

מתפשר, המאמין באמונה שלמה בגאונות של עם ישראל וביכולתו לפתח ולספק למדינה מערכות ופתרונות ייחודיים שאינם עומדים בכל פרופורציה לגודלה של מדינת ישראל, היטיב לתארו עובדיה הררי, שעמד בראש פרויקט ה**לביא** ולימים כיהן כמשנה למנכ"ל התע"א.

בפברואר 1980, בעוד ארנס מכהן כיו"ר ועדת החוץ והביטחון של הכנסת, החליטה ממשלת ישראל על פיתוח מטוס קרב מקורי בישראל – ה**לביא**. "על הפיתוח הזה חלמתי עוד בימי בתעשייה האווירית והכנתי את התשתית לפרויקט מעין זה. לא היה לי כל ספק, כי למהנדסי התעשייה האווירית יש היכולות הנדרשות לבניית מטוס קרב ישראלי מהדרגה הראשונה", כתב ארנס. "התוכנית זכתה לתמיכה נלהבת מצדי, ואחרי דיון בוועדה הצעתי שזו תחליט על תמיכתה בפרויקט".

בתחילת 1982 נענה ארנס לבקשתו של ראש הממשלה מנחם בגין להתמנות לשגריר ישראל בארה"ב. בטרם צאתו לווינגטון נועד עם שר הביטחון דאז, אריאל שרון, ועם מפקד חיל האוויר, אלוף דוד עברי. כמי שסבר שמדינת

ארנס זכה ב-2013 בחברות כבוד באגודה למדעי התעופה והחלל בישראל, מידי היו"ר דאז עמנואל בלאס.



# הטיסה המבצעית הראשונה של מזל"ט ישראלי בעורף האויב: הסיפור המלא

מהנדס אווירונאוטיקה צעיר בתע"א, שהיה בין הבוודים בארץ באותה תקופה שעסק כתחביב בתחום חדשני זה.

**נפתלי הורוביץ**, שהיה חבר מערכת "ביעף" מראשית הופעת כתב-העת בשנת 1972 ועד 1995, כשפרסם כתבות בנושאי טיסנאות וטיסה במטוסים קלים, נענה לבקשתו לתאר את **מבצע טיסן** שבו היה מעורב לפני יובל שנים ולהעמיד את העובדות ההיסטוריות על דיוקן.

האינטרנט. לאחר ששרק את מודעות הפרסומת בירחוני הטיסנים, החליט עזרא לרכוש טיסן מסוג **Thunder Ball Swept** מתוצרת חברת **Lanier** מג'ורג'יה בארה"ב. היה זה קיט של טיסן כמעט מוכן לטיסה העשוי מפלסטיק קשיח, עם מוטת כנף של 1.65 מטר, המותאם למנוע שתי פעימות בנפח 10 סמ"ק, במשקל 2.7 ק"ג, עם כרנסע קבוע בעל גלגל קדמי. מחירו היה כ-46 דולר בלבד – ועל זה רבו כל כך הרבה זמן, ללמדכם שלא הכסף הייתה הבעיה. הקיט הכיל את כל חלקי הטיסן מפורקים, דבק ואביזרים לחיבורי ההגאים. את חופת הטיסן הוחלט שלא להרכיב. את המנוע, מכל דלק בנפח 300 סמ"ק ומכשיר הבקרה (שלט) היה צורך לרכוש בנפרד. באותה התקופה לא ניתן היה לרכוש ערכות כאלה בארץ, ומשימת הרכש של שלוש ערכות הועברה למשלחת הקניות של משרד הביטחון בארה"ב. במטרה להתאים לפרויקט את התצורה

את הטיסן רס"ן שלמה ברק (ברייטשטיין), שבשנות ה-50' היה אלוף הארץ בטיסני מנוע חופשיים (ללא ניהוג כלשהו). רעיון המזל"ט מצא חן בעיני שלמה והוא שיתף את סא"ל עזרא דותן, שהיה גם טייס קרב מצטיין וגם הטיסנאי הראשון בארץ שהצליח ללמד את עצמו להטיס טיסני רדיו. עזרא נתם למאמץ, והשלושה פתחו מחדש את הדיון בהצעה בפני מפקדי צה"ל. לאחר יוכוחים ובדיקות היתכנות, הוחלט לבצע את הפרויקט ביחידה הטכנולוגית של אגף המודיעין.

חלוקת התפקידים הייתה ברורה: שלמה ברק המשלב והמכונאי, עזרא דותן המטיס ומהנדס המערכת, היחידה הטכנולוגית אחראית להביא את המצלמה, ושבתאי ימשיך במאמציו לקדם את הפרויקט ולתאם אותו מבצעת עם היחידות בתעלה.

עזרא החל בחיפושים אחר טיסן מתאים למשימה – חיפוש לא פשוט בעידן שלפני

איסוף מודיעין חזותי מעבר לקווי האויב באמצעות כלי-טיס בלתי מאוישים (כטב"מים) נהוגים מרחוק נראה כיום כברור מאליו ונפוץ מאוד בכל רחבי העולם. הרעיון פותח בישראל לפני כיוכל שנים, ביוזמה של קצין המודיעין שבתאי בריל, שגייס לסיועו את טייסי חיל האוויר שלמה ברק ועזרא דותן. המשימה המבצעית הראשונה לצילום מתקנים מצריים חשודים מעבר לתעלת סואץ באמצעות טיסן נהוג-רדיו שצויד במצלמה בוצעה ב-7 ביולי 1969, כאשר את הטיסן הטיס בנועזות נפתלי הורוביץ –

## הדרישה המבצעית

בתקופה שלאחר מלחמת ששת הימים זיהה המודיעין התארגנות מצרית למלחמה, שהתפתחה בסופו של דבר למלחמת התשה קטלנית. בעיקר חששו מהכנסת ציוד מסתורי לחורשה מעבר לתעלה באזור איסמעיליה, כאשר הן המודיעין והן חיל האוויר לא היו מסוגלים לפענח את סוג הציוד. בשל העברת טיילי קרקע-אוויר של המצרים לאזור התעלה, נאלצו מטוסי **השחק** לצלום לבצע תרגיל נסיקה לגובה 70,000 רגל, ומהצילומים בגובה זה לא ניתן היה לפענח דבר.

## פיתוח הפתרון המבצעי

הרעיון לצייד כלי-טיס קטן נהוג מרחוק במצלמה לצורך צילום מתקני אויב הועלה בגרמניה הנאצית כבר בשנת 1939. התקנה כזאת בוצעה באב-הטיפוס של **הארגוס 292**, שביצע צילומים ראשוניים באוקטובר אותה שנה. כטב"מים סדרתיים כאלה סופקו ללופטוואפה בשנים 1942-43, אך לא זכו להצלחה רבה.

