

חשיבה על אמצעי-נגד*

פרופ' אלי שבילי**

"מחשבות בעצה תיכון ובתחבולות עשה מלחמה" משלי, כ"ח

מאז פורסמה העבודה לראשונה¹ נעשה בה שימוש במערכת הביטחון. מאמצע שנות ה-80 חל רפיון ביישום הלקחים - בעיקר בנוגע להשלכות של היצוא הביטחוני. בסוף גרסה זו מובאים מספר שיקולים, הנוגעים לייצוא הביטחוני, שמן הראוי לרעננם.

מטרת המאמר היא להציג את התפיסה ואת השיטה על מנת לאפשר למפתחים ולמקבלי ההחלטות לעשות בהן שימוש מועיל בכל הנוגע לאמל"ח מתוחכם.

חשיבה על אמצעי-נגד ומתן מענה הולם ומהיר לאמל"ח האויב קשורים זה בזה. השיטה המובאת במאמר דנה בחשיבה על אמצעי-נגד במהלך פיתוח אמל"ח שלנו, בפיתוח אמצעים-נגד אמל"ח שבידי האויב, בהתכונות לאפשרות שיופיע בידי האויב אמל"ח מתקדם ומפתיע ובמודיעין-צמוד,^{***} העוסק באיסוף מודיעין על אודות פעולתן של מערכות מתקדמות בשדה הקרב. המאמר מבוסס על עבודה שבוצעה לאחר שסוכמו לקחי הפיתוח של אמל"ח במלחמת יום הכיפורים.

* אמצעי-נגד - מערכות, מערכים ו/או שילובם במגמה לבטל, לשבש או להקטין את יעילותן של מערכות ו/או מערכים של האויב.

** פרופ' אלי שבילי - לשעבר ראש חטיבת אלקטרוניקה וסמנכ"ל למו"פ ברפא"ל.

*** מודיעין צמוד - מערכת או מערך, המוצמדים למערכות או למערכים שלנו המיועדים לגילוי, לניתוח ולרישום של אמל"ח או של אמצעי-נגד של האויב, הפר-עלים נגד מערכות או מערכים של כוחותינו - בזמן רלוונטי.

**** משך חשיפה - משך הזמן שבו חושפים מערכות ומערכים את התכונות העיקריות שלהם, הניתנות למדידה חיצונית באמצעים שונים.

אפיון אמצעי-נגד ושילובם במערך

מהם המאפיינים המעניינים אותנו כאשר אנו דנים במערכת ובאמצעים נגדה?

שאלה זו היא במקומה בשני המקרים - הן כאשר הדיון נעשה במערכות האויב, ואנו מתעניינים ביעילות אמצעי-הנגד שלנו, והן כאשר דנים במערכות שלנו וביעילות אמצעי-הנגד שמפעיל האויב.

אנו מתעניינים במערכות ובשיטות הפעלתן במערכי הלחימה. ניתן לאפיין את המערכות, את אמצעי-הנגד ואת המערכים כלהלן:

- סוגי המערכות.
- שיטות הפעלתן - טכנית כמערכות ומבצעית במסגרת המערכים.
- יעילות ההפעלה של המערכת - מדידות טכניות-כמותיות, הערכות ותחקירים מאירועים בשדה הקרב.
- כמות המערכות וצפיפותן במערך - מדידות ותחקירים.
- אמצעי-נגד, כולל חיסון, שהופעלו נגד המערכות והמערך - שיטה טכנית, השתלבות במערך ויעילות.

מבחינה מתודולוגית יש לטפל בכל נושא בנפרד: במערכות שלנו, במערכות האויב, במערכים שלנו ובמערכי האויב. איסוף הנתונים - עד לרמה של

הקדמה

ניסיון העבר בפיתוח מערכות ומערכי לחימה מלמד, שלעיתים מתהווה אצלנו פיגור רב בחשיבה ובהתכונות לקראת האפשרות שאויב ישתמש באמצעי-נגד מתוחכמים לשיבוש ולנטרול מערכות שפיתחנו או שמצויות אצלנו בשלבי פיתוח שונים. ההאצה שחלה בפיתוח אמצעי לחימה ובתחכומם מחייבת שתיתן הדעת - עוד בזמן הפיתוח של אמצעי-נו - לאפשרויות הסיכול שתהיינה לאויב. יש צורך בגישה שיטתית להערכת מגמות הפיתוח או ההצטיידות של האויב ולהערכת יכולתו להפעיל אמצעי-נגד.

