

בניין הכוח למבצע "ערצב 19" (1973-1982)

מאיר פינקל¹

הפתעה מודיעינית וכישלון מבצעי במלחמת יום הכיפורים בהתמודדות עם מערך הטק"א הביאו את חיל האוויר למהפכה תפיסתית ולבניית יכולת מערכתית, שהופעלו כעבור תשע שנים במלחמת "שלום הגליל" במסגרת מבצע "ערצב 19", בו הושמד מערך הטק"א הסורי בבקעת הלבנון. מאמר זה מסביר את מרכיבי השינויים בבניין הכוח: ארגון הפו"ש, שיפור התמונה המודיעינית, אימון ותרגול מערכתי, פיתוח אמל"ח חדשני ועוד. המאמר מציג את מפתחות ההצלחה של השינוי, שכללו תהליכי ניסוי, רכש ושיתוף פעולה בקצב מהיר וגמיש במיוחד. היכולת פותחה תוך מיצוי טכנולוגיה שהייתה אז בחיתוליה, כדוגמת מחשב דיגיטלי במטוס. ההבנה כי מדובר בבעיה אסטרטגית, לצד סבלנות ארגונית וגמישות תהליכית לאורך כמעט עשור, אפשרו לפתח וליישם מהפכה בלוחמת האוויר.

מבוא

שני סיפורים מוכרים מתולדות חיל האוויר הם הכישלון שלו בהתמודדות עם מערך טילי קרקע-אוויר ומערך הנ"מ במלחמת יום הכיפורים (ובמיוחד כישלון מבצע "דוגמן 5" ברמת הגולן), וההצלחה המסחררת שלו, כמעט עשור אחר כך, במסגרת מלחמת "שלום הגליל" במבצע "ערצב 19" להשמדת סוללות הטק"א הסוריות שנפרסו ברכסים מעל בקעת הלבנון (הבקאע) ב-9 ביוני 1982, וכן במבצעים שנערכו לאורך המשך המלחמה, בהם הושמדו כל סוללות הטק"א שהסורים העבירו ללבנון. מבצעים אלה מבטאים תהליך שינוי משמעותי, שאף ניתן לקרוא לו "מהפכה בעניינים צבאיים" (RMA), שחיל האוויר עשה בשנים 1973-1982. במסגרת זו גובשה תפיסת הפעלה חדשה, בוצע ארגון של הפו"ש באופן ייעודי למשימת ההתמודדות עם הטק"א, שופרה התמונה המודיעינית ופותחו אמצעי לחימה מונחי מכ"ם ואלקטרו-אופטיים, לצד מזל"טים ומערכות שליטה ובקרה

¹ תא"ל (מיל) ד"ר מאיר פינקל, עד לאחרונה מפקד מרכז דדו וכיום ראש תחום מחקר בו. תודה לד"ר נמרוד הגלעד, מדריך בפו"ם אלון, על הערותיו המועילות.

מתקדמות. התוצאות של תקיפת הסוללות הסוריות היו השמדה ופגיעה ב־19 סוללות טק"א. לאחר מבצע "ערצב" הושמדו עוד חמש סוללות טק"א סוריות שנפרסו בלבנון, ובסך הכל 24 סוללות.

המאמרים וכתבות העיתונות שהתפרסמו בנוגע ל"ערצב 19" התמקדו בקבלת ההחלטות לפני ותוך כדי המבצע, ועסקו מעט בהכנות אליו², ויש מספר כתבות על היבטים טכנולוגיים בהם נעשה שימוש במבצע זה. מטרתו של מאמר זה היא לתאר את תהליך בניין הכוח לקראת "ערצב 19" כמקרה בוחן של גיבוש ומימוש תפיסת לחימה מהפכנית, וזאת כדי לאפשר לצה"ל של ימינו ללמוד ממנו. המאמר מנסה להציג את התהליך בצורה מלאה ככל הניתן, על סמך כל מה שצוין לעיל וכן על בסיס מסמכים של מפקדת חיל האוויר הנמצאים בארכיון צה"ל וראיונות עומק שנעשו עם בעלי תפקידים רלוונטיים בחיל האוויר של אותם ימים.³

כשל יום הכיפורים וברור הצורך - "לכופף את כנף הטיל"

כבר במלחמת ההתשה הובנה במלוא חומרתה בעיית ההתמודדות עם טילי קרקע־אוויר מסוג S.A.-3, אך הקשיים שבהם ניתקל חיל האוויר לא נפתרו עד מלחמת יום הכיפורים, ובאו לידי ביטוי בכשלים במהלכה, ובמיוחד בביצוע "דוגמן 5". הכשלים נגרמו בעיקר ממודיעין לא עדכני שנבע מתזוזת סוללות הטילים ובגלל טיסה בנתיב גישה מסוכן (באמ"ט - אזור מוגן טילים).

את ההתמודדות עם איום הטק"א ניתן לחלק לשני אתגרים מרכזיים: הראשון, התמודדות עם תכונות הטיל; השני, התמודדות עם ניידות הסוללות. הדעות לגבי המענה היו חלוקות לאורך רובה של מלחמת יום הכיפורים. באופן כללי ניתן לומר כי חיל האוויר הרגיש שנכשל בהתמודדות עם מערכי הנ"מ (והטק"א בתוכם), וכתוצאה מכך לא הצליח לעצור את מעבר הכוחות המצריים את תעלת סואץ ולסייע לכוחות היבשה ברמת הגולן. במסמך המתמצת את לקחי חיל האוויר ממלחמת יום הכיפורים, שהופץ ב־30 בינואר 1974 פורט כי המענה הנדרש להתמודדות עם מערך הטק"א הוא "מערכת לחימה הכוללת: מודיעין, קשר, שליטה, אימונים ואמל"ח. במילים אחרות, לא ניתן להסתפק בסוג נשק מסוים, כמו נשק חכם מנגד, אלא צריך אינטגרציה מלאה של היכולות האחרות".⁴

התחושה כי נדרש תיקון הייתה ברורה, וגם מרכיבי המענה היו ידועים, כפי שפורט לעיל. אולם, המרחק בין הגדרת הלקח ובין מתן המענה היה עצום, בין היתר בשל הטראומה של

² ראו, למשל: דוד עברי, "השמדת מערך הטק"א במלחמת שלום הגליל", **מערכות** 413, יולי 2007, עמ' 68-71; דוד עברי, "כיצד השמדנו את מערך הטק"א במלחמת של"ג", **קובץ מאמרים - פרסום מספר 36**, מכון פישר למחקר אסטרטגי, אוויר וחלל, ללא תאריך.

³ חשוב להדגיש כי מדובר בתהליך בו עסקו מאות ואולי אלפי אנשים - ממו"א ומטהו הבכיר ועד לחוקרי המודיעין, הטייסים, אנשי פיתוח אמצעי לחימה במחלקת אמל"ח ובלהק ציוד, אנשי חקר ביצועים, אנשי לוחמה אלקטרונית ובקרה ומקביליהם בתחומים רבים נוספים. ניתן לומר כי כל חיל האוויר היה מגויס כדי לפתור את בעיית הטק"א, וכי לאור לקחי המלחמה, הייתה שאיפה לפתח פתרון עצמאי ככל הניתן. המאמר לא נועד להביא תיעוד מלא של התהליך, ולכן יושם בו דגש על עשייה של מספר אנשים מצומצם, שהיה להם תפקיד משמעותי בתהליך, תוך ידיעה שישנם עוד רבים אחרים שנטלו בו חלק, שלא רואיינו.

⁴ עברי, "כיצד השמדנו את מערך הטק"א במלחמת של"ג".

מלחמת יום הכיפורים, שגרמה לחלק נכבד מצוותי האוויר ומקציני חיל האוויר למחשבה כי החיל לא יכול ולא צריך להתמודד ישירות עם הטילים, ועליו להתרכז בתקיפה מיטבית תחת איום של טילים מתפקדים. פיתוח גישת הלחימה הישירה בטק"א נעשה על ידי עבודה מערכתית של רבים בחיל האוויר, בראשות מפקדים, ובהם רמ"ח מבצעים אל"ם עמוס עמיר (עד יוני 1975) ואחריו אל"ם אביהו בן נון, בהובלת רמ"ד תקיפה א', רס"ן אביאם סלע, שהפך למומחה לעניין. כל זאת, בברכת רמ"א, תא"ל דוד עברי, ומח"א, אלוף בני פלד. תורמים נוספים ליוזמה היו סא"ל יפתח ספקטור, מפקד טייסת 107 במלחמה ורע"ן אימונים אוויריים במחלקת הדרכה אחריה; אל"ם גיורא פורמן, רמ"ח מבצעים במלחמה וב-1974-1975 מפקד בסיס רמת דוד, שתמך בגישתו העקרונית של סלע והציע בעצמו רעיונות מתחום תו"ל הפעלת המטוסים⁵ (אך לא עסק במגוון תחומים אחרים שיוצגו כאן). שותף מרכזי בהנעת התהליך היה סרן יצחק בן ישראל מענף חקר ביצועים של חיל האוויר.



משגר טילים מסוג S.A.-6 ליד כביש ביירות-דמשק, הצופה לבקעת הלבנון, תחילת 1982. (ויקיפדיה⁶)

ענף חקר הביצועים בחיל האוויר עסק באופן אינטנסיבי בפיתוח מענה לאתגר הטק"א, לפני מלחמת יום הכיפורים וגם לאחריה. ב-1972 קיבל סרן בן ישראל, יחד עם ויקטור שנקר ודוד יאיר, את פרס ביטחון ישראל על פיתוח שיטת הפצצה של מטוס "פנטום" ("קורנס"), שאפשרה פגיעה בסוללת טק"א באמצעות הטלת פצצה תוך כדי נסיקה, ללא צורך של טיסה מעל המטרה. בן ישראל עסק לפני מלחמת יום הכיפורים בהכנת תוכניות חיל האוויר לתקיפת הטק"א, ותוך כדי המלחמה הוא היה חלק מצוותי התכנון שניסו לפתח מענה לסוללות קרקע-אוויר, ובכלל זה באמצעות הטלת מוץ מסיבי. מענה זה כשל עקב תנאי מזג אוויר.⁷

אביאם סלע, סגן מפקד טייסת "קורנס" 69 במלחמת יום הכיפורים, ולאחר מכן (בשנים 1974-1975) רמ"ד תקיפה א', למד את הנושא לעומק והגיע למסקנה כי ניתן יהיה לפתור אותו. הוא תיאר מפגש עם מאות אנשי מילואים בינואר 1975 בבסיס תל נוף, שבו הובעה

⁵ מפקד כנף 1, גישה מגובה לתקיפת סוללות טילים, 18 בדצמבר 1974. במסמך זה הציע גיורא פורמן להוסיף לשיטות של חדירה נמוכה וחדירה בגובה בינוני (כל אחת עם הטכניקה הספציפית לה) שיטה שלישית של תקיפה מגובה.

⁶ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Syrian_SAM.jpg

⁷ ראיון עם אלוף (מיל') פרופ' יצחק בן ישראל, אוניברסיטת תל אביב, 11 במרס 2019.

התנגדות רבה לרעיון הלחימה הישירה בטילים. ההתנגדות חרתה לסלע, ולקראת סיום המפגש הוא עלה לבמה ואמר כי הידע שיש לו על אתגר הטילים רחב ומעמיק הרבה יותר משל אלו שהתנגדו לרעיון, וכי ניתן לפתח פתרון לבעיה.⁸ מפקד בסיס רמת דוד, אל"ם גיורא פורמן, שהיה נוכח במפגש, העביר אחרי השיחה פתק לסלע, בו כתב: "נהייתי מכל מילה שלך בתל נוף לפני מובילי המילואים (ומעט סדירים) בנושא הטילים [...] אין לי ספק בדברים שנאמרו. אין לי גם ספק בכך שנדרשת הזדהות הטייסים, ובעיקר המובילים, עם העניין".⁹

בינואר 1975 הפיץ סלע מסמך רשמי בשם "קרבות טילים - לחימת מטוסים בסוללות טילים". בהקדמה הוא הזכיר חוברת בשם דומה - "קרבות טילים" - שנכתבה בידי מפקד טייסת 201, איתן בן אליהו, וכתב כי הוא שותף לגישה של מפקד הטייסת, לפיה קרב נגד טילים אינו שונה מקרב נגד מטוסים, אך חולק על הנחות בסיסיות שלו, ובמיוחד על דרך הטיפול המוצעת. סלע הציג בחוברת שלו ניתוח מפורט של האתגר שמציב טיל S.A.-6 בפני הטייס והציע מענה המורכב משלושה שלבים: 1. הימנעות מגילוי באמצעות ניתוב טיסה מתאים; 2. "מלחמה בנעילה" של המכ"ם - לחימה במפעיל שלו באמצעות תמרון ומוץ; 3. פגיעה במכ"ם. סלע קרא לשימוש טוב יותר של הטייסים באמצעי ל"א קיימים בהם איבדו אמון, באמצעי זיהוי נעילת מכ"ם הטק"א ("כומר"), בהגברת התודעה באמצעות הדמיית סוללות טק"א (תצלומים, שולחנות חול, דגמים). הוא גם קרא להקים סוללת S.A.-6 דמה בכל בסיס, שתהיה פרוסה בבסיס או בסביבתו, ולחייב כל טייס לבצע זיהוי ותקיפה שלה אחת ליום או יומיים בדרכו חזרה לנחיתה. כן קרא להקמת מטווחים ייעודיים לתקיפה.¹⁰ הרעיונות הראשונים של סלע לא כללו את המרכיבים של מערכת שליטה ובקרה ואמצעי ל"א; רעיונות אלה עלו מאוחר יותר, במהלך שנת 1975. מפקד בסיס תל נוף, תא"ל רן רוני (פקד), קרא את החוברת ושלח לסלע מכתב אישי בו כתב כי "יש חשיבות רבה, לדעתי, בעצם ה'זיכוח', וטוב שאנשים כמו איתן [בן אליהו] וכמוך מתעסקים בזאת".¹¹

תפיסה חדשה

את המענה שגובש להתמודדות עם הטק"א תיאר גדעון חושן, רמ"ח מחקר בלהק מודיעין בחיל האוויר במלחמת שלום הגליל כ"משולש, שקודקודיו הם: תפיסה מודיעינית חדשה (צמ"א); תפיסת שליטה חדשה (תשל"ם); פריצת דרך טכנולוגית: המזעור אפשר לראשונה לשלב מחשב בפצצה".¹² על פי חושן חיל האוויר עבר מתפיסה של תכנון מדויק ומפורט לצורך תקיפת מטרות קבועות לתפיסה של ציד הסוללות הניידות, שכללה את השלבים העקרוניים הבאים:¹³

⁸ ראיון עם אל"ם (מיל) אביאם סלע, הרצליה פיתוח, 16 בינואר 2019.