בסוף שנות ה-60' של המאה הקודמת היו בארץ רק שלושה אנשים שהטיסו טיסנים נהוגים בגלי רדיו, כך שהנושא היה מוצנע ובילתי מוכר בציבור. לכן, הייתה חשיבות רבה למאמציו של רס"ן שבתאי בריל מהמודיעין להבאת נושא הטיסנים הנהוגים מרחוק למודעות מפקדי צה"ל. בהיותו בשליחות בארה"ב נחשף שבתאי להטסת טיסני רדיו, שם התחום הזה היה פופולרי כבר אז. למרות שלא הכיר את הפרויקט הנאצי, עלה במוחו הקודח הרעיון לצייד טיסן במצלמה, כדי שיטוס בגובה נמוך ויצלם את הציוד המסתורי שהוכנס לחורשה באיסמעיליה.

מייד עם שובו לארץ החל שבתאי במאמצים לשכנע את יחידת פיתוח אמצעי לחימה בחיל האוויר ברעיון המזל"ט, אך הם דחו זאת על הסף בטענה שהם "אינם מתכוונים לעסוק בצעצועים".

שבתאי לא התייאש, וחדור אמונה בהצלחת הרעיון החל לחפש גורמים שיעזרו לקדם ולממש אותו. לאחר חיפושים קדחתניים פגש

מודעת פרסומת לטיסן. תמורת 3 דולרים נוספים ניתן היה לקבל את הגרסה עם הכנפיים המשוכות לאחר.

11 Models to choose from!

**LANIER Ready-to-Fly in Color**

you Just

1. Glue pre-cut wing halves together.
2. Mount tail surfaces.
3. Attach control surfaces.
4. Install engine and equipment (not included).

**Features**

Wing and Stabilizer are Molded Foam Cores.

Fuselage is Vacuum Formed AIR-O-SHEET Complete...Everything Ready-to-Use.

Preformed Nose and Main Gear...Preformed Aileron Linkage. Epoxy and AIR-O-CEMENT.

Surfaces are PRE-COVERED and Fuel Proof, Smooth and Non-porous.

Interchangeable Spare Parts Available. Complete Instructions with every kit.

Send 10¢ for Complete Data and Catalog.

**LANIER Industries, Inc.**  
Oakwood, Ga. 30556 404-532-6401

**Semi-Scale F-86**

**Sabre**

Model is designed to fly with 10 channels or proportional Rudder, motor, elevator, trim, and aileron control.

**FLIES COMPLETE AMA PATTERN**

Span 63" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines

Span 63" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines

**COMET** READY-TO-FLY R/C

Features Fuel Access Hatch

Span 60" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines

Uses 10 channels or proportional Rudder, motor, elevator, trim, and aileron control.

**FLIES COMPLETE AMA PATTERN**

Span 60" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines

**Thunder BALL** READY-TO-FLY R/C

Model is designed to fly with 10 channels or proportional Rudder, motor, elevator, trim, and aileron control.

Span 60" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines

**BRONCO** READY-TO-FLY R/C

Model is designed to fly with 10 channels or proportional Rudder, motor, elevator, trim, and aileron control.

Span 60" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines

**TRANSIT** THE READY TO FLY R/C TRAINER

Model is designed to fly with 10 channels or proportional Rudder, motor, elevator, trim, and aileron control.

Span 60" Area 430 sq. in. Sps-122 Aileron For .45 to .60 Engines



וראיתי דה-שבו צבאית מקרטעת ומתנדנדת, ומי יושב בתוכה אם לא ידידי שלמה ברק, ולצדו טיסון אדום-לבן. לפי כיוון הנסיעה נחשתי, שהוא נוסע לשדה סירקין. היות וכל הזמן הייתי סקרן לראות את התקדמות הפרויקט, החלטתי לנסוע לסירקין עם הטיסון שלי שבוע לאחר מכן, באמתלה תמימה שבאתי להטיס את הטיסון שלי, ובתקווה שאפגוש שם את צוות התאגיד **בול**. ואכן, כשהגעתי ראיתי **פיפר סופר קאב** חונה בצד מסלול 29 ולידו התגודדות מסביב לטיסון.

באותה תקופה נבנו מכשירי הבקרה באיפנון AM והיו רגישים מאוד להפרעות התדר הקבוע שלהם, לכן היה צורך לכבות את כל המשרדים בתדר הזהה למשדר השולט. אך טבעי היה, שהתקרבותי ב"תמימות" לברר תדרים ולתאם סגירת משרדים. התכונתי שמישהו מהצוות יגרש אותי, אך שלמה ברק זיהה אותי וקידם את פני שמחה, וגם הכיר לי את כל הצוות. זו הייתה הפעם הראשונה שנפגשתי עם עזרא דותן, אדם גדול, רציני ומרשים.

התברר, כי גם בתצורת התאגיד **בול** יש צורך בניסויי טיסה ובהתגלות לתנודות הגלגול ההולנדי, שהתגברו עם הגדלת היציבות הספירלית, ולכן יצאו לאימוני הסטה וגם לטיסות ניסוי המערכת.

לאחר הסטת הטיסון נכנס עזרא ל**פיפר**, חגר את בנו הקטן והמריא על מסלול 03 כשהוא מאיץ בגובה נמוך ונוסק בחדות, מראה שלא הרפה ממני וגרם לי להיות "ירוק" עד שיכולתי לבצע זאת בעצמי.

בתחילת יולי 1969 נפגשתי עם שלמה ברק לבקשתו, והוא סיפר לי כי הטיסון מוכן מבצעית לאחר כל הניסויים והכוונונים. הבעיה הייתה שמפקדת חיל האוויר שמעה על הניסוי ועל השתתפות אחד מבחירי טייסי הקרב כמטיס טיסון, ונחרדה. היות תחילת המלחמה ההתשה, ופרט לארטיילריה הציבו מחצית צלפים מול המעוז, שטיפסו על עצי החורשה לשיפור עמדות הירי וצלפו בכל מי שזר. צלפים אלו כונו בעגה הצבאית "הקופים", כי מרחוק הם נראו כמו קופים המטפסים על עצים. עד אותו הזמן לא הצליחו הצלפים המצרים לגנוע במישהו. כמובן, שמפקדת חיל האוויר אסרה בתוקף על עזרא להשתתף בהטסה באזור התעלה המיועד.

שלמה שאל אותי אם אהיה מוכן לבצע את הטיסה במקום סא"ל דותן, ומייד קפצתי על ה"מציאה" כמוצא שלל רב. קבענו שאגיע לבסיס סירקין בכדי להכיר את הטיסון ולהתרגל לתכונות ההטסה המיוחדות שלו.

בבואי לשדה ראיתי ציוד מיוחד שלא היה מוכר לי. על חצובה הותקנו שתי משקפות מקבילות על ציר שאפשר את הזזתן לצדדים באמצעות מוט מכונן. הוסבר לי כי ההטסה תתבצע עד למרחק של 3 ק"מ, והיות וקשר עין עם טיסון כזה מוגבל ל-500 מטר, הוחלט כי שלמה ברק יהיה התצפיתן שיכוון את המשקפות ויעקוב אחר הטיסון המתרחק, בעוד המטיס יסתכל במשקפת השנייה ויוכל לראות ולהכניס את תיקוני ההטסה הנדרשים. טיסות כאלה בוצעו בעבר ללא בעיות.