נושא קשור, סימטרי באופיו, הינו התכונות לאפשרות שיופיע בידי האויב אמצעי מתקדם ומפתיע, שלגביו לא תהיה לנו תשובה, וחמור מכך: שנימצא במצב שבו לא עשינו הכנה - ולו מחשבתית, אך רצוי גם תוכניתית - לפיתוח של אמצעי-נגד הולם בזמן רלוונטי (או אם הוא זמין - להצבתו ולתפעולו).

היבט שלישי, הקשור לשניים הראשונים, הוא המודיעין על אודות פעולתן של מערכות מתקדמות בשדה הקרב בפועל, דרכי השגתו וההכנות הדרושות להפעלתו. הסיבה העיקרית לעליית חשיבותו של נושא זה נובעת ממשכי החשיפה**** הקצרים של אמצעי לחימה מתקדמים.

בנושאים אלה עוסק מאמר זה.

מפרטים טכניים מפורטים - כרוך בעבודה רבה ובהכונה מפורטת ויעילה של מערכי האיסוף והמחקר המודיעיניים (לעיתים לא ניתן כלל להשיג מודיעין מפורט ומדויק לפני פרוץ מלחמה ברמת פירוט של פענוח שלל).

אפשרויות פיתוח

לאחר אפיונה של מערכת אמל"ח ותכנון שילובה במערכי הלחימה שלנו יש להעריך את האפשרויות הפתוחות. הבחינה צריכה להיעשות מנקודת הראות של כוחותינו ומנקודת הראות של האויב על-ידי גורמים שייצגו אותו.

תהליך החשיבה

תהליך החשיבה הבסיסי על אמצעי-נגד, שהאויב עלול להשתמש בהם נגד מערכותינו שבפיתוח, מתואר באיור מס' 1. על מנת לבצעו יש לנקוט את הצעדים כדלהלן:

1. הקמת צוות משימה לחשיבה על אמצעי-נגד למערכת.
2. צוות המשימה יטפל בנושא בשני שלבים:
 - א. בחינת המערכת לפי אפיון כללי.
 - ב. ניתוח מפורט המתבסס על מידע מפורט ומדויק.
3. סיכום והמלצות של הצוות יוגשו לדרג הממנה ויתחלקו לשני סוגים:
 - א. רגישות המערכת לאמ-צעי-נגד ולמערכים קיימים.
 - ב. המלצות לחיסון ולשיפורים אפשריים (אם דרושים, אילו, מתי, אילו שלבים, זרבות וכד').
4. החלטות לביצוע יתקבלו בדרג המחליט הרלוונטי על מפרטי הפרויקט.

בהמשך המאמר מתואר תהליך החשיבה הדו-שלבי, המאפשר

לחזות את ההתפתחויות הצפויות בטווח הארוך. זהו תהליך המלא, המאפשר להתכונן למלחמה הבאה ולא להסתפק במציאת מענים למלחמה שחלפה (ראו להלן: תהליך הדו-שלבי וסוגי פתרונות אפשריים).

יישומים אפשריים בפיתוחינו נגד אמצעי-נגד של האויב ניתנים לחלוקה כללית לשניים: פתרונות

מודרגים* ופתרונות מודולריים**.