⁹ גיורא פורמן, "המובילים ותקיפת הטילים", מכתב אישי בכתב יד לאביאם סלע, 26 בינואר 1975.

¹⁰ להק אוויר/מחלקת מבצעים/ענף תקיפה, "קרבות טילים" - לחימת מטוסים בסוללות טילים, 7 בינואר 1975.

¹¹ רן רוני (מפקד בסיס תל נוף), התייחסות לחוברת "קרבות טילים", ללא תאריך.

¹² אל"ם (מיל) גדעון חושן, עדות בכתב, 10 בפברואר 2019.

¹³ שם.

- מטוסים יוצאים למעגלים ולנתיבי הטלה מול זירת מערך הטק"א.
 - צוות מודיעיני ייעודי (צמ"א) מנהל בזמן אמת את מערך האיסוף מול ומעל מערך הטק"א (מה שנקרא היום "אחיזת שטח"), עוקב אחר הסוללות בתנועתן, מאתר ומאכן במדויק את אתרי היערכותן.
 - הצוות מספק בזמן אמת את נתוני מיקום הסוללה, כשהם מעוגנים בתצלום אוויר ("דפית", נצ"פ - נקודת ציון פנקסית), לתא השליטה הייעודי (תשל"ם).
 - תא השליטה מעביר את נתוני מיקום הסוללה לאחד הציידים בנתיבי ההטלה (מטוסי "קורנס").
 - צוות המטוס משגר נשק אלקטרו-אופטי מנגד. הנווט מנהג את הפצצה הגולשת עד לפגיעה ישירה במרכז ניהול האש של הסוללה.
- לב התפיסה החדשה היה מה שתיאר חושן, אך היו בה גם מרכיבים משמעותיים אחרים כמו הפעלת אמצעי ל"א מסוגים שונים ועוד (שיפורטו כולם בהמשך).
- מימוש של תפיסת ההפעלה החל בשנים 1975-1976 וכלל מגוון רעיונות ראשוניים, שיתוף פעולה ורתימה של התעשיות הביטחוניות וגופי מחקר אזרחיים, ניסוי וטעייה, אלתורים טכנולוגיים וחיבור בין גורמי הפיתוח ובין המפעיל המבצע. הפרקים הבאים יציגו את מרכיבי המענה.

ארגון הפו"ש - הקמת תשל"ם ייעודי לטק"א ו"פריסקופ" כמערכת שו"ב תומכת

היה צורך בארגון הפו"ש לאור המטרה של תקיפה ב־זמנית של עשרות סוללות טק"א ניידות בזירה הסורית. האתגר כלל את זיהוי הסוללות (כפי שנאמר לעיל) וגם שליטה במערך רב־ממדי - מאות מטוסים באוויר, כלים יבשתיים ומערך ל"א שנועד לבצע את התקיפה. המענה היה בדמות הקמת תא שליטה חדש וייעודי לתקיפת טק"א. הוא דרש שתי חריגות מדפוסי התכנון והשליטה שהיו קיימים עד אז בחיל האוויר: הראשון, הפרדה בין תכנון לשליטה; השני, הפרדה של השליטה בפעילות אווירית מסוימת מתוך כלל הפעילות האווירית בזירה.

תא השליטה החדש - תשל"ם - הוקם בשנת 1974 וכלל מפקד, קמ"ן (שנשען על התארגנות חדשה במודיעין חיל האוויר - ראו בהמשך), קצין בקרה אווירית, "מח"טים" - קציני תכנון שהתמחו כל אחד בחטיבת טק"א אחרת, וקצין ל"א.¹⁴ הקמת תא השליטה המשימתי להשמדת מערך סוללות הטק"א הוטלה על אביאם סלע, שהפך למפקדו הראשון.

רמ"ח מבצעים דאז בחיל האוויר, עמוס אמיר, סיפר:¹⁵

לקחתי שני ראשי ענפים - ראש ענף תקיפה, אביאם סלע, וראש ענף שליטה, שמעון לסר [עמיר התבלבל, סלע היה רמ"ד בענף תקיפה], וירדתי איתם לבור חיל האוויר בקריה.

¹⁴ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

¹⁵ אורי מילשטיין, "אפקט הערצב: כך השמידה ישראל את טילי הסורים ואת הדוקטרינה הסובייטית", מעריב, 4 ביוני 2016.

בקומה מתחת לתא השליטה של מפקד החיל היה חדר נוסף, שהיה בשימוש קציני שליטה צעירים. פקדתי על כל הנוכחים לצאת מן החדר ונתתי הנחיית מפקד לסלע וללסר: "פה נקים תא פיקוד לתקיפת טילי קרקע־אוויר. פה יישב מפקד המבצע, על הכיסא הזה, ולכאן יוזרם כל המידע, מכל המקורות שיש, על מיקום הסוללות עכשיו, ולא לפני עשר שעות. על פי מידע עדכני זה יירדו פקודות לטייסות בבסיסהן ולמובילים באוויר, כך שכל אחד יידע בדיוק לאן לכוון את הנשק" [...]. מפה התחילה הבנייה של מערכת השליטה הייעודית של תקיפה ייעודית, של מערך תקיפת טילי קרקע־אוויר.

בתחילת 1975 נערך התרגול הראשון של התשל"ם, בניהול ידני של המשימות. יחידת נ"מ של טילי "פוטיפר" (ראו בהמשך) נעה באזור דימונה ודימתה התנהלות של סוללת טק"א סורית, ובמקביל נעשו פעולות כדי לזהותה ולתקוף אותה. התרגיל נכשל וחיידך את הצורך במחשוב תהליך העבודה בתשל"ם. יצחק בן ישראל ואביאם סלע פנו למפקד יחידת המחשב של חיל האוויר, אברהם פרי. תשובתו הייתה כי ניתן למחשב את תהליך השליטה, אך הדבר יקח חמש שנים, ידרוש עבודה של מאתיים איש והשקעה של מיליונים. לאור נתונים אלה דחה ראש מחלקת אוויר (התפקיד המקביל בערך לרמ"ט של ימינו), תא"ל רפי הר־לב, את ההצעה.¹⁶

על פי אביאם סלע, הרעיון למענה מחשובי התעורר בביקור שהוא ערך בתרגיל של מפקדת פיקוד הצפון כדי ללמוד על הפעלת עשרות ומאות כלי ירי בר־זמנית, כמות מטרות גדולה ושינויים בזמן אמת. במהלך הביקור הפנה אותו מפקד התותחנים של הפיקוד לאמנון יוגב ממכון ויצמן (מג"ד במילואים וד"ר לכימיה), ובהמשך הגיע סלע לצבי לפידות, האחראי על המחשוב במכון ויצמן וקצין קשר של אגד תותחנים. לימים סיפר אביאם סלע:¹⁷

...התברר לי שהם עוסקים בהכנת מערכות מחשוב, שליטה ובקרה, שיסייעו לנהל ביעילות את כל מערך האש של חיל התותחנים. הבעיה שלנו בחיל האוויר הייתה מורכבת פי כמה, והחלטתי לצרף לצוות שלנו גם את סגן יצחק בן ישראל. פנינו לנהלת מכון ויצמן וביקשנו את עזרתם בחשיבה ובפיתוח מענה מתאים עבור חיל האוויר. הבהרנו שחיל האוויר לא פועל בדרך הממוחשבת, אלא בנוי על אנשים ועל עבודה עם לוח, צ'יינוגרף ופלנלית, ושנחנו מבקשים מהם להיכנס לעבודה ולחשיבה בהתנדבות עבור החיל.

למרות החלטת הדחייה של ראש מחלקת אוויר שצוינה לעיל,¹⁸ המשיכו סלע ובן ישראל בעבודה עם אנשי מכון ויצמן. בפגישה עם צבי לפידות הוא קרא לאדם חרדי בשם מנחם קראוס, שהיה המתכנת הראשי של המכון, ושאל אותו כמה זמן ייקח לבנות אב טיפוס.

¹⁶ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

¹⁷ סימה קדמון, "חרדי מבני ברק הוא זה שניצח את מלחמת לבנון הראשונה", **ידיעות אחרונות**, 5 ביוני 2012.

¹⁸ לפי יצחק בן ישראל, רפי הר־לב הבין את הצורך המבצעי, אך לא אישר את המענה המורכב, הארוך והיקר שהציעה יחידת המחשב של חיל האוויר. ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019. לפי סלע, הר־לב טען גם שאין צורך מבצעי בהצעה, ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

קראוס ענה: שלושה שבועות.¹⁹ לימים כתבה על כך העיתונאית סימה קדמון:²⁰ אחרי חצי שנה של עבודה אינטנסיבית המערכת הייתה מוכנה. בן ישראל נתן לה את השם "פריסקופ", שם ציורי שבא לתאר איך מבור הפיקוד מאפשרת המערכת לדעת מה קורה בשדה הקרב ואיך ניתן באמצעותה לנהל את המלחמה ממעמקי האדמה. "ואז", מספר סלע, "הלכתי למפקד חיל האוויר, בני פלד. באתי אליו כדי לבקש משאלה ענקית: שיבוא למכון ויצמן. לא אמרתי לו מה הוא הולך לראות, אבל אמרתי שמדובר בשינוי מוחלט בתפיסה של חיל האוויר. עד אז חיל האוויר האמין שהכל מנוהל ונשלט ממקום מרכזי אחד. אנחנו הבאנו שיטה שמבזרת את השליטה והפיקוד, עם ההבנה שלא ניתן מאותו מרכז שליטה שמרכז קרבות אוויר, סיוע לכוחות קרקע, משימות צילום, תובלה והטסת מפקדים לנהל גם את המלחמה בטיילים. פלד הגיע למכון ויצמן בקיץ '75. הוא הגיע לבד כדי לראות דבר שהוא לא ידע מהו ולא ראה כמותו מעולם. מ'פ'י, ההוא מ'חוק מרפי', בא כמובן לבקר באותו יום והייתה הפסקת חשמל, לא היו מזגנים, ובנוסף, גם המחשב נפל. פלד חיכה בסבלנות, ואחרי שעה שראה ושתק - שזה כשלעצמו אירוע חריג - הוא אמר: 'את זה אנחנו צריכים, בדיוק כמו שזה, מחר בבוקר'."

מנחם קראוס, שגויס בהמשך הדרך לחיל האוויר כאזרח עובד צה"ל, סיפר בראיון לדן סלע על הקושי בבניית האמון בחיל במערכת ועל האיטיות (בעיניו) של תהליכי הפיתוח בצבא:²¹

אב הטיפוס שבנינו משך אליו אנשים מכל הדרגים, וכל מי שראה את זה, מיד הביע התלהבות גדולה. לאחר תקופה קצרה החלטנו שצריך לעשות את כל המאמצים כדי לבדוק את המערכת במהלך תרגיל חילי גדול ולהפוך אותה למבצעית כמה שיותר מהר. היה לי ברור שאם אנחנו עובדים בשיטות הצבאיות, כלומר מגבשים צוות ורוכשים ציוד במסגרת הביורוקרטיה הצה"לית, אנחנו הולכים לקראת תקופת פיתוח של כמה וכמה שנים. כאזרחים שמסתכלים על הכל מהצד, צבי לפידות ואני פשוט לא היינו יכולים להשלים עם הסירבול של עבודת הצבא. הודעתי שאם יתנו לי חופש פעולה, אני מסוגל להביא את המערכת לכשירות תוך שנה. נפתח ויכוח בינינו לבין אנשים בחיל האוויר, שכדי לעבוד בסטנדרטים הרגילים היו מוכנים לשלם בעיכוב של שנים. אנחנו מצידנו המשכנו לעבוד בשיא המרץ.