לשאלתי איך ניתן יהיה להגיע לטווח כזה עם משדר חובבים, הרגיעו אותי וסיפרו לי על פיתוח מגבר מיוחד המגדיל את טווח השליטה מעבר ל-3 ק"מ. בנוסף לכך, בכדי להגדיל את שרידות כלי-הטיס, הורדה רגישות המקלט



עזרא דותן (מחזיק את המשדר) ושלמה ברק בודקים את פעולת המנוע בסירקין.

סירקין, שהיה אז שדה פעיל. הכניסה שלנו לבסיס התאפשרה בזכות תעודות הקצין שהיו ברשותנו. מתוך עשר הטיסות שביצעתי, ארבע היו מוצלחות ביותר, בהן הדגים הכלי יציבות ספירלית ואורכית גבוהה, והיה קל מאוד להטסה. שש הטיסות האחרות הסתיימו באיבוד שליטה רוחבית מייד בהמראה, בגלל גמישות התקנת הכנף שגרמה לאי-יציבות רוחבית. לאחר כישלון אחד כזה ספגתי "מחמאה" ממכונאי בחיל האוויר, שצפה בניסוי, הסתכל לכיווני ואמר: "מזל שבחיל האוויר אין טייסים מצ'וקמקים כאלה".

פתרון בעיית הגמישות הוערך בתוספת משקל של כק"ג אחד. בעיה נוספת הייתה נעוצה ביחס הספק/משקל נמוך מדי, כיוון שהערכת המשקל המלא להמראה הייתה מעל עשרה ק"ג – משקל גבוה מדי למנוע בהספק של כ"ס אחד. זאת לעומת התאגיד **בול**, שמשקלו כ-6 ק"ג כולל הכול. והחיסרון הגדול – הזמן הנדרש לחיבור הכנף למסבך שעל הגוף היה ממושך מאוד, בגלל הצורך להשחיל 50 ברגים לתוך צינורות חלולים, כולל דסקיות משני הצדדים ואבטחת לוקטייט, שהקשתה על שחרור הברגים לאחר טיסה. התהליך ארך כשעה להרכיב ומעל שעה לפרק, ולא היה קביל על הצוות. לאור זאת הוחלט להפסיק לפתח תצורה זו ולהתרכז בפיתוח הטיסון המבוסס על תצורה קונבנציונלית, התאגיד **בול**.

ביום ששי אחד בשעות אחה"צ המוקדמות, בעודי יושב באוטובוס לחיפה לבקר את משפחתה של אשתי, הבטתי מבעד לחלון

נפתלי הורוביץ עם הטיסון בשדה סירקין. ניתן לראות את האנטנות המיוחדות ואת מארז המטע"ד. מהמשדר משתלשל רתמה שחבורה למצברים חיצוניים עקב ההספק הגבוה הדרוש למשימה. הייתה זו הנדסת אנוש יעילה, משום שהמשדר עם המצברים שקלו מעל 3.5 ק"ג, דבר שהיה מקשה מאוד על תפעול הסטיקים.



האווירודינמית היציבה ביותר, נבחר טיסון עם כנפיים משוכות לאחור, והדהידרל הגדול ל-6 מעלות. פעולות אלו הצילו את המשימה, כפי שיתואר בהמשך.

כשהפרויקט היה עדיין בשלב התחלתי, התרגשתי מאוד כשקיבלתי שיחת טלפון משלמה ברק. שלמה היה האליל שלי עוד כשהייתי בכיתה ב', לאחר שקראתי את הכתבה "טיסנים בשמי העמק", שהתפרסמה בביטאון חיל האוויר מספר 21 (נובמבר-דצמבר 1952). בכתבה תוארה טיסת הניצחון של שלמה ברייטשטיין עם טיסון **נשר**, כפי שנצפה על-ידי טייס ה**פיפר קאב** המלווה, יהושע הורוביץ. הטיסה, שנמשכה 22 דקות ו-26 שניות, התאפשרה בזכות הבנייה המדויקת, מיקום נכון של מרכז הכובד והכוונונים הקפדניים, שגרמו לטיסון להיות יציב ספירלית וכך בוצעה הטיסה במעגלים רחבים ללא בקרת טיסה כלשהיא. שלמה זכה במקום הראשון בתחרות טיב בנייה וגם במקום הראשון בתחרות זמן הטיסה הארוך ביותר. כלומר, בנוסף לאישיות הלבבית, היו לשלמה ידי זהב שקידמו מאוד את הפרויקט ומנעו תקלות מיותרות.

בשיחה ביקש שלמה להיפגש איתי בנושא "שהוא לא לטלפון". תיארתי לעצמי מה יכול להיות הנושא שבגינו פנה דווקא אלי, כי מהנדסי אווירונאוטיקה היו רבים, אך אני הייתי המהנדס היחיד אז שגם הטיס טיסנים. בפגישתנו, שהתקיימה בבית, ביקש שלמה כמעט בחלישה לקבל ממני את רשימת כל האביזרים החסרים להשלמת שלוב המערכת בטיסון, שאינם מסופקים בקיט. הוא הסביר, כי האביזרים מיועדים לפרויקט סודי והוא אינו יכול לגלות את פרטיו. הצעתי כמובן סיוע בחישובים הנדרשים, אך שלמה אמר כי הנושא כבר מכוסה.

לא היה אז מדפסות, לכן התיישבתי לכתוב בכתב יד בצורה מסודרת את פרטי כל האביזרים הדרושים, כולל מספר סידורי, תיאור החלק, מספר קטלוגי, מחיר וכתובת הספק בארה"ב של כל פריט – זאת בדומה לרשימת החלקים המלווה כל סרטוט הנדסי. מסרתי את הרשימות לשלמה והוא הודה לי, ומאז לא היה לי כל קשר לפרויקט עד אשר...

ובינתיים, פנה אלי המהנדס ד"ר עזריאל לורבר ושאל אם אהיה מוכן להטיס כלי-טיס מסוג חדש. שמחתי מאוד על ההצעה והמחמאה. בפגישתנו גילה לי עזריאל כי הוא מצא לי לאותו הפרויקט כלי-טיס המבוסס לא על כנף קונבנציונלית, אלא על כנף של גלשן אוויר (Rogalo Wing). להערכתו, תצורה כזאת תהיה יותר יעילה בזכות עומס הכנף הנמוך, והגרר שהיא יוצרת לא יהווה בעיה לשהייה, בגלל זמן הטיסה הקצר שאינו מחייב כמות דלק גדולה. הצעתו נשמעה הגיונית מבחינה טכנית, אך מעשית היה הסיפור שונה לחלוטין.