אפשר, כאשר יש צורך, להתחיל את הבחינה בתגובה למערכת או למערך של האויב. במקרה כזה הופכים את סדר השלבים המתוארים באיור מס' 1. במקום (ש) כותבים (א) ולהפך. תהליך החשיבה על אמצעי-נגד ועל אמצעי-חיסון אפשריים יכול לסייע בהשגת היעדים המשניים הבאים:

- יתרון ההקדמה בזמן.
- פתרונות מתוחכמים שיביאו לאפקטיביות רבה יותר.
- הכוונת המחקר והפיתוח הטכנולוגיים ופיתוח מערכים של הדורות הבאים.
- הארכת חיים מבצעיים של אמל"ח שברשותנו.
- זיהוי צרכים מבצעיים למודיעין צמוד.
- הקטנת הסיכונים למשברים במהלך מלחמות.

ההתפתחות אצל האויב ותחכום האמצעים העשויים להיות בידי מחייבים איפוא פיתוח כלים לחשיבה במטרה למצוא תשובות במרחב האפשרויות הפתוחות וליישמן. זאת עושים לאחר שיקול דעת ואיזון הערכת המצב במערכות שבפיתוחנו.

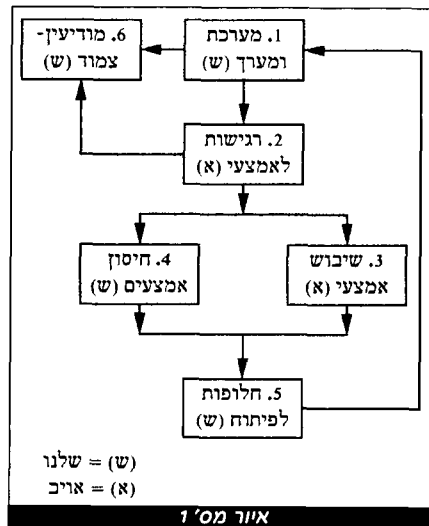
הפרדוקס העיקרי בעניין החשיבה על אמצעי-נגד נובע מהעובדה שבמקרים רבים משך המחקר,

הפיתוח, ההצטיידות והאימון במערכת נשק עיקרית נמשך שנים רבות (לעיתים עד כדי 20 שנה). לעומת זאת, החשיבה וההיערכות נגד אותם אמצעים עשויות להימשך זמן קצר בהרבה (במקרים מסוימים מספר שבועות), אם המידע קיים, אם התשתית האנושית (המדעית והמבצעית) הוכנה בעוד מועד, ואם המשאבים הדרושים לכך קיימים.

לעומת זאת, כשהמידע אינו קיים, ניתן להכריע מלחמה באמצעות יחסי שחיקה גדולים, כפי שקרה

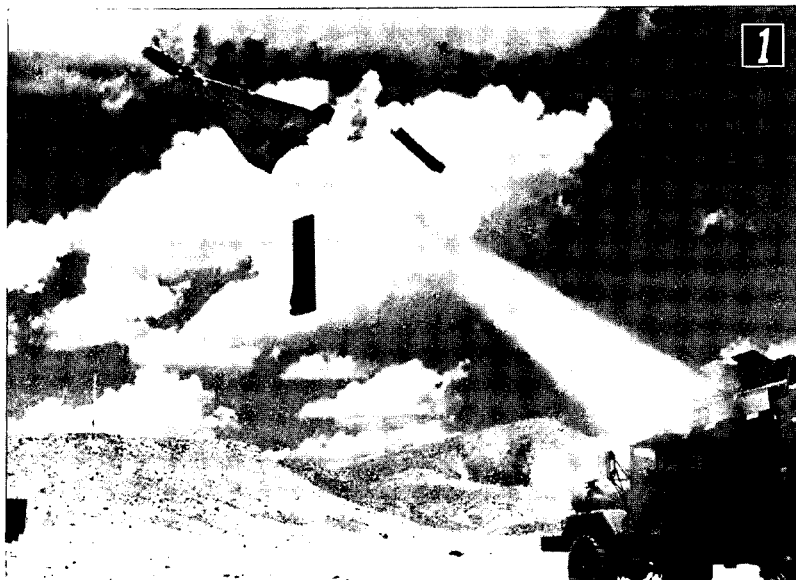
בקרבות השריון במלחמת ששת הימים. באותה מלחמה היו המערכים נ"ט שבידי האויב מיושנים, ובשל כך נטו יחסי השחיקה בצורה מכרעת לטובת צה"ל. רק לאחר המלחמה הבינו אויבינו מה קרה והקימו מערך נ"ט שהופעל ביעילות במלחמת יום הכיפורים.