יום אחד אני מקבל טלפון מחיל האוויר. אומרים לי "בחיל האוויר עושים בקרוב תרגיל שעולה לנו כך וכך מליונים. אם אתה רוצה לבדוק את המערכת שלך, אז התרגיל הזה הוא ההזדמנות שלך". הצוות הבין היטב את חשיבות העיתוי. אם המערכת תפעל, הדבר ישכנע את המתנגדים. אם המערכת תהיה מוכנה יום אחר כך, ייקח זמן רב עד שהיא תוכר. עד אז הכל היה רק על הנייר, והייתה אפשרות תיאורטית שכל הרעיון הזה פועל רק אצלי בדמיון.

¹⁹ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

²⁰ קדמון, "חרדי מבני ברק הוא זה שניצח את מלחמת לבנון הראשונה"; ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019; ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

²¹ דן סלע, "ישיבה בבור", ביטאון חיל האוויר, 100 (201), דצמבר 1994, עמ' 50-59.

היינו חייבים לתת למערכת לרוץ בזמן תרגיל [...] בעיה נוספת הייתה המחסור בצידוד. על פי התכנון, המערכת הייתה צריכה להיות מורכבת מכמה צגים מיוחדים. בחיל האוויר לא היו מסכים כאלה. במקביל לעבודה הטכנית שאני עשיתי, צבי לפידות עשה מאמצים כבירים כדי להשיג עוד צגים. מכון ויצמן הסכים לתרום את שלושת הצגים שלו, וגילו איזו הזמנה של קופת חולים לשלושה צגים נוספים שהיו בדרכם לארץ. ימים ספורים לפני התרגיל הצלחנו לשים את היד על הצגים של קופת חולים והתחלתי בעבודות התאמה אחרונות [...] התכנון היה שמתוך תרגיל של כמה ימים, אם המערכת תעבוד ארבע עד חמש שעות, זה יהיה הישג. אני אמרתי שאם המערכת עובדת ארבע שעות ללא תקלות, אין שום סיבה שהיא לא תחזיק מעמד עד סוף התרגיל. היו הרבה מתנגדים להנחה הזו, כי ברגע שמשתמשים במערכת לא מנהלים רישום ידני. החשש היה שאם פתאום תיפול המערכת, לא תהיה לאנשי השליטה אפשרות לדעת מה קורה, בגלל היעדר הרישום הידני. במצב כזה, בו אין מערכת ואין רישום ידני, חיל האוויר היה חייב להפסיק מייד את התרגיל. גם לבעיה זו מצאנו פתרון. כל חמש דקות, באופן אוטומטי, הודפס מידע שהיה אגור במחשב בכמה עותקים וחולק לכל אנשי השליטה. התרגיל התחיל, וליד אנשי השליטה התחילו להצטבר ערימות ענקיות של נייר. אחרי כמה שעות של עבודה, כשלאנשי השליטה כבר לא היה איפה לשים את דפי המדפסת שזרמו אל שולחנם כל חמש דקות, אמרו לנו 'די, מספיק לחלק את הניירות. מעכשיו עובדים רק מול המחשב'.

בראיון נוסף סיפר קראוס:²²

הצלחת התרגיל הייתה הפתעה לחיל האוויר. הם היו רגילים שלוקח ארבעה חודשים מהרגע שעולה צורך במשהו ועד שיוצאת ההזמנה. כאן הכל תקתק ובאופן מושלם.

את הרעיון שעומד מאחורי ההצלחה הוא מסביר:

אנשים שהשתמשו במערכת בתרגיל התרגלו אליה תוך דקות ספורות. זה היה היתרון של המערכת שלנו. עד אז היו רגילים בחיל האוויר למערכות מחשב מסורבלות, שרק אנשי תוכנה ידעו להפעיל. המערכת שלנו הייתה הראשונה שניתן היה לשלוט בה אחרי דקות ספורות של אימון. בחיל האוויר הבינו שיש להם הישג ביד. הם החזירו את הצידוד ש'השאילו' מקופות החולים וממכון ויצמן, והוציאו הזמנות לצידוד חדש.

העדות של קראוס חשובה משני היבטים מרכזיים: ראשית, היא ממחישה את הקצב האיטי יחסית ואת הדרישות המחמירות יתר על המידה של חיל האוויר, יחד עם ה"מרובעות" והכבדות של תהליכי הרכש לפיתוח שהיו קיימים במשרד הביטחון; שנית, היא מדגימה את החשיבות העצומה שיש להתנסות באמצעות תרגיל, כדי לשכנע את המערכת כי הרעיון עובד. בלי התרגיל שתואר, יתכן והיה עובר עוד זמן רב עד לשכנוע. לפי יצחק בן ישראל, לאחד התרגילים הגיע הרמטכ"ל, מוטה גור, ואז נערכה לעיניו הדגמה של פעולת התשל"ם כדי לשכנעו כי חיל האוויר פיתח מרכיב משמעותי בפתרון

²² חיים פרידלנדר, "מהישיבה לבור חיל האוויר: האיש שמאחורי הניצחון", כל הזמן, 21 באוקטובר 2016.

לבעיית הטילים.²³ סלע, קראוס, לפידות ובן ישראל זכו ב־1976 בפרס חיל האוויר הראשון על פיתוח מערכת "פריסקופ", מה שמעיד שאז היא כבר עבדה באופן משביע רצון. בפיתוח מערכת "פריסקופ" ניתן לראות שילוב של ניצול פוטנציאל שהתגלה לסלע בביקורו בפיקוד הצפון, יוזמה מדרג הרס"ן - להניע תהליך מול מכון ויצמן לפני שחיל האוויר סמך את ידיו על העניין, והיענות יוצאת דופן של מכון ויצמן לצורכי חיל האוויר, "דחיפת" הרעיון על ידי הבאת מח"א לביקור, ושילוב המערכת בתרגיל. לאור הצורך העקרוני והוכחת ההיתכנות של מערכת "פריסקופ", אישר מח"א, בני פלד, להקים תא אחד - תא שליטה משימתי (תשל"ם) - שבו יהיו כל הפונקציות הנדרשות לצורך הפעלה משולבת של המערכת: מודיעין, חסימות ל"א, הפעלת הטייסות, הפעלת יחידה קרקעית, הפעלת ארטילריה נגד סוללות ועוד.

מחליפו של אביאם סלע כרמ"ד עליונות אווירית בענף קרב (שמות חדשים לרמ"ד תקיפה בענף תקיפה), רס"ן אמיר נחומי, המשיך את עבודתו. בתחילת 1978 הוא כתב מסמך שנועד להבהיר ליחידות את השיטה שבה פועלת מערכת "פריסקופ" החדשה (לפי המסמך, מלאו אז למערכת שנתיים) ואת המשמעויות הנובעות ממנה לגבי תהליכים ושגרות עבודה במטה ובטייסות. המסמך הסביר כי "המערכת ממוכנת לשליטה בתקיפות טילים. המערכת נועדה לשרת את צוות השליטה בתקיפה, בריכוז ובהצגה שוטפת ומיידית של כל האינפורמציה הרלוונטית לקבל החלטות. בנוסף, אופיינה המערכת לאפשר לצוות השליטה הפצה מהירה של הפקודות במערכות הממוכנות המיועדות לתקשורת מבצעית" (מערכת "מסור").²⁴

מרכיב המודיעין בתשל"ם היה משמעותי ביותר. יונתן לרנר היה קמ"ן צוותי התכנון של ענף תקיפה. בעדותו²⁵ הוא כתב כי נכנס לתפקידו יום אחד לפני הגעתו של סלע לתפקידו כרמ"ד בענף תקיפה, והיה שותפו בכל המהלכים שזה יזם. לרנר היה הקמ"ן הראשון של התשל"ם:

בתוקף תפקידי הייתי מי שהציג בפני למד"ן [להק מודיעין אוויר] את הדרישות למודיעין, בהתאם לתו"ל תקיפת הטילים ולמערכת השליטה שנוצרו באותה תקופה. הקמת התשל"ם, כגוף שליטה נפרד, הייתה בין הגורמים המאיצים את ההתארגנות המיוחדת של המחקר בלמד"ן - כקמ"ן תשל"ם הייתי צריך משהו שיעביר לי את המודיעין [...] באמצע שנת 81' מוניתי לרמ"ד הגנה אווירית סוריה בענף זירה מזרחית והפכתי לראש הצמ"א [צוות מודיעין אופרטיבי, שאחראי על גיבוש תמונת מודיעין משולבת מכלל החיישנים והעברתו לתשל"ם]. מהשנה שעברה מאז ועד המלחמה זכורים לי בעיקר הדברים הבאים:

1. הצורך בהשלטת סדר בעבודת הצמ"א. המידע מהמקורות בתרגילי הסימולציה הגיע בקצב גבוה מאוד, וכמי שהיה אמור לקבל את ההחלטות לגבי תמונת המצב ברמה הטקטית

²³ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019. בן ישראל לא זכר את מועד התרגיל. גור סיים את תפקידו כרמטכ"ל באפריל 1978. לאור האמור, נראה כי התרגיל המדובר היה בטווח הזמנים שבין השנים 1976 - 1978.

²⁴ להק אוויר/מחלקת מבצעים/ענף קרב, **מערכת ממוכנת לשליטה בתקיפת טילים**, 19 בינואר 1978, א.צ. 404/1981/75.

²⁵ אל"ם (מיל') יונתן לרנר, עדות בכתב, 21 בינואר 2019.

איפה נמצאת כל סוללה), הסתבר לי שנדרשים נוהלי דיווח והקפדה על מילונים, שאחרת הצמ"א הופכת לקקפוניה.

2. היה לי קשר הדוק מאוד עם מפקד התשל"ם, יצחק ז'טלני, ובנוסף הייתי מעורב מאוד בתהליכי התכנון והחשיבה של צוות א' וענף קרב.

3. היה ניסיון להכניס מערכת העברת מידע לשימוש הצמ"א. תרגלנו אותה כמה פעמים והסתבר כי ההעברה 1:1 של תהליכי הדיווח הידיניים לתהליכים ממוכנים יצרה פקק נוראי שעיקב את עבודת הצמ"א. שלחתי את המתכננים לעשות שינוי משמעותי ולכן לא הייתה לנו מערכת ממוכנת במלחמה [מבצע "שלום הגליל"].

יש לציין, בהקשר זה, כי מוצב השליטה המרכזי החדש של חיל האוויר, שנחנך באפריל 1982, עבר מיד אחר כך תרגול יסודי והיה מוכן למבצע.²⁶

מפקד התשל"ם במבצע "ערצב 19" היה רס"ן יצחק אמיתי (ז'טלני), שהחל למלא תפקיד זה במאי 1980. בעדות רשמית שמסר בסוף יוני 1982 הוא הסביר ששיטת השליטה שהחלה להתפתח ב-1974-1976 באה לידי ביטוי במלחמת לבנון הראשונה "באופן מלא, בגלל ריבוי המטוסים, ריבוי המטרות והשינויים והתנועה של הסוללות, שחייבה שליטה מרכזית כזו".²⁷

חשוב לציין כי ההכנות היו למלחמה רחבת היקף מול צבא סוריה, מול עשרות רבות של סוללות ניידות. במבצע "ערצב 19" הסוללות שהותקפו היו ניחות, ולכן לא נדרשו כל היכולות שסיפקה מערכת "פריסקופ".²⁸ העיר על כך יונתן לרנר: "במלחמה ב-82 תקפנו מערך שהיה בפועל ניח. כתוצאה מכך, הרגשנו בצמ"א שבתרגילים היה קשה יותר".²⁹ בימים שלאחר המבצע נעשה שימוש מלא ביכולות של "פריסקופ", שכן הסוללות שהוכנסו לבקעת הלבנון הגיעו בלילה והושמדו שעות לאחר מכן, וכן הושמדו סוללות ניידות תוך כדי תנועתן.

שיפור התמונה המודיעינית - עצמאות בייצור מודיעין, קיצור זמנים להעברתו ואיסוף בזמן אמת

ניידות הסוללות הייתה אתגר שדרש מחיל האוויר להתמודד עם שינוי מודיעיני תוך כדי תקיפות, כלומר, נדרש היה לזהות את הסוללות שתנועתן גרמה לתקיפת הנפל ב"דוגמן 5", באופן כזה שיאפשר מעקב אחריהן גם אם נעו, ותקיפתן במקומן החדש. היה צורך לפתח שני מרכיבים מרכזיים: ידיעה בזמן אמת של המיקום המדויק של הסוללה ורכיביה, והעברת מידע מדויק ומיידי לתוקפים. המודיעין על מיקום הסוללות הגיע משני מקורות - מודיעין אלקטרוני (אלינט), שזיהה סוללות לפי קרינת המכ"ם שלהן והיה באותם ימים במידת דיוק כזו שלא אפשרה תקיפה מדויקת, ומודיעין חזותי מגיחות צילום (ומאוחר יותר גם ממזל"טים - ראו בהמשך).