הטיסון, שנבנה על-ידי עזריאל במו ידיו מאפס, היה מורכב מגוף הנושא זנב קונבנציונלי, עם כנף רוגאלו מחוברת על מסבך היוצא מהגוף באמצעות 50 ברגים, דסקיות ואומים. המנוע היה מסוג **ובר** 61, עוד מלפני עידן השנורל (סעפת יניקה משלושה כיוונים מסביב לצילינדר, המשפרת את הספק המנוע וחוסכת דלק), ובהספק של קרוב לכ"ס אחד בלבד. הטיסון המוכן לטיסה שקל 6 ק"ג ללא דלק וללא המצלמה.

ניסויי הטיסה התבצעו בבסיס חיל האוויר

להתאושש. ברגע שהטיסן הגיע לגובה המשימה הפניתי אותו לכיוון דרום-מזרח לפי התוכנית וטסנו לפי זמן. שלמה קלט את הטיסן במשקפת, ואחריו גם אני. ברגע שהגענו לנקודה שבה הייתי אמור לפנות ימינה ולטוס לאורך התעלה מעל החורשה, צצה הפתעה השלישית: הטיסן נכנס לתוך ענן ונעלם.

שלמה הזדקף ואמר: "איבדנו אותו". קראתי לשלמה בחזרה, תוך שאני מורה לו לא להזיז את המשקפת, פתחתי מנוע להספק מרבי, צלילה קלה, וביצעתי לולאה מבלי לראות את הטיסן, כשאני מדמיין איך טיסן כל כך כבד יגיע לתרגיל – אותו תרגיל שלא אפשר לי להתאמן עליו בתנאי ראייה. לאחר לולאה ראשונה מדומיית לא נראה הטיסן במשקפות ונכנסתי ללולאה נוספת. בשיא הלולאה השנייה, כשהטיסן שלנו במצב הפוך עם הפנים אלנו, גילה אותו שלמה וקרא בשמחה: "מצאתי אותו!"

שיפורי היציבות שבוצעו הוכיחו את עצמם והטיסן, למרות שהיה הפוך, עדיין שמר על כנפיים ישרות. גלגלתי בחזרה לטיסה ישרה ונחלצתי מאותה חצי לולאה קובנית. עכשיו היה הטיסן בנתיב המתוכנן, וברגע שהגיע לאזימוט הדרוש הפעלתי את המצלמה ושמרתי על טיסה ישרה ואופקית. נמדדה דקה, המשכתי עוד כ-200 מטרים, יצאתי מהמשקפת והכנסתי את הטיסן לצלע בסיס לנחיתה.

## הנחתה נוכח ירי צלפים

ברגע זה התחילה ההפתעה הרביעית: הקופים התעששו ופתחו באש צלפים לעברנו. כל המשתתפים נסו לתוך המעוז כשהם קוראים לי להצטרף. המשכתי בתהליך הנחיתה כשאני מבחין באוויר העין בקליעים הפוגעים מסביבי ומעלים ענן אבק. וכך מצאתי את עצמי בגיל 23, עם אישה בהריון, כאשר קליעים

ההכנות לטיסה ליד תעלת סואץ, כאשר נפתלי הורוביץ מבצע בד"ח לטיסן. רס"ן שבתאי בריל עומד ליד הטיסן משמאל, ורס"ן שלמה ברק מתקרב מימין.



חצובת המשקפות בפעולה.

כ-1,000 רגל, הרבה מעל הגובה המתוכנן של הטיסה. היה ברור שאין טעם לטוס גבוה, כי המצלמה תצלם אובך. זו גם הסיבה שהקופים לא ראו את המתרחש. הוחלט לחכות עד לחימום השטח מהשמש והתפרזות האובך. בשעה 10:00 התחלנו בהכנות לטיסה – בדיקת המשקפות, ארגון ציוד הקרקע, בדיקות מצברים וכו'. שלמה התניע, ביצעתי בד"ח והסעתי את הטיסן למרחק שנראה לי סביר להמראה ועוד קצת. הסיבובים והחול של המסלול, כמו גם הטמפרטורה החמה, לא אפשרו לטיסן להאיץ וביטלתי את ההמראה. בניסיון השני התחלתי את ריצת ההמראה יותר רחוק, וכך גם בניסיון השלישי, שהצלחי. ההמראה ממרחק רב בין הגדר לבזנ"טים וההתפתלות של המסלול מרטה את עצבי, ולכן הכנסתי את הטיסן למעגל המתנה בכדי

למינימום בכדי להקטין אפשרות חטיפה או שיבוש התקשורת, שמשמעותה ריסוק הטיסן, והוחלפו האנטנות לסוג יעיל יותר.

בחלק התחתון של הטיסן, בדיוק במרכז הכובד, הותקן מארז ענקי יחסית של המטע"ד, שכלל משקולת של 3 ק"ג לטיסה זו. המטע"ד המבצעי כלל מצלמה עם מנגנון המצלם תמונה כל שנייה במשך דקה מהרגע שהופעל. כמובן שסרט הצילום היה מיוחד למצלמה זו.

במהלך התהליך הצעתי לבדוק את תכונות ההסטה של כלי-הטיס כמקובל בסוגים אלו, כולל ביצוע תרגילי אווירובטיקה בסיסיים. ההצעה נתקלה בהתנגדות עזה, בנימוק שאין זה טיסן אווירובטי וכל מטרתו היא לבצע טיסה ישרה ואופקית עם פניות קלות בלבד. כמה שהם טעו.

הטסת הטיסן עברה ללא אירועים מיוחדים, כולל אימון ביציאה מקשר עין תוך כדי מעקב באמצעות חצובת המשקפות. השתקקתי מאוד לבצע מספר תרגילים, אך למרות שהמסדר היה בידי כבשתי את היצר ונשמעתי להוראות התהליך. בזאת הוסמכתי, ועם ניסיון של טיסה אחת הוכרז הפרויקט מבצעי. המפקדים במודיעין יחד עם שבתאי פנו למחלקת מבצעים לקבלת אור ירוק לפעולה.

## מבצע טיסן


לקראת הפעולה הצפויה צולם לבקשתי אתר ההמראה והנחיתה. בצילומים נראה שביל כורכר ישר, פנוי ממכשולים ושמיים כחולים. זה היה מעודד מאוד, אך המציאות הייתה שונה. לאחר קבלת האור הירוק נארו הציוד ונקבע תהליך בקריה אצל מפקד המבצע. נכתבה פקודת מבצע, וניתן לו השם המקורי **מבצע טיסן**. בתהליך נודע לי על פעולות הקופים. מספר קצינים טענו כי אין סכנה במקום, וכי הקופים לא יוכלו להבין מה קורה לאור הזמן הקצר של הטיסה, שהוערך בחמש דקות. לא אשכח איך פנה אלי מפקד המבצע באומרו: "איש צעיר, במידה ולא יורים אז הכול בסדר. אך אם יקרה הבלתי צפוי ויתחילו יריות מעבר לתעלה, אתה עוזב הכול ורוץ למעוז **פורקן** הסמוך, בפקודה. אני לא מוכן שיהיו נפגעים בגלל טיסן".