עלינו לזכור שמערך חי"ר, שכלל טילי "סאגר"



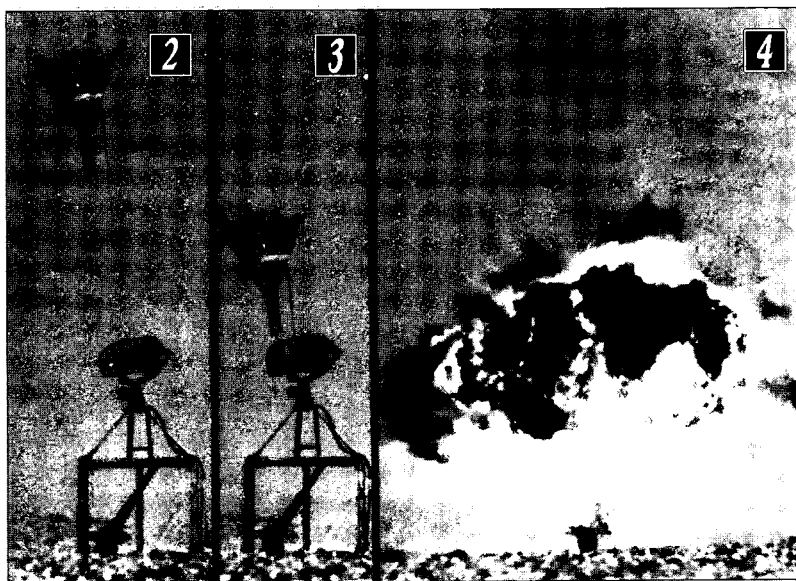
* פתרון מודרג - פתרון מוכן מראש במספר דרגות שונות, הניתנות לשינוי על-ידי משטחי מגע חיצוניים במערכת. כל דרגה חייבת לגרום לתוספת פער ידע טכני לוגי או מערכי בתגובת האויב.

** פתרון מודולרי - פתרון המוכן מראש בחלקו בדרגות שונות, הניתנות לשינוי על-ידי החלפת חלק ממרכיבי המערכת. לצורך פתרון מודולרי יש לתכנן מראש נפח, הספק, משטחי מגע וכד' במערכת. כל דרגה חייבת לגרום לתוספת פער ידע או מערכי בתגובת האויב.



המזל"ט האלים "הארפי"
מתוצרת התעשייה האווירית
משוגר מרכב ומשמיד
מערכת מכ"ם

ומטולי "ארפיגיי",
היה קיים בצבאות
ברית ורשה כבר
בתחילת שנות ה-60!
סביר להניח שהוא לא
הוקם במדינות העימות
הערביות באותה תקו-
פה, מכיוון שהן לא ידעו
או לא העריכו אז נכונה
את מידת האפקטיביות
של מערכי ההבקעה של
צה"ל.



בביצועים לעומת המערכת הנוכחית. 3=שינוי גדול
בביצועים - דור ראשון אצלנו. 4=שינוי גדול בבי-
צועים - דור ראשון בכלל.
בממד המבנה והתו"ל: 1=מבנה נוכחי. 2=מבנה קיים
ומוכח בעולם ומוכר לנו בפרטיו. 3=מבנה קיים
בעולם, אך אין לנו פרטים עליו. 4=אין משפט קיום
בעולם (מדובר בהערכת הפערים בתקופה שבה מת-
בצעת ההערכה).

ניתן להתרשם משתי הדוגמאות הבאות ביחס
לפערים דו-ממדיים בפיתוח מערכים:
הדוגמא הראשונה היא הכנסת המכ"ם למערך
היירוט במלחמת העולם השנייה - פער ידע מסדר
4 ברמת המערכת. זמן קצר לאחר שילוב המכ"ם
שזו המבנה ותורת הלחימה - פער ידע מבני מסדר

האמל"ח שנחשף, ושיחסי השחיקה הפוטנציאליים
ישתפרו לטובתנו.