²⁶ עברי, "כיצד השמדנו את מערך הטק"א במלחמת של"ג".

²⁷ ראיון עם רס"ן ז'טלני בנושא תקיפת הטק"א במבצע "שלום הגליל", 30 ביוני 1982. ככל הנראה, הראיון נערך על ידי ענף היסטוריה של חיל האוויר, א.צ. 1004/1997/331.

²⁸ ראיון עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

²⁹ יונתן לרנר, עדות בכתב, 21 בינואר 2019.

העברת מידע מצילום אוויר עדכני לטייס במהלך תקיפה

אחד האתגרים המשמעותיים היה העברת מידע מהירה ממטוסי הצילום למטוסים שנדרשו לתקוף את סוללות הטק"א הניידות. משך הזמן שבין נחיתת מטוס הצילום, פענוח צילום האוויר (שהתקיים בבסיס רמת דוד) והעברתו לידי הטייס בבסיס חיל האוויר עמד על שעות ארוכות ולא התאים לקצב הניידות של סוללות הטילים. היה ניסיון לקצר את זמן העברת התמונה לטייסים על ידי שליחת תצלומי אוויר במטוסים קלים לבסיסים, שם חיכה להם ג'יפ שלקח את התצלום והעבירו לידי טייס הקרב שהמתין על מסלול ההמראה.³⁰

הפתרונות שהומצאו עתה כללו שילוב של חימושים חדשים עם צילום חזותי ומערכת קשר תומכת. אביאם סלע סיפר בראיון עימו כי בדחיפת רמ"ח מבצעים, עמוס עמיר, הציג סלע לתעשיות הביטחוניות, במפגש שנערך בבסיס שדה דב בתחילת 1975, את תוכניות החיל להתמודדות עם הטק"א. לדבריו, חשיפת התוכניות בפני אזרחים נראתה לו בעייתית, אך הפוטנציאל שהיה טמון בהסתייעות בהם התברר עד מהרה.³¹ ההצעה לפתור את בעיית הזמנים הגיעה מאנשי מבצעים, מאנשי פיתוח ומחקר וממומחים מרפא"ל.

רפא"ל התחילה לפתח את טיל ה"חמודון" מונחה הטלוויזיה ב-1969. לאחר עבודה של צוות בחינה, כשהובן שמדובר בפיתוח מורכב שייקח מספר שנים, הוחלט לפתח במקביל פתרון ביניים נגד טילי קרקע-אוויר של האויב: "תדמית", פצצה גולשת מנגד עם ראש ביות טלוויזיוני פשוט, בתוספת כנפיים (שמה בצה"ל "אגרוף חום"). הדרישה המבצעית סוכמה ביולי 1972 והפכה לפרויקט. אחרי מלחמת יום הכיפורים תוגבר מאוד הפיתוח והפך לפרויקט חירום, שהסתיים בניסוי מסכם בפברואר 1975.³² אביאם סלע סיפר כי אנשי מחלקת מבצעים בחיל האוויר, יחד עם המהנדסים במחלקת פיתוח בלהק ציוד ועם אנשי רפא"ל, העלו את ההצעה לעשות שימוש במצלמה שפותחה עבור ראש הביות של טיל "תדמית" כדי לצלם במרכז הפענוח ברמת דוד את תצלום האוויר העדכני, לעשות שימוש בפוד לניהוג הפצצה ולשלוח את התמונה לתא הטייס. לדבריו, ביוזמה של עמוס עמיר ודחיפה של בני פלד: "בלי שום נהלים ובירוקרטיה, נעשה הדבר. הוצב קרון ברמת דוד ונעשה ניסוי ראשון של סימון מטרה על תצ"א ושליחה למטוס. כך קוצר התהליך משעות לדקות [מרגע שטייס הצילום נחת]."³³

במאי 1975 הוציא רמ"ח מבצעים, עמוס עמיר, מסמך שהגדיר צורך מבצעי ביכולת לחימה בסוללות טילים ניידות. הוא התמקד בסוללות טק"א על גבי רכב בודד, כמו ה"רולנד" הגרמנית וה"קרוטל" הצרפתית, שעמדו לטענתו להגיע לידי מצרים ולוב. עמיר כתב כי המערכת צריכה לכלול את המרכיבים הבאים: "מקור אינפורמציה צילומית עם כושר העברת תמונה לאחור; מעבדה לקליטה ועיבוד נתונים מהיר; עמדת שיגור לנשק מנגד; נשק מנגד זמין לשיגור בהתראה קצרה."³⁴

³⁰ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019. ראיון שני עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

³¹ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

³² זאב בונן, רפא"ל ממעבדה למערכה (הוצאת נ.נ.ד. מדיה, תל אביב 2003), עמ' 180.

³³ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

³⁴ להק אוויר/מחלקת מבצעים, לחימה בסוללות טילים ניידות - צורך מבצעי, 7 במאי 1975, א.צ. 989/1978/248.

על בסיס ההתנסות הראשונה, הציג סלע ביולי 1975 רעיון ל"מערכת קשר ויזואלית" שמטרתה "פתרון שיאפשר העברת פקודות ומידע באמצעות מערכת קשר טלוויזיונית, ובכך ירחיב את אפשרויותינו המבצעיות בתחום ייעול התקיפה וייעול השליטה". סלע הציע להשתמש במסכי טלוויזיה הקיימים כבר ברוב המטוסים לצרכים אחרים, להתקין עליהם מקלטי טלוויזיה שלא היו קיימים עליהם עד אז ולשדר אליהם ממשדרי "קול ישראל". הוא טען שהמשמעות המבצעית של הצעתו יכולה להיות רבה ולכלול העברת דפי מטרה והגדלות במקרה של שינוי מטרה באוויר, הוספת נתוני מודיעין שהתגלו בפרק הזמן שבין המראה לתקיפה, העברת מודיעין בזמן אמיתי, הגדלת יכולת השימוש בנשק אלקטרו-אופטי, העברת התרעות, הוראות ניווט ועוד.³⁵ המען להצעתו היה רמ"ח מבצעים החדש (החל מיוני 1975), אל"ם אביהו בן-נון, שענה לו עוד באותו היום: "נראה לי רעיון גדול [...] נראה לי למימוש בשני שלבים: א. העברת אינפורמציה לבסיסים/טייסות - מייד; ב. העברת אינפורמציה למטוסים באוויר - לאחר בדיקת הרעיון של התקנת מקלטים במטוסים".³⁶ יש לציין, כי למרות מה שאמר סלע, המאמצים להעביר תמונה מבסיס הפענוח ישירות לטייס לא צלחו עד המלחמה; התמונה עברה במקביל הן לתא המודיעין שבבור חיל האוויר והן לטייסת.³⁷

פתרון נוסף לקיצור הזמנים, שלא היה קשור לחימוש, היה שילוב השימוש בפנקס המטרות. פנקס זה הורכב מקטעי תצלומי אוויר, שכל אחד מהקטעים בו סופרר ושורטטה עליו רשת עם קידוד של מספרים ואותיות (בדומה ללוח שחמט). הפנקס היה בגודל שאפשר לטייס או לנווט לקבל שינוי של יעד התקיפה בקשר, כאשר הפנקס שימש כשפה משותפת בין התשל"ם, הבקרה והטייס במטוס (לדוגמה, "סוללה X נעה ממקומה ונמצאת כעת בדפית מספר 17, בריבוע ג/5").³⁸

שימוש בפנקס מטרות לצורך ציד סוללת טק"א מסוג S.A.-8 נעשה שלושה ימים אחרי מבצע "ערצב 19", כאשר לפי זיהוי של גיחת מזל"ט "זהבן" (ראו בהמשך), רמ"ח מבצעים סלע הכווין מטוס "קורנס" בעזרת דפית מטרה לפגיעה בסוללה שהתחבאה במקום שלא נראה לעיני הטייס.³⁹ בפנקס המטרות נעשו בהמשך עוד שימושים, כמו שפה משותפת עם כוחות היבשה. חשוב לציין בהקשר זה את עצם פיתוחו של תו"ל בתחום זה והפצתו לכל חיל האוויר.

³⁵ להק אוויר/מחלקת מבצעים/ענף תקיפה, אביאם סלע וויקטור שנקר (ענף בקרת ירי), **מערכת קשר ויזואלית - הצגת רעיון**, 13 ביולי 1975.

³⁶ להק אוויר/מחלקת מבצעים. **"הרצב ב"**, 13 ביולי 1975.

³⁷ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

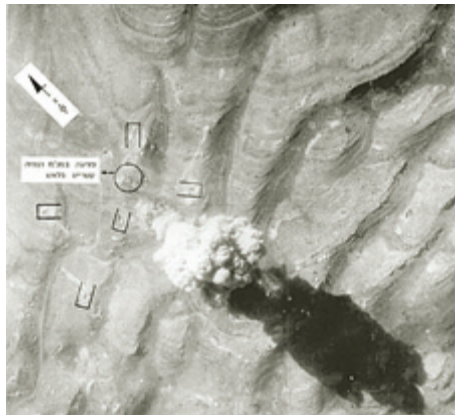
³⁸ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019; ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

³⁹ ראיון שני עם אביאם סלע, 13 בפברואר 2019.

איסוף בזמן אמת על ידי מזל"טים ואלינט

ראשית דרכם של המטוסים ללא טייס בצה"ל נבעה מהצורך לצלם את הצד המערבי של תעלת סואץ תחת איום הטק"א במלחמת ההתשה. הדגם הראשון של מטוסים אלה שהופעל היה "פיירב" מתוצרת חברת "טלדיין-ראיין" האמריקאית, שעברו התאמה לצורכי צה"ל וקיבלו את הכינוי "מב"ט" (מטוס בלי טייס). אחריהם נרכשו מזל"טים מדגם "צ'אקר" מתוצרת חברת "נורתרוף" (כינויים בצה"ל היה "תלם"). "תלם" היה מטוס סילון קטן, שייעדו המרכזי היה הטעיה (ראו להלן), אך חיל האוויר עשה בו גם שימוש מוגבל לאיסוף מודיעין.⁴⁰

מי שהוביל את רעיון פיתוח המזל"ט היה רמ"ד 2 בלהק ציוד, אברהם כיפלאווי, אלא שחיל האוויר לא ראה במזל"ט ייעודי לאיסוף מודיעין צורך מבצעי, ולכן התעשייה האווירית לא עסקה בתחילה בנושא. כיפלאווי עזב את חיל האוויר כדי לממש את חזונו בחברת "תדיראן", שאכן פיתחה את המזל"ט הישראלי הראשון - "מסטיף" (בצה"ל - "סייר"). אחר כך הוא עבר לתעשייה האווירית כדי לפתח במסגרתה את המזל"ט "זהבן".⁴¹



תקיפת סוללת S.A.-6, בעלת יכולת דילוג
מהירה ממקום למקום (אתר חיל האוויר)

ב-1976 הוקמה בחיל המודיעין יחידת "נחשון" להפעלה מסודרת של מזל"טים.⁴² ב-1978 נכנס לשימוש ה"זהבן" לצורך התמודדות עם הפעילות החבלנית העוינת (פח"ע). אלא של"זהבן" היו מגבלות, ובהן יכולת תמונת יום בלבד וזמן שהיה באוויר שהיה מוגבל לשעתיים. לפי אלוף עברי, תפקיד ה"זהבן" היה לוודא בזמן אמת שהמודיעין שהושג באמצעות גיחת צילום מקדימה עדיין עדכני. הדבר אפשר לתשל"ם לוודא שמי שתוקף עושה זאת על מטרה הנמצאת במקומה, ולהסיט את התקיפה למטרה אחרת, אם הדבר נדרש. במבצע "ערצב 19" הופעלו מזל"טי "מבט", "תלם" ו"זהבן".⁴³ אביאם סלע ציין

⁴⁰ אפרים לפיד. "המזל הטוב של המזל"ט". *Israel Defense*, 12 בספטמבר 2018.

⁴¹ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

⁴² יובל שהם ומאיר אפרת, "40 שנה בלי טייס", *ביטאון חיל האוויר*, 200, 1 בספטמבר 2011.

⁴³ שם.