המבצע תוכנן ל-7 ביולי 1969 – כשבועיים לפני נחיתה ניל ארמסטרונג על הירח. התאריך הפיח בי תקווה להצלחת המבצע, היות והוא יום ההולדת של אמרי. התכנון היה לאסוף אותי בשעה 02:00 ולצאת לשדה דב, שם יועמס הציוד על מטוס **דקוטה** ונטוס כולנו לרפידיים. משם נטוס במסוק ואחר-כך ניסע ברכב לקרבת המסלול. הזמ"מ נקבע לשעה 08:00 ונראה היה שניתן לעמוד בלוח הזמנים.

ואכן, המבצע התנהל כמתוכנן עד להפתעה הראשונה. לאחר הגעתנו לשטח, יצאתי דבר ראשון לבדוק את המסלול. התברר כי הצילומים שראיתי היו של איזה קטע קצר, ומטעים. במציאות היה המסלול שביל חול מתפתל ברוחב 3 מטר, כאשר בצדו השמאלי נעוצים בקרקע פרופילי פלדה (בזנ"טים – ברזל זוויתי נטוי), הבולטים כ-50 ס"מ מהקרקע ובמרחק של כ-10 מטרים האחד מהשני. בצד הימני נמתחה גדר שגבלה בכרם.

הפתעה זו הייתה כאין וכאפס לעומת ההפתעה הבאה. בבואנו למעוז בשעה 07:00 שר אובך כבד מעל התעלה, שהגיע לגובה של





מדינת ישראל  
משרד הביטחון

**המטה הכללי**  
**אגף מודיעין**


חל' 2310  
ל/א-י 924/י  
חמ"ט תשכ"ט  
9 יולי 69

המסמך כולל דף אחד בלבד  
העתק מס' 9 מתוך 1 העתקים

אל: רס"ב ש' בריל, יח' 848  
מאת: אלוף א' יריב, ראש אמ"נ



לפני מספר ימים התעורר ה"סרן" לראשונה מעל לגדה המערבית של תעלת סואץ. ככה התחיל להתגסס רעיון שאתה היית יוזמו. כמובן שכולנו שמחים על ההתחלה, סיהיה לה, אני מקוה, המסך פורה, וכולנו מברכים את כל מי שנטל חלק ויטול חלק בהכנת הפרויקט ובביצועו. לך מגיעה ברכה מיוחדת על היוזמה, כי בלי יוזמה בכל הדרגים אבה בא צה"ל?



א' יריב - אלוף  
ראש אגף המודיעין

העמק: רס"ח איסוף  
מפקד יח' 432

למעלה: מכתב ההערכה ששלח אלוף אהרון יריב לרס"ן שבתאי בריל אחרי הצלחת מבצע טיסון.

למטה: תעלות הקשר המצריות שצולמו על-ידי המזל"ט.



מתעורפים אלי. כנראה שכל הקופים המצריים סבלו מפזילה מטושטשת, כי גם הפעם הם החטיאו וכל הקליעים נפלו מסביבי. הייתה זו הפעם השנייה שהמצרים ניסו להרוג אותי.

נגיעת הטיסון בקרקע הייתה טובה, ופעם נוספת נאלצתי לבצע ריצת נחיתה מזוגזגת לפי תוואי המסלול, כאשר הקליעים שורקים מסביבי ללא הפסק. לקראת סוף ריצת הנחיתה פגע קצה הכנף השמאלית בבזנט' ונגזר. דוממתי מנוע ורצתי אל הטיסון. הרמתי אותו וגם את קצה הכנף שהיה מונח לידו ורצתי למעוז. שם וידאו כי המטע"ד לא נפגע, אך למרות שניתן היה להדביק את הקצה עם אפרוקסי 5 דקות, הביעו חלק מהמשתתפים חשש להמשך. הם היו מודאגים מכך שהפגיעה בטיסון, למרות שהייתה קטנה, תספק תחמושת למתנגדי הפרויקט והוא יבוטל.

המסע בחזרה לציוויליזציה עבר ללא אירועים מיוחדים והלכנו לנח. בערב התקשר אלי שלמה ברק והודיע לי כי הצילומים "יצאו מצוין" וראש אמ"ן אמר "כל הכבוד". לשאלתי מה ראו בצילומים, הודיע לי שלמה כי הנושא סודי ואי אפשר לפרט. לימים שלח לי שבתאי שתי תמונות ובהן נראות תעלות קשר, וצויד צבאי על גררים.

## תוצאות מבצע טיסון

יחידת המודיעין המשיכה לבצע טיסות צילום, אך צה"ל העדיף את הכטב"ס Prairie II מתוצרת פילקו פורד, שקיבל בארץ את הכינוי **הבז הנווד**. כל הכטב"מים האלו, פרט לאחד, התרסקו. הנוטר לפליטה מוצג במוזיאון חיל האוויר בחצרים.

שלמה ברק ועזרא דותן הקימו את חברת **אירמקו** ביחד עם יהודה מנור ואל טריס, קנו את המזל"ט Prairie I ובשיתוף פעולה עם חברת **תדיראן** נולד באמצע שנות ה-70 הכטב"ס **סורק 1**, שנרכש על-ידי חיל המודיעין. בהמשך פיתחה **תדיראן** עבור חיל המודיעין את הכטב"מים המשופרים **סורק 2** ו**סורק 3**. לקראת סוף שנות ה-70 פיתחה **התעשייה האווירית לישראל** את **הזהבן**, שנכנס לשירות הן ביחידת נחשון של חיל המודיעין והן בטייסת 200 של חיל האוויר.

שבתאי בריל נחשב לממציא המזל"ט. המחבר הפך למתכן הראשי ולמטיס הניסוי הראשי של הכטב"מים **בתע"א**.

תעשיית הכטב"מים משגשגת בישראל ובעולם, והיום קיימים בארץ ארבעה מפעלים העוסקים בתחום זה, שמפרנסים יותר מ-1,200 משפחות. □

**הבז הנווד** במוזיאון חיל האוויר בחצרים.





## ממלחמת הכוכבים עד כיפת ברזל – המאבק על ההגנה האקטיבית בישראל

מאת עוזי רובין  
הוצאת אפי מלצר, 2019 (לא למכירה)  
320 עמודים בכריכה קשה.

מדינת ישראל מוגנת כיום במענה רב-שכבתי לאיום הטילים והרקטות, שפותח בהדרגה לאורך שלושים השנים האחרונות. זוהי למעשה מערכת של מערכות להגנה אקטיבית, שכוללת ארבעה נדבכים, או "שכבות": **חץ 3** – ליירוט טילים בליסטיים ארוכי-טווח בחלל; **חץ 2** – ליירוט טילים בליסטיים באטמוספירה; **קלע דוד** – ליירוט רקטות כבדות ארוכות-טווח, טילי שיוט ומטוסים; **כיפת ברזל** – ליירוט רקטות הנורות עד לטווח של כ-70 ק"מ.