בחינה מאוזנת של החלופות השונות לפיתוח
חיסון עבורו הכרחית לצורך בדיקת הרגישויות של
הצעות הפיתוח שלנו לאמצעי-נגד ולמערכי לחימה
שונים של האויב.

לאחר ניתוח החלופות האפשריות לפתרונות יש
להעריך את פערי הידע הדו-ממדיים.²

במושג פערי ידע דו-ממדיים הכוונה היא לשיטה
המחלקת את פערי הידע לשני ממדים: פער במערכת
(בציוד), דהיינו בביצועים הנובעים משינויים
טכנולוגיים, ופער במבנה ובתו"ל של המערך הלוחם.
כל ממד מחולק לארבע רמות עיקריות:

בממד המערכת: 1=מערכת נוכחית. 2=שינוי קטן

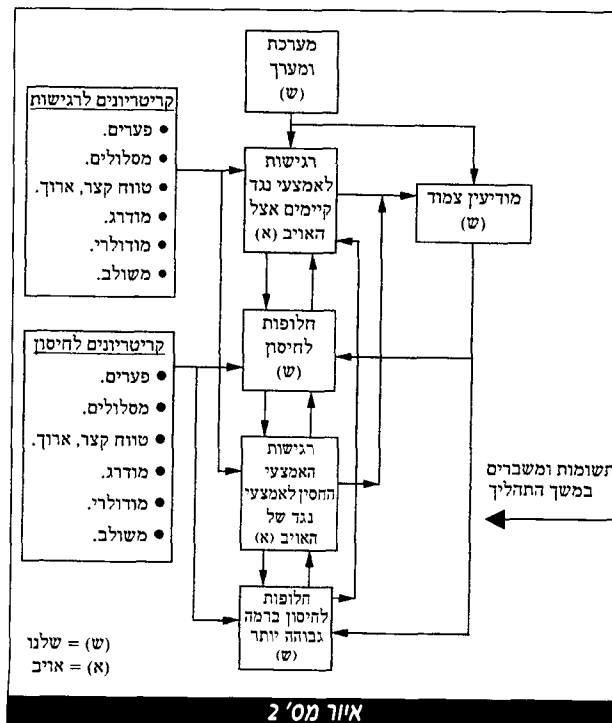
התהליך הדו-שלבי וסוגי פתרונות לאמצעי-נגד ולחיסון

ניתן: לחלק את הפתרונות לאמצעי-נגד ולחיסון
מערכות לשני סוגים עיקריים:

- עונה לאיום ספציפי.
- עונה למספר איומים.

פתרונות העונים למספר רב יותר של איומים הם בדרך כלל יציבים יותר. בבחירת הפתרונות ניתן ליישם פתרונות מודרגים, מודולריים או משולבים - מודרגים ומודולריים. בחירת סוג הפתרון מותנית באיום וברמת המערכת או המערך. אם יוצאים מההנחה שהאויב מבצע את הערכותיו באופן דומה לפי פערים דו-ממדיים (טכנולוגיים ומבצעיים) - במודע או בתת-מודע - הרי שיש מקום לנסות להעריך מראש את תגובותיו ואת מגמותיו.

לאור הדברים שנאמרו לעיל יש לבצע את תהליך החשיבה להערכת מגמות הפיתוח על-ידי ניתוח הפער הדו-ממדי במספר שלבים (ראו איור מס' 2): תחילה מנתחים את הפערים הקיימים ובוחרים במסלולי התפתחות שונים. סינון החלופות בשלב הראשון מאפשר לברר מהם אמצעי-הנגד האפשריים לחלופות אלה בשלבים נוספים (ראו להלן גם את סעיף מקורות מידע). בתהליך כזה ניתן לבצע מספר שלבים נוספים, אך יש להתחשב במגבלות האנושיות בתחום החיזוי של העתיד הטכנולוגי



4 (בזירת ההגנה האווירית על בריטניה).