בעדותו כי בשבת, 24 ביולי 1982, נעשה שימוש אינטנסיבי במזל"טי "זהבן" לתקיפת סוללות S.A.-8 שהסורים החלו להכניס ללבנון.⁴⁴ לא ניתן היה להעביר בזמן אמת תמונה למטוס התוקף, אלא רק למפקדת חיל האוויר אשר הנחתה את הטייס.⁴⁵ איסוף בזמן אמת נעשה באותה תקופה בעיקר באמצעות מודיעין אותות (אלינט), על ידי מטוסי "בואינג" 707 שהוסבו בחיל האוויר למטוס אלינט מעופף ("ראם"). גם המידע האלינטי הגיע לצמ"א ולתשל"ם. יצחק אמיתי ציין לימים כי בתחילת שנות השמונים נעשה ניסיון לצמצם את אליפסת האלינט על ידי שילוב אמצעי איכון מסוגים שונים, ולשלב איכון זה עם היכולת של מצלמת הטלוויזיה לסרוק תא שטח קטן. השילוב הזה נדרש גם לאיכון הסוללות וגם לצורכי בדיקת תוצאות התקיפה לאחר גל התקיפה הראשון.⁴⁶ איכון הסוללות ובדיקת תוצאות התקיפה נעשו גם בסיועה של יחידה יבשתית שחיל האוויר הקים לצורכי תצפיות מיוחדות (תצ"ם) - יחידה 5707 שהוקמה לצורך כך ב-1974.⁴⁷



מזל"ט זהבן. (אתר חיל האוויר)

התמודדות עם תכונות הטק"א - פיתוח אמל"ח חדשני

מרכיב האמל"ח בבניין הכוח לקראת "ערצב 19" כָּלל פיתוח של יכולת מערכתית של ל"א, ובכלל זה אמצעי ל"א מסוגים שונים - מוטסים, קרקעיים ולצורך הטעיה - וכן מספר סוגי טילים ופצצות מתבייתות מכ"ם ואלקטרו-אופטיות, בעיקר מהאוויר, אבל גם מהיבשה.

⁴⁴ ראיון עם אביאם סלע, 13 בפברואר 2019.

⁴⁵ ראיון עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

⁴⁶ ראיון עם תא"ל (מיל) יצחק אמיתי (ז'טלני), 24 בינואר 2019.

⁴⁷ הערות גדעון חושן לטיטות המאמר, 11 במאי 2019.

לוחמה אלקטרונית

לוחמה אלקטרונית הייתה מרכיב ביכולת חיל האוויר עוד במלחמת ההתשה והופעלה ברמות שונות של הצלחה במהלך מלחמת יום הכיפורים (הופעלה באופן חלקי מאוד ב"דוגמן 5" ונכשלה במבצע "מפצח 22" בתעלת סואץ ב-18 באוקטובר 1973). לפי אל"ם במיל"א אליהו יצחקי, שפיקד על ענף לוחמה אלקטרונית של חיל האוויר במלחמת שלום הגליל, "ב'מפצח 23' [20 באוקטובר 1973] תכננו את התקיפה עם סנכרון מלא ללוחמה אלקטרונית. טסו רק גבוה, ביצעו את כל המשימות, שום מטוס לא נפגע. המהפכה החלה".⁴⁸ הפעלת ל"א הצליחה גם במבצעים העוקבים "מפצח 24" (21 באוקטובר) ו"מפצח 25" (23 באוקטובר).

הצורך בהפעלה מתוכננת ומתואמת של מערך ל"א הובן, אפוא, כבר במלחמת יום הכיפורים, וממנה ועד מלחמת שלום הגליל הושקע מאמץ מקיף לפתח עוד ועוד יכולות ותורת לחימה מתאימה בתחום זה.⁴⁹ אל"ם במיל"א אהוד בן דור, שמונה באפריל 1981 למפקד הלוחמה האלקטרונית בחיל הקשר, אמר לימים: "השתלבנו בהכנות לתקיפת הטק"א בתחום של חסימת תקשורת בין הסוללות למרכזי השליטה שלהן. המטרה הייתה להוציא את המפקדים הסוריים משיווי משקלם ולהכניס אותם לאנדדרלמוסיה". בן דור פעל בתיאום עם רמי שמש, ראש מדור לוחמה בתקשורת של חיל האוויר, שלדבריו, "אחרי מלחמת יום הכיפורים שינינו לחלוטין את תורת הלחימה של הל"א, ובניגוד לתקופה הקודמת, ידענו לחשב במדויק את השפעת הל"א".⁵⁰

לוחמה אלקטרונית הופעלה מאתרים קרקעיים, כמו בחרמון.⁵¹ כמו כן, הופעלה לוחמה אלקטרונית מוטסת מעל גבי "יסעורים", "סופר פרלונים" (בצה"ל - "צרעות") ו"אנפות" עם אמצעי ל"א (רובם שדרוג של מערכות "כתף", שנעשה בהן שימוש כבר במלחמת יום הכיפורים), מטוסי "עיט", מטוסי "דקוטה" ועוד.⁵² לפי תחקיר חיל האוויר במבצע "שלום הגליל", רשתות הקשר החטיבתיות (בין המפח"טים לגדודי הטק"א) ורשתות הנתונים בין גופי הפיקוד לסוללות נחסמו באמצעים שונים.⁵³ במהלך הלחימה הוכפפו כל יחידות הלוחמה האלקטרונית וחוסמי הקשר של חיל הקשר למפקד המבצע.

בנוסף להפעלת לוחמה אלקטרונית מערכתית נגד הטק"א הסורי, פותחה במקביל יכולת הגנה עצמית של המטוסים. מוץ להגנה עצמית היה קיים באופן מצומצם עוד לפני מלחמת יום הכיפורים, והפך לתקני בכל המטוסים בשנים שלאחריה (בנוסף לנורים להטעיית אינפרא-אדום של טילי S.A.-7).⁵⁴

⁴⁸ מילשטיין, "אפקט הערצב: כך השמידה ישראל את טילי הסורים ואת הדוקטרינה הסובייטית".

⁴⁹ התכתבות עם אל"ם (בדימוס) אליהו יצחקי, 18 במאי 2019.

⁵⁰ מילשטיין, "אפקט הערצב: כך השמידה ישראל את טילי הסורים ואת הדוקטרינה הסובייטית".

⁵¹ אתר החרמון שימש במבצע "ערצב 19" לסיוע לקרבות אוויר-אוויר ולמשימות אחרות. עקב היעדר קווי ראייה לתוך הבקאע, האתר לא פעל ישירות נגד סוללות הטק"א הסוריות (התכתבות עם אליהו יצחקי, 18 במאי 2019).

⁵² מפקדת חיל האוויר/ענף לתולדות חיל האוויר, פעילות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל, טיוטא להערות, יוני 1984, עמ' 291.

⁵³ פעולות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל, סיכום צוותי תחקור, כרך ד', עמ' 147. א.צ. 162/228/2010.

⁵⁴ ראיין עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

פיתוח שימוש במוץ מסיבי ל"סינוור" מערכי המכ"ם של סוללות הטק"א

חיל האוויר הכיר את פוטנציאל השימוש במוץ מסיבי לשיבוש מערכות המכ"ם של האויב (בשונה מזה שנועד לשיפור שרידות כלי הטיס הבודד) מהפעלתו במלחמת העולם השנייה, וניסה למצות אותו לקראת סוף מלחמת יום הכיפורים בחזית התעלה, אך ללא הצלחה.⁵⁵ לחיל האוויר היה חיקוי של סוללת S.A.-3, שנבנתה על בסיס חלקים שצה"ל אסף כשלל במלחמת יום הכיפורים,⁵⁶ והוא עשה בה שימוש לצורך לימוד דפוסי הפעולה של הטק"א.⁵⁷ במסגרת זו יזם אביאם סלע ניסוי בהפעלה מסיבית של מוץ מול מערך טק"א. במהלך הניסוי הוא ישב בדגם הסוללה שהוצב באזור מפרץ חיפה, ומולו, מעל הים, פיזר מטוס "קרנף" מוץ בצורה שאולתרה לצורך הניסוי - על ידי פרחי קורס טיס שהניחו קרטונים מלאי מוץ על מסועים משני צידי המטוס, שהסיעו את הארגזים אל מכונה שגזרה את הקרטון לפני יציאת המוץ מהמטוס.⁵⁸ הניסוי, שדימה פיזור מוץ מעל רמת הגולן - מכיוון מערב למזרח - הראה שתמונת המכ"ם של הסוללה שובשה משמעותית מהמוץ.⁵⁹ במהלך הניסוי המאולתר החלו הפסקות חשמל באזור מפרץ חיפה, ואז התברר כי חלק מפסי המתכת היו ארוכים מאשר הרווח בין חוטי החשמל, וכשנפלו עליהם הם יצרו קצרים. הניסוי המוצלח הוכיח את היכולת והביא לפיתוח מסודר של הטלת טונות של מוץ ממטוסי "קרנף".⁶⁰

אביאם סלע סיפר לימים כי אנשי הל"א בלהק ציוד של חיל האוויר לא ראו במוץ נושא שבתחום עניינם, מכיוון שהיה מדובר בסוג של חימוש שהוטל ממטוס ולא באמצעי חסימה אלקטרוני אליו הם היו מורגלים. כדי לקדם את הנושא, הועברה האחריות לאנשי הל"א במחלקת אמל"ח, אשר פיתחו את היכולת יחד עם אנשי ענף הל"א ואנשי מחלקת המבצעים.⁶¹ הייתה זו דוגמה נוספת לניסוי מהיר באמצעים פשוטים, שהביא להבנה משופרת של הפוטנציאל הטמון במרכיב נוסף במערכת שפותחה.

התפיסה המלאה להפעלת מוץ, בה נעשה שימוש גם במבצע "ערצב 19", סוכמה לאחר ניסוי שנערך ביחידת ניסויי הטיסה של חיל האוויר ב-1980.⁶² במבצע עצמו הוטלו עשרות טונות של מוץ ממטוסי "קרנף" ו"עיט", שהתפזרו על פני כל הבקאע ובחלקים נוספים של לבנון⁶³ (ראה תמונה). אלוף עברי סיפר כי ראה במוץ חשיבות רבה וקבע את תחילת התקיפה לשעה 14:00 כדי למצות באופן מיטבי את יעילות המוץ, שפיזרו החל בשעה 12:00.

⁵⁵ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

⁵⁶ שם.

⁵⁷ בהמשך פיתח חיל האוויר האמריקאי סימולטור של S.A.-6, וכמה חודשים לפני מלחמת לבנון הראשונה אישר לחיל האוויר לבקר בו. דיווח בנושא זה מנספחות צה"ל בוויינגטון למפקד חיל האוויר הגיע ללשכתו ב-21 במארס 1982: א.צ. - 63/429/1984.

⁵⁸ התכתבות עם אליהו יצחקי, 18 במאי 2019.

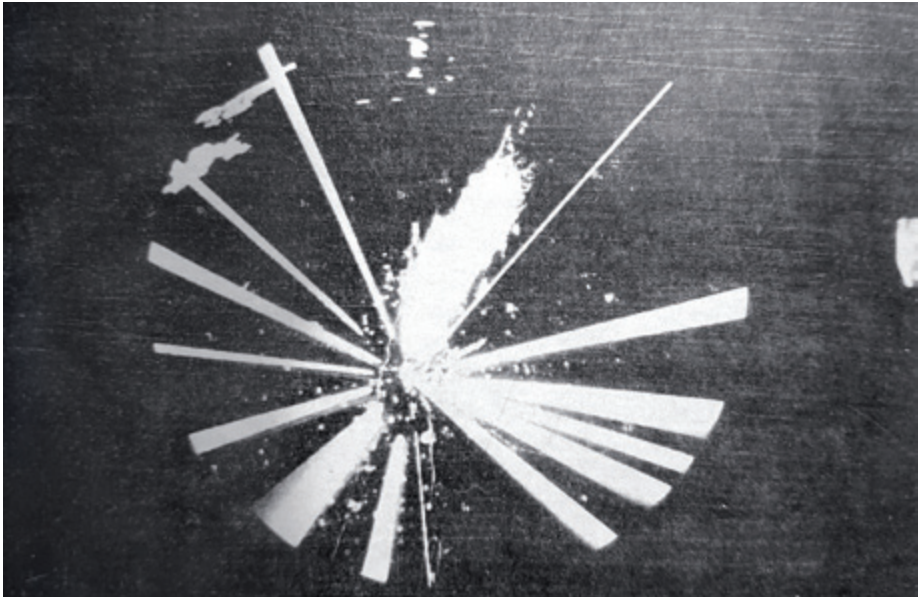
⁵⁹ ראיון עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

⁶⁰ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

⁶¹ ראיון עם אביאם סלע, 13 בפברואר 2019. התכתבות עם אליהו יצחקי, 18 במאי 2019.

⁶² התכתבות עם אליהו יצחקי, 18 במאי 2019.

⁶³ מפקדת חיל האוויר/ענף לתולדות חיל האוויר, פעילות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל, עמ' 291.