איום הטילים הבליסטיים והרקטות על מדינת ישראל התעורר כבר בשנות ה-60 של המאה העשרים, אך פיתוח המענה לאיום זה החל באיחור של שנים רבות. פיתוח מערכות ההגנה לא החל ביוזמה של צה"ל, אלא מול התנגדות חריפה של הצבא.

עוזי רובין – מהנדס אווירונאוטיקה שמילא שורה של תפקידים בפיתוח טילים בתעשייה האווירית לישראל, עבר בראשית שנות ה-80 למשרד הביטחון ועמד בראש כמה פרויקטים לאומיים רחבי-היקף. לאורך כל שנות ה-90 הוא עמד בראש מינהלת חומה במשרד הביטחון וניהל את תוכנית פיתוח החץ. לאחר פרישתו לגמלאות בשנת 2002 העמיק את התעניינותו בתחום ההגנה האקטיבית מפני טילים ורקטות וצר מוניטין כמומחה בינלאומי בנושא זה. בשנים האחרונות ביצע עבודת מחקר לצורך קבלת תואר דוקטור לפילוסופיה במסגרת המחלקה למדעי המדינה באוניברסיטת בראילן, בהנחייתו של פרופ' אפרים ענבר. ספרו זה, **ממלחמת הכוכבים עד כיפת ברזל**, הוא עבודת הדוקטורט שלו.

הספר אינו עוסק בהיבטים טכנולוגיים או מבצעיים של מערכות ההגנה האקטיביות, כי אם בעיקר במאבק בתוך מערכת הביטחון, בין משרד הביטחון והתעשיית הביטחונית לבין צה"ל על קידום תוכנית הפיתוח של מערכות ההגנה והכנסתן לשירות מבצעי בחיל האוויר. הכותרת האקדמית של המחקר הייתה: "מידת הגמישות של מערכת הביטחון בישראל נוכח שינויים בסביבה האסטרטגית: הגנה אקטיבית כמקרה בוחן". במסגרת זו בחן רובין כיצד קרה שפרויקטים שצה"ל התנגד להם הותנעו, התממשו והפכו לעמודי תווך בביטחון, תוך כדי הסתגלות של מערכת הביטחון לשינויים מהפכניים בסביבה הביטחונית.

עיקרו של הספר (210 עמודים) מוקדש לסקירה היסטורית מעניינת ביותר של התפתחות האיום הבליסטי והרקטי על מדינת ישראל, ההכרה המאוחרת בחומרת האיום ופיתוח המענה ההגנתי לאיומים.

קקדימון למאבק על ההגנה האקטיבית בישראל, מתאר רובין ומנתח את המאבק על פרויקט פיתוח מטוס הקרב **לביא**, שנשתיים בניצחון המתנגדים. מסקנתו של רובין היא, "שהשילוב של התנגדות צה"ל עם ההתנגדות התקיפה של ממשל ארה"ב לא אפשר לממשלת



ישראל לקבל החלטה אחרת באותה עת" [להפסיק את התוכנית].

רובין מוצא קווי דמיון משמעותיים בין ההתנגדות ל**לביא** לבין התנגדות צה"ל לחץ: "הספקנות הטכנית שליוותה את ה**לביא** בשלבי הראשונים ליוותה גם את לידת החץ וביתר שאת... חץ נתפס באותה תקופה על-ידי צה"ל כגלגול חדש של ה**לביא** – תוכנית שנועדה בעיקרה לפצות את התע"א על אובדן ה**לביא** ושתבוא על חשבון צרכים חיוניים יותר של צה"ל".

המחבר מתאר בפירוט רב את תולדות פרויקט החץ, שראשיתו בהזמנה האמריקנית למדינת ישראל להשתתף ביוזמת ההגנה האסטרטגית של הנשיא רייגן. עוזי רובין עצמו מונה בינואר 1987 לראש פרויקט נור, שמטרתו הייתה "להציג לאמריקנים צורך במערכת הגנה מול איום הטילים במלוא חומרתו ולהוכיח שמיימוש ההצעות של התעשיית הביטחונית יתרום להגנה מיטבית של המדינה מול האיום הזה". האמריקנים הזרימו לישראל סכום נדיב מאוד לצורך התוכנית, מעבר למענקי הסיוע הביטחוני השוטף, ורובין מאמין כי "המניע העיקרי לנדיבות זו היה מאבקו של הממשל האמריקני כנגד ה**לביא** ותקוותו שהסיוע לישראל בנושא הגנה מפני טילים יהווה 'ממתק' לגלולה המרה של סגירת פרויקט מטוס הקרב הישראלי".

למרות הגישה השוללת של צה"ל, אפשר שר הביטחון דאז, יצחק רבין, לתע"א לחתום ביולי 1988 על חוזה רחב היקף עם הפנטגון לפיתוח טיל היירוט חץ ולהדגים בעזרתו יירוט של מטרה המייצגת טיל בליסטי. חתימת ההסכם והתנעת תוכנית ההדגמה החריפה את התנגדות צה"ל. ניסוי הטיסה הראשון של החץ התקיים באוגוסט 1990, אך לא צלח.

רובין מדגיש, כי תקיפת עריה הראשיות של מדינת ישראל בטיילים בליסטיים ששוגרו מעיראק ממלחמת המפרץ הראשונה בתחילת 1991 שינתה את התייחסות מערכת הביטחון לאיום הטילים הבליסטיים, כאשר ההתעלמות וההדחקה התחלפו בדאגה. שר הביטחון דאז, משה ארנס, הנחה את מנכ"ל משרד הביטחון,

דוד עברי, להקים מנהלת שמשיתמה "לפתח ולייצר מערכת הגנה אקטיבית ארצית מלאה, שתכלול אמצעי התרעה, בקרת-אש וניהול קרב. במאוס 1991 מונה עוזי רובין לראש מנהלת חומה, שקידמה את פיתוח מערכת הנשק חץ. במהלך שנת 1997 הוקמה בחיל האוויר יחידת חרב מגן לקליטת והפעלת מערכת החץ, בנובמבר 1998 נמסר לה טיל החץ 2 המבצעי הראשון, ובדצמבר 2000 – כ-12 שנים לאחר התחלת הפיתוח של הטיל הניסיוני חץ 1 וכשמונה שנים לאחר התנעת התוכנית במלואה – הוכרזה כשירות מבצעית ראשונית של מערכת הנשק כולה.

בעקבות התגברות האיום האיראני והחשש מהאפשרות שטיליה הבליסטיים ארוכי-הטווח של איראן יצוידו בראשי קרב גרעיניים, הוחל בשנת 2008 בפיתוח מלא של טיל היירוט המתקדם חץ 3 בשיתוף פעולה בין התע"א לחברת בואינג. רובין מציין, כי "בניגוד בולט לתוכנית החץ בשעתה, חץ 3 נהנה מלכתחילה מתמיכתם המלאה של חיל האוויר ושל הרמטכ"ל", זאת בעיקר מכיוון "שהיה ברור כי חץ 3 לא נופל על כתפי תקציב צה"ל" [בזכות התמיכה הכספית הנדיבה מארה"ב]. רובין רואה ארבע סיבות אפשריות נוספות לשוני בהתייחסות צה"ל לטיל ההגנה המשודרג:

תחושת האיום והחשש הקשה, שגבל בחרדה, מטילים גרעיניים איראניים;

חילופי הדורות: שדרות הפיקוד החדשות צמחו במציאות שבה מערכת החץ כבר הייתה חלק מבניין הכוח של צה"ל והאתוס הצה"לי לא היה בנוי יותר על טהרת ההתקפיות;

למסגרת הארגונית החדשה להגנה אקטיבית היה אינטרס מובהק בהרחבת יכולותיה על כל היתרונות שבכך מבחינת יוקרה, תקציבים ותקני כוח אדם;

**חץ 3** לא היה פרויקט פיתוח של מערכת נשק חדשה אלא שדרוג יכולות של מערכת הנשק הקיימת.

בהמשך הספר מקדיש רובין 64 עמודים לעיסוק בטרור הרקטות ובפיתוח המענים ההגנתיים האקטיביים לאיום משמעותי זה. תחילה הוא מתאר את המענה שלא הבשיל – פרויקט **נאוטילוס** לפיתוח ליזר כימי ליירוט רקטות קצרות-טווח, שנמשך מ-1997 עד 2005. רובין טוען, שנאוטילוס לא הבשילה לכדי מערכת נשק מבצעית מסיבה מערכתית ובגלל הגורם הטכנולוגי. "כאשר היה נדמה שאיום הרקטות על יישובי צפון הארץ ירד מהפרק בעקבות הנסיגה מלבנון בשנת 2000, שבה וחזרה השמרנות הארגונית המובנית של צה"ל ומערכת הביטחון לרמתה הקודמת, התקציבים קוצצו והתוכנית גוועה. מבחינה טכנולוגית, צבא ארה"ב איבד עניין בליזר הכימי המסורבל ותלה את תקוותו בליזר חשמלי עתיד".

בפרק על מערכות ההגנה האקטיביות נגד רקטות שהבשילו לכדי מערכות נשק מבצעיות, מתאר המחבר בפירוט את תולדות פיתוחה של **שרביט קסמים** (ששמה שונה לקלע דוד), תהליך שנמשך כעשר שנים, מ-2007 עד 2017. רובין מצטט מדבריו של הרמטכ"ל דאז רא"ל דן חלוץ, כי לגבי **קלע דוד** היה קונצנזוס בצה"ל: "על **קלע דוד** לא היה צריך לריב, כי



תית, וכותב בפרק הסיכום: "מטרת המבקרם בתקשורת הייתה ליצר דעת קהל שלילית ולהשפיע בכך על מקבלי ההחלטות, ובראש ובראשונה על שרי הביטחון. ניתן לסכם ולומר, כי מטרת המבקרים לא הושגה וכי כל ארבעת שרי הביטחון שהיו בצומתי קבלת ההחלטות לגבי חץ וכיפת ברזל: יצחק רבין, משה ארנס, עמיר פרץ ואהוד ברק, תמכו בפרויקטים הללו ואישרו את התנעתם וקידומם".

ד"ר עוזי רובין הפיק את ספרו זה במימון עצמי, באותה מתכונת של עבודת הדוקטורט שלו, כפי שנדרש באקדמיה. הספר הודפס במהדורה קטנה בת עשרות עותקים בלבד, ואינו מוצע למכירה. עקב חשיבותו הרבה לתיעוד תוכניות הפיתוח של המערכות האקטיביות להגנה על מדינת ישראל ותושביה בפני טילים בליסטיים ורקטות ולהסברת התהליכים שהביאו למימוש הרעיונות, ראוי שהספר יזכה לתפוצה נרחבת. אנו מקווים שד"ר עוזי רובין ישתכנע להדפיס מהדורה נוספת שתוצע לכל המעוניין. קוראי "ביעף" המעוניינים לרכוש את הספר מוזמנים לפנות אלינו, ואנו נעביר את הבקשות למחבר.

רקטות גדולים במחסני החיזבאללה, התייחסו אליהם רבים בצמרת צה"ל בביטול כמלאי מת שיחליד במחסנים... ההלם של אלפי הרקטות שפגעו בצפון [המדינה] במלחמת לבנון השנייה – כמו ההלם הקודם של עשרות הטילים הבליסטיים שפגעו בישראל במלחמת המפרץ של 1991 – אילץ את מערכת הביטחון לצאת משאננותה ולהכיר בצורך בהגנה אקטיבית. ושוב, כמו במקרה של החץ, היו גורמים בתעשייה הביטחונית ובמפא"ת שהתניעו מהלכי פיתוח לפני שהתקבלו החלטות רשמיות, והיו שרי הביטחון ובכירי הדרגים האזרחיים במערכת הביטחון שחייבו את צה"ל לקבל פתרון הגנתי".

לאורך כל פרקי הספר מקדיש רובין מקום רב וחשיבות יתרה לאזכור הביקורת שפורסמה על פרויקטי הלבניא, החץ וכיפת ברזל באמצעי התקשורת, ובמיוחד בכתבות של ראובן פדהצור ז"ל בהארץ. לדעתנו, מגזין רובין בהשפעה של אמצעי התקשורת על דעת הקהל. כפי שאנו רואים זאת, המציאות ברוב תחומי החיים היא בבחינת: הכלבים נובחים והשיירה עוברת. יחד עם זאת, רובין מכיר במציאות האמיר-

הוא ענה לצורך ברור של ריענון מערכות ההגנה האווירית... המחסום הפסיכולוגי בצה"ל נגד הגנה אקטיבית כבר נפרץ בחץ, ובעיקר – תוכנית קלע דוד לא עמדה להיות לנטל תקציבי על כתפי צה"ל" [בזכות המימון מארה"ב].

לעומת זאת, תוכנית כיפת ברזל נתקלה בהתנגדות חריפה מאוד של צה"ל. רובין טוען, כי "פרויקט כיפת ברזל היווה אולי את שיאו של המאבק ארוך השנים בין צה"ל לבין משרד הביטחון על סדר העדיפויות הביטחוני, על חלוקת התפקידים והסמכויות בין הגופים השונים ועל היעדים של תקציב הביטחון".