כיסוי מוץ כפי שנראה על גבי מכ"ם ביב"א בהר מירון. (צילום: חיל האוויר)

גופי הטעיה להונאת המכ"ם של סוללות הטק"א

מרכיב אחר בלוחמה האלקטרונית היה גלשני הטעיה, שדימו בחתימתם המכ"מית מטוסי קרב ונועדו לגרום למכ"ם של סוללות הטק"א להינעל עליהם ולשגר לעברם טילים. הצורך המובהק היה להגן על מטוסי הצילום, שהיו אמורים לבצע גיחה מוקדמת לזיהוי פריסת סוללות הטק"א, תוך סיכון ניכר וללא מערך החסימה והשיבוש האלקטרוני שנועד למבצע עצמו. סלע סיפר בראיון עימו כי ביקש ממפקד חיל האוויר, בני פלד, אישור לרכש מהיר של שני סוגים של גופי הטעיה מייצור אמריקאי, שהיו מבוססים על טיל שהורכב על רקטה לצורך הארכת טווח. לפי סלע, הניסוי בגופי הטעיה הללו היה כישלון מוחץ.⁶⁴ כאמור, עוד במלחמת ההתשה היו בידי צה"ל מזל"טי הטעיה בשם "תלם": "כאשר שוגרו בקבוצה, דימו ה'תלמים' מבנים של מטוסי קרב שהטעו את מערכות הטילים של האויב." ה'תלמים' הופעלו במסגרת טייסת 200 של חיל האוויר במלחמת ההתשה, וכן הופעלו במלחמת יום הכיפורים באופן שלא תרם לפגיעה במערך הטק"א של האויב.⁶⁵ אחרי המלחמה, כדי לשפר את יכולת ה'תלם' כגוף הטעיה, הוספה לו עדשה, כך ששטח הפנים שלו ייראה גדול יותר במכ"ם. ה'תלם' היה בעל מנוע סילון יקר יחסית, ולכן פותחו גלשני הטעיה ("פצצה דואה") שנקראו "שמשון".⁶⁶ במלחמת שלום הגליל הופעלו הן מזל"טי "תלם" ועשרות גלשני "שמשון".⁶⁷

⁶⁴ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

⁶⁵ אפרים לפיד, "המזל הטוב של המזל"ט", *Israel Defense*, 12 בספטמבר 2018.

⁶⁶ ראיון עם יצחק בן ישראל, 19 באפריל 2019.

⁶⁷ מפקדת חיל האוויר/ענף לתולדות חיל האוויר, פעילות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל, עמ' 291.

טילי אוויר-קרקע וקרקע-קרקע נגד סוללות טק"א

הייעוד של הטילים היה פגיעה מנגד (Stand-off) בסוללות הטק"א, מטווחים הגדולים מטווח הירי של הסוללה עצמה. גישה זו, ששילבה יכולת פגיעה מדויקת עם שרידות גבוהה של המטוס, הכווינה מרכיבים ניכרים מיכולת התקיפה האווירית. השם הצה"לי של הטילים נגד טק"א היה "אגרוף" (ולכל טיל ניתן שם של צבע אחר), וכלל שני סוגי רכישת מטרה וביות - טילים מתבייתי מכ"ם וטילים אלקטרו-אופטיים. השילוב של מספר טילים בתקיפה נקרא "אגרוף צבעוני".

טילים מונחי טלוויזיה (אלקטרו-אופטיים)

הטילים האלקטרו-אופטיים היו טילי "תדמית" של רפא"ל ("אגרוף חום") והפצצות האמריקאיות מונחות הטלוויזיה ("אגרוף ירוק"). היה גם "אגרוף צהוב" - פצצת (AGM 62) Walleye אמריקאית רגילה (שנקראה בצה"ל "תשקיף"), שנערכו בה שינויים לצורך הארכת הטווח ולצורך הנחיה.



פצצת תדמית מדגם מוקדם על "קורנס". (מקור: נפתלי עמית, רפא"ל)

מנכ"ל רפא"ל, זאב בונן, דחף לסייע לחיל האוויר ככל הניתן. מכיוון שהיה צורך דחוף בייצור טילי "תדמית", למרות שחלק ניכר מהמכלולים החדשים עדיין לא היה בשל, הוחלט להסב יחידת ייצור של רפא"ל באופן בלעדי לייצור "תדמית". בנובמבר 1974 סופקה כמות מבצעית ראשונה של הטיל ובאפריל 1975 כבר היו ששיים יחידות מבצעיות שלו בחיל האוויר.⁶⁸ מחקר שנערך ברפא"ל מצביע על תחושת הדחיפות מצד אנשי הפיתוח ומציין כי פיתוח "תדמית" היה אירוע בולט וחריג בתולדות רפא"ל מהסיבות הבאות:⁶⁹

⁶⁸ בונן, רפא"ל ממעבדה למערכה, עמ' 180.

⁶⁹ נפתלי עמית, סיפורו של פרויקט "תדמית" (1972 - 1975), רפא"ל, ינואר 2019.

- צורך מבצעי מזוהה, ברור ואקוטי.
- הכרה בחשיבות הפרויקט.
- שיתוף פעולה הדוק של חיל האוויר עם רפא"ל ועם הנהלת משרד הביטחון.
- דרך התנהלות הפרויקט - תפיסת ניהול גמישה הכוללת האצלת סמכויות וחופש פעולה, לצד קצב פיתוח שהיה מהיר מהרגיל מלכתחילה והפך במהלך מלחמת יום הכיפורים את "תדמית" לפרויקט חירום לאומי, מהיר ודחוף עוד יותר.
- תפוקת הפרויקט - באוגוסט 1975, שלוש שנים מתחילת הפרויקט, העמיד רפא"ל לרשות חיל האוויר מאה יחידות מבצעיות. בשנים הבאות הוגדלה הכמות הכוללת עד 300 יחידות.

במבצע "ערצב 19" נעשה שימוש ב"תדמית". בגלל קושי לנהג פצצות מונחות טלוויזיה מהצג הקטן של נווט ה"פנטום", הציע סלע לעשות זאת ממטוס "הרקולס" ("קרנף"). הרעיון היה להכשיר נווטים שנפצעו במלחמת יום הכיפורים להפעלת פצצות אלו מארבע עד שש עמדות נוחות שהותקנו במטוס "קרנף". הפצצות הבודדות שנוהגו במבצע "ערצב 19" ממטוסי "קרנף" החטיאו את מטרתיהן.⁷⁰

טילים מונחי מכ"ם

לצה"ל הייתה מסורת מפותחת של אלתורים טכנולוגיים והוא המשיך אותה גם בתחום ההתמודדות עם הטק"א. בימים האחרונים של מלחמת יום הכיפורים הושלם פיתוח של מערכת "פוטיפר" - הכלאה בין זחל"ם שלל רוסי, שעליו הותקנו שני טילי "שרייק" שהותאמו במפעל "מבת" של התעשייה האווירית לירי מהקרקע. למערכת היה טווח של 11 ק"מ, מה שחייב חדירה של כוח פגיע למדי לטווח מתאים מהסוללה, תוך סיכון עצמי רב. המערכת לא הספיקה להשתתף במלחמה. דן סלע כתב כי: "פחות משבוע לאחר שהסתיימה מלחמת יום הכיפורים סייר מפקד חיל האוויר דאז, בני פלד, בקווי הפסקת האש ברמת הגולן. 'החלום שלי', אמר לאחד ממלוויו, 'הוא לעמוד כאן, שישים ק"מ מהסוללות הסוריות, ללחוץ על כפתור ולהשמיד סוללה'. רוב הנוכחים בסיור הסתירו חיוך, אבל ידעו שפלד צודק".⁷¹

המענה הראשוני לצורך שהעלה פלד הושלם שבועות מספר לאחר המלחמה. המערכת החדשה, שנקראה "כחלילית", הייתה שילוב של טיל "שרייק" שהוסף לו מנוע רקטי עם תובה של טנק "שרמן". הטווח שלה הוגדל מ-11 לשישים ק"מ, והמנוע הרקטי נועד לקרב את הטיל אל המטרה. אחרי התנתקותו המשיך ה"שרייק" במעופו, תוך התבייתות על המטרה. זמן הפיתוח של ה"כחלילית" ארך שבוע בלבד: ראש ענף חימוש בלהק ציוד של חיל האוויר, שהיה בסיור עם מח"א פלד ברמת הגולן ביום חמישי, חזר וסיפר על הרעיון לראש מדור תחמושת, רס"ן שבתאי דובדבני. זה ביקש מאנשי תע"ש הרלוונטיים לעבוד בסוף השבוע. ביום שישי בערב כבר הוצגה התוכנית של הטיל לבני פלד, שהקציב שבוע

⁷⁰ ראיון עם אביאם סלע, 13 בפברואר 2019.

⁷¹ דן סלע, "כחלילית בבקעת הלבנון", ביטאון חיל האוויר, 96 (197), אפריל 1994, עמ' 21-19.

להגיע להדגמה. ביום חמישי הבא בבוקר, לאחר פחות משבוע של פיתוח, בוצע ניסוי בנגב בנוכחות מח"א. ב-1974 קיבלו שבתאי דובדבני ואיש תע"ש דניאל נרוור את פרס ביטחון ישראל על הפיתוח המואץ של המערכת. "כשבנינו את ה'כחלילית' חשבנו שזה אלתור לזמן קצר, שתוך חודש-חודשיים יוחלף על ידי מערכת מסודרת. גם כשהניסוי הצליח והמערכת עברה לייצור סדרתי, לא האמנתי שהוא יחזיק מעמד כל כך הרבה זמן".⁷² חיל האוויר הקים יחידה שהתבססה על אנשי נ"מ ממערך ה"הוק", יחד עם מהנדסים וטכנאים שהתמחו בהפעלת האמצעי החדש. היחידה החדשה החזיקה כוננות בסיני וברמת הגולן וביצעה הרבה ניסויי ירי של הטיל.⁷³

על פי דוד עברי, שהיה באותה עת ראש מחלקת אוויר, מרכיב מיידי נוסף של המענה היה התקנת טילי "שרייק" על כנות של תותחי נ"מ 23 מ"מ שלל, שהוצבו על התילים ברמת הגולן, כאשר לכל כנה היו כתובות של תדרים של הטק"א שנערך מולה.⁷⁴ ב-1977 החלה יחידת "כחלילית" לקלוט את הדור הבא של טילי קרקע-קרקע מתבייתי מכ"ם - "קרס" - שהיו התאמה של טיל Standard Arm לצרכים הישראליים.⁷⁵ הטבלה שלהלן מסכמת את פיתוח הטילים מתבייתי המכ"ם הקרקעיים ושל הטילים מתבייתי המכ"ם האוויריים מבוססי טיל "שרייק", בהם נעשה שימוש כבר במלחמת ההתשה.

טילים מונחי קרינת מכ"ם	טילים מתבייתי מכ"ם קרקעיים
החל מ-1971: "שרייק"/"אגרוף". מאוחר יותר פותחו דגמים מתקדמים שלו שזכו לשמות "אגרוף שחור" ו"אגרוף כחול".	החל מ-1974: "כחלילית" - מערכת קרקעית לשיגור טילי שרייק מתובה של טנק "שרמן". טווח של שישים ק"מ.
החל מ-1977: "אגרוף סגול". יכול היה להמשיך במעופו אל המכ"ם גם אחרי שהמכ"ם כובה, תוך שמירת זיכרון מקומו בעת הפעלתו האחרונה. ⁷⁶	החל מ-1977: "קרס". התאמה של טילי Standard Arm ושיגור מעל גבי משאית "רין". ⁷⁷

במבצע "ערצב 19" שיגרה טייסת 69 (עם עשרים מטוסים) כשלושים טילי "אגרוף סגול".⁷⁸ לפי מפקד יחידת הטילים הקרקעיים, במהלך המבצע שיגרה היחידה עשרות טילי "כחלילית" ו"קרס" אל מערך הטילים הסוריים בבקאע. הסורים כיבו את המכ"מים

⁷² שם.

⁷³ שם.

⁷⁴ ראיון עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

⁷⁵ סלע, "כחלילית בבקעת הלבנון".

⁷⁶ קובי מרינקו, "אגרוף סגול", טיל אוויר-קרקע נגד סוללות טילים, ביטאון חיל האוויר 91 (192), יוני 1993, עמ' 5.

⁷⁷ סלע, "כחלילית בבקעת הלבנון", עמ' 21-19.

⁷⁸ מרינקו, "אגרוף סגול", טיל אוויר-קרקע נגד סוללות טילים.

והטילים נותרו ללא מטרות. טיל אחד התביית על סוללה סורית באזור דמשק, פנה חדות מזרחה ופגע בה.⁷⁹



טיל מונחה קרינת מכ"ם - "אגרוף סגול". (צילום: חיל האוויר)

פצצות שימוש כללי

למרות כל החידושים הטכנולוגיים המשיך חיל האוויר לפתח שיטות ולהתאמן בשיטת התקיפה הישירה (הטלה מהגובה) עם פצצות שימוש כללי (ש.כ.). הסיבות לכך היו חשש מחסימת ל"א סורית שתפגע ביכולת התקיפה מנגד באמצעות טילי "אגרוף" מתבייית מכ"ם, וכן חשש שמא הרוסים פיתחו שיטות התמודדות עם הפצצות הדואות מונחות הטלוויזיה.⁸⁰ במבצע "ערצב 19" נעשה שימוש מוגבל בגיבוי זה של פצצות שימוש כללי, עקב ההצלחה הגדולה של גל התקיפה הראשון שתקף מנגד.

שילוב יחידות מחוץ לחיל האוויר בתקיפת הטק"א

אביאם סלע מספר כי אג"ם מבצעים במטכ"ל נרתם לפיתוח מענה לבעיית הטק"א, לאחר שהמטכ"ל הבין שמדובר בבעיה של צה"ל כולו. מרכיב אחד בפיתוח המענה הכולל היה הכפפת סוללות ארטילריה להכוונת חיל האוויר לצורך פגיעה בסוללות טק"א שהיו בטווח שלהן. מחקר של סרן יצחק בן ישראל ניתח את יעילות אש התותחים נגד סוללות טילי קרקע-אוויר. המחקר, שהחל כשנה לפני מלחמת יום הכיפורים כדי להעריך את משקל הארטילריה בתוכנית "בנדיגו" - נספח ארטילרי לפקודת "תגר" להשמדת מערך הטילים בתעלת סואץ - הראה כי סיכויי פגיעה גבוהים מצדיקים הגדלת מאמץ להשגת יכולת לטיווח מדויק. בן ישראל המליץ לבדוק את התרומה האפשרית של ירי כמות גדולה של

⁷⁹ סלע, "כחלילית בבקעת הלבנון".

⁸⁰ ראיון עם יצחק אמיתי (ז'טלני), 24 בינואר 2019.

פגזי 155 מ"מ על סוללות ניידות של S.A.-6.⁸¹ במבצע "ערצב 19" עצמו לא נעשה שימוש בארטילריה, וזאת באופן מכוון - כדי לשמור על גורם ההפתעה.⁸² מרכיב שני של המענה הכולל לאתגר הטק"א היה סיוע בתחום הל"א. לצורך זה הוכפף גדוד הקשר הארצי לחיל האוויר בעת ביצוע המשימה.⁸³ מרכיב שלישי היה הקמת יחידת קומנדו אווירית. איש סיירת מטכ"ל, מוקי בצר, החל, אחרי מלחמת יום הכיפורים, להקים יחידת קומנדו לפעולות מיוחדות בעומק שטח האויב. בזיכרונותיו הוא מספר שבני פלד גילה עניין ביחידה כזו לצורכי חיל האוויר, לדוגמה - לחילוץ טייסים שנפלו בשטח האויב. בצר הכיר את העיסוק של חיל האוויר במענה לטילי S.A.-6, הבין כי מתפתחת יכולת הנחיית חימוש חדיש המתבנית על קרן לייזר,⁸⁴ והציע בהקשר לטק"א כי לוחמי היחידה החדשה יתמחו בחדירה לשטח האויב, בזיהוי סוללות טק"א ובהכוונת הפצצות אליהן. בהמשך תמך גם רמ"ח מבצעים בחיל האוויר (החל מפברואר 1977), אל"ם יפתח ספקטור, בהקמת יחידת הקומנדו האווירית. בראשית הדרך מדובר היה בפלוגת מילואים בתוך סיירת מטכ"ל, שספקטור כינה "הגדוד למשימות חיל האוויר".⁸⁵ הפלוגה הועברה מאמ"ן והוקמה כגדוד מטכ"לי תחת קחצ"ר ב-1977,⁸⁶ ועברה באופן מלא לפיקוד חיל האוויר בשנת 1985.⁸⁷ היחידה ערכה מבצעים במלחמת שלום הגליל, אך לא השתתפה במבצע "ערצב 19".

אימון מדמה מציאות

בחוברת "'קרבנות טילים" מינואר 1975 הדגיש אביאם סלע את חשיבות האימונים ואת הצורך בדמאים של סוללות S.A.-6 כדי לאמן את הטייסים. במארס 1975 הפיץ רע"ן אימונים אוויריים, סא"ל יפתח ספקטור, דרישה מבצעית ל"סימולציה ויזואלית ללחימה בטיילים", בה טען כי הדימויים הקודמים של ירי טיל אינם נותנים מענה מספק - הם אינם דומים למציאות בצורתם, קצב ההתרחשויות אינו מתאים ואין דרך לנתח אם פעולות הטייס אל מול הדימוי. ספקטור טען כי המענה המתאים הוא שימוש בסימולטור אמריקאי לקרבות אוויר, בו ייעשו התאמות ישראליות.⁸⁸ ראש להק אוויר (השם החדש לראש מחלקת אוויר), רפי הר-לב, ענה כי "הצורך קיים ואף נראה חשוב", והנחה את ספקטור ליזום מספר בדיקות להתכנות הצעתו.⁸⁹

⁸¹ להק אוויר/מחלקת אמל"ח/ענף חקר ביצועים, ניתוח יעילות אש תותחים כנגד סוללות טילי ק"א - חוות דעת, 28 בינואר 1975, א.צ. 479/1977/77.

⁸² ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

⁸³ שם.

⁸⁴ מוקי בצר, לוחם חשאי - סיפורן של היחידות המיוחדות בצה"ל, כתר, 2015, עמ' 346.

⁸⁵ יפתח ספקטור, רם וברור, ידיעות ספרים, 2007, עמ' 291.

⁸⁶ בצר, לוחם חשאי, עמ' 347-351.

⁸⁷ שם, עמ' 369.

⁸⁸ להק אוויר/מחלקת הדרכה/ענף אימונים אוויריים, סימולציה ויזואלית ללחימה בטיילים - דרישה מבצעית, 23 במארס 1975.

⁸⁹ להק אוויר, סימולציה ויזואלית ללחימה בטיילים, 30 במארס 1975.

בנובמבר 1976, בעת ששימש כמפקד טייסת 201 שקלטה את הפצצה האמריקאית החדשה המונחה אופטית GBU-15 (בצה"ל - "אגרוף ירוק"), ביקר אביאם סלע בחברת "רוקוול" ובבסיס חיל האוויר האמריקאי אגלין, לצורך לימוד הסימולטורים האמריקאיים שפותחו עבור אימון בנשק אלקטרו-אופטי. האימון בהטלת חימוש אלקטרו-אופטי התנהל עד אז באופן שהמטוס דימה את הפצצה, והנווט, שתפקידו היה להפעיל את החימוש, כיוון את הטייס במעופו לאורך עשרות קילומטרים של דאיית הפצצה, עד קרוב למקום הפגיעה.⁹⁰ במסמך סיכום הביקור המליץ סלע לשלוח את אנשי הטייסת שלו לארצות הברית בפברואר/מארס 1977, לאימון בן כשבוע בסימולטור, בעלות של 20,000-25,000 דולר (לכל המתאמנים).⁹¹ ראש להק אוויר, הר-לב, תמך בהצעה.⁹² לפי סלע, 12 נווטי "פנטום" מטייסת 201 עברו ב־1978 את האימון הראשון בסימולטור בארצות הברית, שהתחיל סדרת אימונים שנמשכו במתכונת זו עד שנת 1982. עוד סיפר סלע כי כמפקד טייסת הוא שכנע את מפקד בסיס חצור להכין דגם בגודל מלא של סוללת S.A.-6. שאפשר תרגול של תקיפת הסוללה במציאות.⁹³ בהמשך נבנו דגמים של מכ"ם התרעה של סוללה בכל בסיס, וכן פותח מטווח אלקטרוני בשדה הניסויים בשדמה.⁹⁴

מפקד חיל האוויר בשנים 1977-1982, אלוף דוד עברי, סיפר כי ב־1978 הוא הנחה שכל בוגר קורס אימון מתקדם (קא"ם) יעשה לפחות גיחה אחת בלבנון - סוג של גיחת אימון - מול סוללות S.A.-2 ו-S.A.-3 הסוריות שהיו פרוסות בבקעת הלבנון.⁹⁵

בטייסות ה'פנטום' היה מעקב אישי על ביצוע תרגולים אישיים בנשק מנגד מול סוללות בלבנון. הצוותים תרגלו את היעף מבלי לשגר את הנשק, והיה על כך פיקוח ממפקדת חיל האוויר. הזירה הלבנונית הייתה מוכרת לטייסי חיל האוויר, אפילו לזוטרים ביותר. עודדתי שיתוף צעירים בתקיפת מטרות מחבלים בלבנון, דבר שהיה כמעט שגרתי. כך נמנעה מהם ההתרגשות של חציה ראשונה של הגבול, דבר שמאפשר פחות לחץ בלחימה.

תרגול מערכתי

מאז אמצע שנות השבעים ועד מלחמת לבנון בוצע בחיל האוויר, אחת לארבעה חודשים, תרגיל גדול שעסק ספציפית בתקיפת טק"א או קלל מרכיב משמעותי שלה. חלק מהתרגילים, בעיקר הראשונים שבהם, צוינו קודם לכן. הם אפשרו לחיל האוויר לבחון רעיונות חדשים מיד כשרעיון כזה עלה. תרגילים טסים אלה נקראו "טורפדו", והופעל בהם מערך המודיעין והתקיפה מול ביום אויב - סוללות ונ"מ. ביום האויב הופעל על ידי ראש מינהלת התרגילים שהוקמה בלהק מודיעין אוויר, סא"ל אבנר יופי⁹⁶ - וקלל שילוב

⁹⁰ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

⁹¹ כנף 4/טייסת 201, פוך - דוח סיור, 2 בדצמבר 1976, א.צ. 1101/1979/77.

⁹² מכתב אישי בכתב יד מראש להק אוויר לרל"ש מפקד החיל, "פוך - דוח סיור", 17 בינואר, 1977, א.צ. 1101/1979/77

⁹³ ראיון עם אביאם סלע, 16 בינואר 2019.

⁹⁴ ראיון עם יצחק אמיתי (ז'טלני), 24 בינואר 2019.

⁹⁵ ראיון עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

⁹⁶ גדעון חושן, עדות בכתב, 10 בפברואר 2019.

של סוללות נ"מ של יחידת ביום האויב של חיל האוויר ("אגרופן").⁹⁷ אלוף עברי מציין כי התרגילים נערכו בתחילה בישראל, מול ביום אויב שהוצב ביהודה ושומרון, ובהמשך - מול הסורים בלבנון, בלי לחשוף את סודות המבצע.⁹⁸ לחיל האוויר התאפשר, אם כן, לבצע תרגול מערכתי (כמעט) מלא.

גדעון חושן כתב בעדותו שכאשר פיתוח מערכת התכנון שליטה-מודיעין הגיעה לבשלות, הבשיל יחד איתה דפוס תרגילי המטרות שנקרא "אביזר".⁹⁹ מדובר היה בתרגיל מטה, בו הייתה מינהלת שהעבירה מידע מודיעיני לצמ"א שעבד מול התשל"ם. התשל"ם שלח מטוסים באופן וירטואלי, והמינהלת בדקה האם המודיעין נכון, האם התקיפה מדויקת ומהן התוצאות. כאמור, תרגיל כזה בוצע גם מיד עם המעבר למרכז השליטה החדש באפריל 1982.

תכנון מבצע "ערצב 19" והחלטות שהביאו להצלחתו

בניין הכוח בכל הנוגע לחכימה בטילי קרקע-אוויר התפרס על פני שנים רבות וכלל את כל המרכיבים שפורטו לעיל, אולם הצלחת מבצע "ערצב 19" הושפעה באופן משמעותי גם מעבודתם של המתכננים, אנשי המודיעין, השולטים, ובעיקר מהחשיבה וההיערכות לניהול הלחימה האווירית בתנאי המלחמה כפי שהתפתחה בפועל. היו כמה החלטות משמעותיות של מח"א, דוד עברי, בהסכמת הרמטכ"ל, רפאל איתן, שיצרו תנאים מיטביים להצלחת המבצע: התעקשות לתקיפת המערך כולו ולא רק מספר קטן של סוללות, כדי לא לאפשר לסורים להפעיל סוללות שלא נתקפו נגד המטוסים (למעשה, הובן כי תקיפת חלק מהמערך מסוכנת יותר מתקיפת המערך כולו); ההחלטה להפעלת כל היכולות ולא רק חלקן, למרות שהוכנו "מלחמה גדולה" מול סוריה; דחיית התקיפה מיום ג' (כפי שתוכנן) ליום ד', כדי להמתין להעברת חטיבת הטק"א מרמת הגולן לבקאע בליל 8 ביוני ולאסוף עליה מודיעין למחרת בבוקר כדי לאפשר יציאה למבצע עם מודיעין מלא ומעודכן; שינוי עיתוי התקיפה מ-12:00 (כפי שאושר) ל-14:00, כדי לאפשר מיצוי מיטבי של פיזור המוץ; הפסקת המבצע בשלב שבו הופסק, שהייתה החלטה חריגה של ניהול סיכונים.¹⁰⁰

החלטה חשובה של עברי - פנימית בתוך חיל האוויר - הייתה ארגון הפר"ש למבצע. כאשר החלו ההכנות לחכימה ממשית בלבנון, לאחר ההתנקשות בשגריר ישראל בלונדון (4 ביוני 1982), אישר עברי להעמיד כמאה מטוסי קרב בכוננות, על צוותיהם וחימושם, למקרה שבו יידרש חיל האוויר להילחם במערך הטק"א הסורי, שהיו פרוסים גם בבקעת הלבנון. עברי, שניהל את כל המערכה האווירית שהחלה ב-6 ביוני, ובמיוחד את כל קרבות האוויר שהתחוללו במהלך כל הלחימה, קבע כי רמ"ח מבצעים, אביאם סלע, יפקד וינהל את מבצע תקיפת טילי קרקע-אוויר תחת מפקד חיל האוויר, תוך שהוא, עברי, דואג לכך שהשמיים יהיו

⁹⁷ ראיון עם יצחק אמיתי (ז'טלני), 24 בינואר 2019.