רובין משווה בין המאבקים על החץ ועל כיפת ברזל וכותב: "למאבק על כיפת ברזל היו כמה מהמאפיינים של המאבק על החץ. כפי שהופעת הטילים הבליסטיים בסדר הכוחות של צבאות ערב הייתה ידועה לצה"ל אך לא נתפסה כאיום, כך גם הופעת הרקטות בארגוני טרור ובצבאות לא מדינתיים עוינים נתפסה לכל היתר כ'בעיה מקומית שאינה איום קיומי' ושההוצאה הכספית על הגנה בפניהן 'אינה סבירה'. מאוחר יותר, כאשר לא ניתן היה להמשיך ולהעלים מקימם של מצבורי

## הגנה אקטיבית

מאת אריה הרצוג (כתבת צללים: סיגל אשר)  
הוצאת קונטנטו, תל-אביב, 2016  
154 עמודים בכריכה רכה. המחיר: 69 ש"ח.

מהנדס האווירונאוטיקה אריה הרצוג מונה בסוף 1999 למנהל השני של מינהלת חומה במשרד הביטחון, אחרי פרישתו של עוזי רובין מתפקיד זה. בתקופת כהונתו עד 2011 נמשכו הניסויים להוכחת כושרה של מערכת הנשק חץ וקודמה התוכנית לייצור טילי החץ 2 בארה"ב בשותפות עם בואינג, והוא יזם וקידם את פרויקטי חץ 3 ושרביט קסמים (קלע דוד).

ספרו האוטוביוגרפי של הרצוג סוקר את עיקרי קורות חייו ואת דרכו המקצועית בתעשיות הביטחונית ובמשרד הביטחון.

אריה נולד בפולין בתחילת 1941, בעיצומה של מלחמת העולם השנייה, וחזה ברציחות אביו על-ידי אנשי הגסטפו. הוא ברח עם אימו להונגריה, והם חזרו לפולין אחרי תום המלחמה. בסוף 1949 עלה אריה יחד עם אימו ואביו החורג ארצה, וסיים בית ספר עממי ותיכון בתל-אביב. בשירותו הצבאי עבר קורס תכנות וידע כללי במחשבים, ועבד כמתכנת בממר"ם. לאחר הצבא התקבל ללימודים בפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה בטכניון, וסיים את לימודיו בקיץ 1966. לאחר מכן נשלח להתמחות בתעשייה הביטחונית בצרפת, ובשובו לארץ המשיך ללמוד לתואר שני בטכניון. ב-1968 התחיל לעבוד ברפא"ל בתחום הרקטות החופשיות. כעבור שנתיים החליטו אריה ואשתו לעבור לגור ברמת השרון, והוא החל לעבוד במפעל מבת של התע"א ביהוד.

ב-25 שנות עבודתו במבת התקדם הרצוג במהירות בסולם התפקידים והגיע עד לראש הפירמידה. הוא החל כמהנדס זוטור בצוות הפיתוח של הטיל הימי גבריאל 2, עבר להיות ראש פרויקט הסקה מרכזית להצבת משגרי קטיושות על ספינות דבור, המשיך כמהנדס מערכת בפרויקט להתאמת טילים מתבייתי קרינה של מכ"מים לשיגור מהקרע, התמנה לראש תחום טילים טקטיים המתבייתים על

כתם לייזר, וכיהן כראש פרויקט דוכס לפיתוח טיל ים-ים על-קולי מתקדם עבור איראן (בתקופת שלטון השאה). ב-1979 הוא התמנה לראש מינהל טילים, מ-1986 כיהן כסגן מנהל מבת, וב-1989 קודם למנהל מבת. אחרי שש שנים כמנהל המפעל, יצא לשליחות בחו"ל כראש משלחת התע"א באחת מהמדינות בדרום-מזרח אסיה. תפקידו האחרון בתע"א היה מנהל פיתוח עסקי במטה החברה.

הרצוג מקדיש 39 עמודים בספרו לתקופת כהונתו כראש מינהלת חומה במשרד הביטחון. זהו החלק המעניין ביותר בספר, לטעמנו, שבו הוא מתאר את ההתקדמות בפיתוח מערכת ההגנה הרב-שכבתית.

אריה הרצוג הוא שייס את תוכניות הפיתוח של חץ 3 ושרביט קסמים (קלע דוד), וכדי להגשים את התוכניות האלה הצליח להגדיל במידה ניכרת את הסיוע הכספי מארה"ב. בהקשר לכך הוא כותב: "כשהגעתי לתפקיד מנהל חומה בשנת 2000, המימון האמריקני השנתי לתוכנית חומה עמד על 35 מיליון דולר.



כשעזבתי, בשנת 2012, המימון היה קרוב ל-300 מיליון דולר ללא כיפת ברזל. אחר כך התווסף עוד מימון עבורה. הגידול במימון הוא תוצאה של השקעת מאמצים אדירים בהסברה בקונגרס ובמשרד ההגנה האמריקני. למעשה, הצלחתי להגיע למצב שכאשר ניגשתי אל המנהלים של הסוכנות האמריקנית להגנה מטילים (ה-MDA) ואמרתי: 'תשמעו, אני הולך לבקש בקונגרס ככה וככה כסף, ואני רוצה את התמיכה שלכם', הם תמיד אמרו כן!"

השגת המימון האמריקני המוגדל הייתה המפתח להגשמת פרויקטי ההגנה האקטיבית, והדרך היחידה לביטול ההתנגדות של צה"ל. וכך, תוכניות חץ 3 ושרביט קסמים (קלע דוד) בוצעו תוך קונצנזוס מלא במערכת הביטחון. הרצוג מתאר בהרחבה כיצד יצר את הקשרים הטובים עם חברי בית הנבחרים והסנאט בקונגרס האמריקני, אשר אישרו את ההקצבות בוועדות המתאימות, ועם האישים הקשורים לנושא במשרד ההגנה – זאת תוך קיום מערכת יחסים טובה עם שגרירי ישראל בווינגטון ועם הנספחים הצבאיים של צה"ל. זהו, ללא ספק, אחד מהשיגיו הגדולים ביותר של הרצוג בתפקידו כראש מינהלת חומה.

עוד מתוארים בספר פרשיות העברת הייצור של מרכיבים עיקריים בטילי החץ 2 לארה"ב, והניסויים שבוצעו במערכת הנשק חץ בישראל ובארה"ב. הרצוג עוסק בקצרה גם בתוכנית כיפת ברזל – שנוהלה בנפרד משאר הפרויקטים של מינהלת חומה, במסגרת היחידה למו"פ של משרד הביטחון ובמימון ישראלי מלא. הוא מזכיר את הוויכוח על פרויקט נאוטילוס, וכותב בהקשר לכך: "כיום עובדים על לייזרים קטנים וקומפקטיים במצב מוצק, ואולי בעתיד יהיה גם לייזר בתמונת מערך ההגנה שלנו".

זהו ספר מעניין המתעד את קורותיו של אחד מהנדסים המוכשרים בתעשייה הביטחונית הישראלית, שתרם לתעשייה ולביטחון הן בהיבטים הנדסיים והן בהיבטי הניהול והקשרים הבינלאומיים. הספר כתוב יפה בזכות הכותבת והעורכות של הוצאת קונטנטו.