⁹⁸ ראיון עם דוד עברי, 21 בינואר 2019.

⁹⁹ גדעון חושן, עדות בכתב, 10 בפברואר 2019.

¹⁰⁰ עברי, "כיצד השמדנו את מערך הטק"א".

נקיים ממטוסי אויב, כך שמבצע תקיפת הטק"א יקבל את כל הנדרש לביצועו. סלע התמקד בלחימה בטילים, ולא היו לו סמכויות או אחריות על כל יתור המשימות, שנוהלו כאמור על ידי עברי. התארגנות פו"ש ייחודית זו הצדיקה את עצמה, שכן תוך כדי תקיפת הטק"א הפעילו הסורים עשרות מטוסי קרב כדי לסייע לסוללות המותקפות. בקרבות אוויר-אוויר (בהקשר ישיר ל"ערצב 19"), אותם ניהל עברי, יורטו על ידי מטוסי קרב ישראליים שהמתינו להם כעשרים מטוסי קרב סוריים.¹⁰¹ למכלול החלטות פיקודיות אלו הייתה השפעה משמעותית על הצלחת מימושה של היכולת שפותחה בשנים שלפני מבצע "ערצב 19".



פגיעה במכ"ם סוללת S.A.-2. (צילום: חיל האוויר)

סיכום

בין הכישלון במלחמת יום הכיפורים ובין ההצלחה במלחמת שלום הגליל ביצע חיל האוויר "מהפכה זרועית בעניינים צבאיים", שכתוצאה ממנה הצליח להביס את מערך הטק"א הסורי, והמחיש לברית המועצות את אוזלת ידה מול היכולת הטכנו-מבצעית של צה"ל. המהפכה התגלמה ביכולת מערכתית, שכללה כמובן מטוסים, טילים ממגוון רחב ואמצעי

¹⁰¹ פעילות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל, טיוטא להערות, יוני 1984, עמ' 367. במהלך יום הלחימה הראשון הופלו 25 מטוסי קרב סוריים, חלקם עד השעה 14:00.

ל"א מסוגים שונים, אך חידושיה היו גם בתחומי התכנון, השליטה והעברת המידע לאור מודיעין בזמן אמת. הטראומה של הכישלון במלחמת יום הכיפורים גרמה לכך שהמענה התאפיין ביתירות רבה. יפתח ספקטור סיפר שכאשר קיבל בתחילת 1977 את הפיקוד על מחלקת המבצעים של חיל האוויר, היא הייתה עדיין שקועה בעניין הטק"א: "בינתיים כבר נצטברו המון טכניקות חלופיות וכלים מסייעים לצורך זה, עד שאפילו מפקד חיל האוויר, האלוף בני פלד, לגלג על 'שלושה עשר הגיבויים לגיבויים' שנאספו כדי להבטיח ניצחון על הטק"א. אך ביום כניסתי לתפקיד הוא חתם על מסמך המאשר להשקיע כספים בפיתוח גיבוי נוסף, הארבעה עשר במספר".¹⁰²

מה אפשר את ההשתנות הזו? נראה כי מדובר בשילוב של מספר גורמים, חלקם מוכרים מתהליכי השתנות אחרים וחלקם ייחודיים לחיל האוויר ולמאפייני הטכנולוגיה של התקופה:

- בראש ובראשונה - הכרה של חיל האוויר בכך שמדינת ישראל זקוקה לפתרון לאתגר הטק"א ולהשגת עליונות אווירית, וכן בעובדה שבמלחמת יום הכיפורים החיל לא עמד בציפיות ממנו.
- מכאן ראיית העליונות האווירית כבעיה אסטרטגית והחלטה שצריך לפצח אותה. לצורך זה גויסה האנרגיה הארגונית המרבית.
- גיבוי למפקדים יזמים, תוך מתן רשות להתנסות ולטעות, וגיבוי מגבוה (רמ"חי מבצעים ועד מח"א).
- היעדר עכבות ודעות קדומות - נכונות להפעיל אמצעים מהיבשה, לפתח מזל"טים (בלי טייסים!), לשנות את מנגנון ההפעלה של חיל האוויר, להקים יחידת קומנדו, ובסך הכל, "לצאת מהקופסה" הזרועית.
- גמישות מחשבתית - לדוגמה, הנכונות של מפקד חיל האוויר, בני פלד, להסכים להקמת תא שליטה ייעודי ולחרוג בכך מהגישה העקרונית של שליטה ריכוזית, ובהמשך ההחלטה של מח"א דוד עברי לתת לאביאם סלע לפקד ולנהל את תקיפת הטק"א, תוך שהוא עצמו מפקד על כלל הכוח האווירי.
- גמישות תהליכית - נכונות לפעול מחוץ לנוהלי בניין הכוח הקשיחים.
- "סבלנות ארגונית" - שהתקיימה בצוותא עם גמישות תהליכית וקיצורי דרך. זו באה לביטוי בהנחלה רוחבית (מטה חיל האוויר) ואנכית (בסיסים וטייסות) של חשיבות האתגר ומרכיבי המענה, וכן בשימור הידע ובהעברה רציפה שלו לממשיכים בתפקידי המפתח במטה ובטייסות.
- שילוב הדוק בין פיתוח והצטיידות ובין תרגול והתנסות ללמידה ולגיבוש תו"ל, בעיקר באמצעות שליטה ריכוזית של מחלקת מבצעים בתהליכים.
- הירתמות מלאה של צמרת צה"ל, ובמיוחד רמ"חי המבצעים משה לוי, אורי שגיא ועמוס ירון, לכל המהלך שהוביל חיל האוויר, וכן מעורבות מלאה של הרמטכ"ל בחמש השנים שלפני המלחמה, רפאל איתן.

¹⁰² ספקטור, **רם וברור**, עמ' 281.

- פוטנציאל טכנולוגי ייחודי - מיצוי פוטנציאל העידן הדיגיטלי, הדבר אפשר להכניס מרכיבים אלקטרוניים משמעותיים לראש ביות של טיל ולמטע"ד של מזל"ט, וכן מחשב דיגיטלי למטוסי קרב.
- הירתמות של גופים ובעלי תפקידים בתעשיות הביטחוניות ובממסד המדעי. לקח עקרוני בראייה לעתיד, הרלוונטי לא רק לחיל האוויר ולא רק כאשר חלה השתנות טכנולוגית משמעותית, הוא הצורך של המערכת הצה"לית, המתאפיינת בעשורים האחרונים בהתמסדות ארגונית ותהליכית, ליצור מרחב התנסות גדול לאנשים עם רעיונות, הכולל השקעת משאבים.

רשימת מקורות

ספרים, מאמרים ומסמכים צבאיים

- בונן, זאב. **רפא"ל ממעבדה למערכה**. נ.נ.ד. מדיה. 2003.
- בצר, מוקי. **לוחם חשאי - סיפורו של היחידות המיוחדות בצה"ל**. כתר, 2015.
- דיווח מנספחות צה"ל בווינגטון למפקד חיל האוויר, הגיע ללשכת מח"א ב-21 במארכ 1982, א.צ. 63/429/1984.
- כנף 4/טייסת 201. **פוך - דו"ח סיור**. 2 בדצמבר 1976. א.צ. 1101/1979/77.
- להק אוויר/מחלקת מבצעים/ענף קרב. **מערכת ממוכנת לשליטה בתקיפת טילים**. 19 בינואר 1978. א.צ. 404/1981/75.
- להק אוויר/מחלקת מבצעים/ענף תקיפה. **"קרבות טילים" - לחימת מטוסים בסוללות טילים**. 7 בינואר 1975.
- להק אוויר/מחלקת מבצעים. **לחימה בסוללות טילים ניידות - צורך מבצעי**. 7 במאי 1975. א.צ. 989/1978/248.
- להק אוויר/מחלקת מבצעים/ענף תקיפה, אביאם סלע ו-ויקטור שנקר (מענף בקרת ירי), **מערכת קשר ויזואלית - הצגת רעיון**, 13 ביולי 1975.
- להק אוויר/מחלקת מבצעים, **הרצ"ב**. 13 ביולי 1975.
- להק אוויר/מחלקת אמל"ח/ענף חקר ביצועים. **ניתוח יעילות אש תותחים כנגד סוללות טילי ק"א - חוות דעת**. 28 בינואר 1975. א.צ. 479/1977/77.
- להק אוויר/מחלקת הדרכה/ענף אימונים אוויריים. **סימולציה ויזואלית ללחימה בטיילים - דרישה מבצעית**. 23 במארכ 1973.
- לפיד, אפרים. "המזל הטוב של המזל"ט". Israel Defense. 12 בספטמבר 2018.
- מילשטיין, אורי. "אפקט הערצב: כך השמידה ישראל את טילי הסורים ואת הדוקטרינה הסובייטית". **מעריב**. 4 ביוני 2016.
- מפקד כנף 1. **גישה מגבוה לתקיפת סוללות טילים**. 18 בדצמבר 1974.
- מפקדת חיל האוויר/ענף לתולדות חיל האוויר. **פעילות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל**. טיוטא להערות. יוני 1984.
- מרינקו, קובי. "'אגרוף סגול' טיל אוויר קרקע נגד סוללות טילים". **ביטאון חיל האוויר** 91 (192). יוני 1993.
- סלע, דן. "ישיבה בבור". **ביטאון חיל האוויר** 100 (201). דצמבר 1994.
- סלע, דן. "כחלילית בבקעת הלבנון", **ביטאון חיל האוויר** 96 (197), אפריל 1994.
- ספקטור, יפתח. **רם וברור**. ידיעות ספרים, 2007.
- עברי, דוד. "השמדת מערך הטק"א במלחמת שלום הגליל". **מערכות** 413. יולי 2007.
- עברי, דוד. "כיצד השמדנו את מערך הטק"א במלחמת של"ג". **קובץ מאמרים - פרסום מספר 36**. מכון פישר למחקר אסטרטגי אוויר וחלל. ללא תאריך.
- עמית, נתלי. **סיפורו של פרויקט "תדמית" (1972-1975)**. רפא"ל. ינואר 2019.
- ענף היסטוריה של חיל האוויר. ראיון עם רס"ן ז'טלני בנושא תקיפת הטק"א במבצע "שלג", 30 ביוני 1982. א.צ. 1004/1997/331.
- פורמן, גיורא. "המובילים ותקיפת הטיילים". מכתב אישי בכתב יד לאביאם סלע. 26 בינואר 1975.
- פרידלנדר, חיים. "מהישיבה לבור חיל האוויר: האיש שמאחורי הניצחון". **כל הזמן**. 21 באוקטובר 2016.

- קדמון, סימה. "חרדי מבני ברק הוא זה שניצח את מלחמת לבנון הראשונה". **ידיעות אחרונות**. 5 ביוני 2012.
- **פעולות חיל האוויר במלחמת שלום הגליל: סיכום צוותי תחקור**. כרך ד'. א.צ. 162/228/2010.
- רוני, רן (מפקד בסיס תל נוף). **חוברת "קרבות טילים"**. ללא תאריך.
- שהם, יובל ואפרת, מאי. "40 שנה בלי טייס". **ביטאון חיל האוויר**. 200. 1 בספטמבר 2011.

ראיונות ועדויות בכתב

- ראיון עם תא"ל (מיל') יצחק אמיתי (ז'טלני). 24 בינואר 2019
- ראיון עם אלוף (מיל') פרופ' יצחק בן ישראל. אוניברסיטת תל אביב. 11 במארס 2019.
- ראיון עם אלוף (מיל') פרופ' יצחק בן ישראל. אוניברסיטת תל אביב. 19 באפריל 2019.
- ראיון עם אל"ם (מיל') אביאם סלע. הרצליה פיתוח. 16 בינואר 2019.
- ראיון עם אל"ם (מיל') אביאם סלע. הרצליה פיתוח. 13 בפברואר 2019.
- ראיון עם אלוף (מיל') דוד עברי, 21 בינואר 2019.
- אל"ם (מיל') גדעון חושן. עדות בכתב. 10 בפברואר 2019.
- אל"ם (מיל') יונתן לרנר. עדות בכתב. 21 בינואר 2019.
- התכתבות עם אל"ם (מיל') אליהו יצחקי. 18 במאי 2019.