הדוגמא השנייה היא חיל הים הישראלי במלחמת יום הכיפורים, שנכנס למלחמה עם תורת לחימה חדשה לגמרי (פער מבני ותורתי מסדר 4) ועם טילי ים-ים חדישים מתוצרת עצמית (פער ידע בציד מסדר 3 - דור ראשון אצלנו). עד כאן בעניין הדוגמאות.

לאור הממצאים מניתוח פערי הידע מעריכים את רגישות הפתרונות להתפתחויות אפשריות אצל האויב - כולל רכש מתוצרת זרה - ומפרידים בין פתרונות לטווח קצר לבין פתרונות לטווח ארוך. מכאן קיימים שני מסלולים עיקריים:

מסלול לטווח קצר: שינוי שיטת ההפעלה של אמצעים קיימים - שינוי שאינו מחייב מיומנות גבוהה; או שינוי טכני בכמויות קטנות, העשויות להשפיע, כשירותותנו מפעילים מקצוענים.

מסלול לטווח ארוך: שינוי משמעותי במערכת במימד הטכנולוגי ו/או שינוי מבני ותורתי במערך. הפתרונות יכולים להיות מודרגים או מודולריים. אם בתהליך הבחינה מסתמנת רוויה אפשרית מסיבות של צפיפות המערכים או מסיבות של אי-יכולת לשלוט אפקטיבית בכוח, יש לחפש קפיצת דרך בכיוונים חדשניים.

השלבים לבחינת האפשרויות הפתוחות ניתנים להלן:

- בחינת רגישות המערכת או המערך לאיומים קיימים ופוטנציאליים.
- חשיבות המערכת הנידונה במערך.
- כמות המערכות או המערכים (השלכות על השקעות, על פיתוח, על הצטיידות, על אימונים ועל תחזוקה).
- הגדרת פערי ידע טכניים ומבניים מב-צעיים.
- בחירת מסלול ההתקדמות לטווח קצר או ארוך.
- לאחר שלבים אלה בוחרים את סוג הפתרונות:
- מודרגים.
- מודולריים.
- משולבים (מודרגים ומודולריים).

נוסף על כך יש להשלים את בחינת השיקולים לבחירת המסלול הרצוי לפיתוח המערכות והמערכים. כמו כן יש לבחון את ההשלכות שיש לכמויות ההצטיידות. לבסוף צריכים להחליט אם ומתי להיכנס לפיתוח ולהצטיידות בהיקף מלא.

והמערכי. מעבר לתקופה של 10-20 שנים מצטמצמת כדאיות הניתוח הרב-שלבי. הניסיון מלמד שמשך הפיתוח וההצטיידות באמל"ח חדשני נע בין 5 ל-20 שנים, ולפיכך יהיה זה סביר להסתפק בדרך כלל בביצועם של שני שלבים בתהליך.

את השלב הראשון מסיימים לאחר בחינה של מספר חלופות ב"מערכות" שהן פירות החשיבה. עם "מערכות" אלה מתחילים את השלב השני, שתוצאותיו הן מספר חלופות של "מערכות" מתקדמות יותר, האמורות לעמוד היטב בפני אמצעי-הנגד של שני השלבים. ניתוח שני שלבים של אמל"ח ושל תו"ל וכנגדם שני שלבים של אמצעי-נגד ושל תו"ל יסייע בזיהוי הפערים הטכנולוגיים והמערכיים, שפיתוחם עשוי להוות את אתגרי המחר. התהליך המלא מסייע להערכה מראש של מערכים העלולים להיכנס לרוויה, אם בשל צפיפות המערכות (ליחידת שטח) במרחב הלחימה, ואם בשל מגבלות השליטה של מפקדים על כמות הנתונים והפקודות המחייבים את טיפולם האישי. (לדוגמא: העברת נ.צ. של 50 מטרות, המתגלות על-ידי מכ"ם, בדיוק של 12 ספרות במשך 30 שניות בקשר דיבור!) הגישה המודולרית ניתנת לבחינה במערכות שביסודן הינן פלטפורמות נושאות אמל"ח (מטוסים, סטי"לים, טנקים, טילים מסוימים ועוד). בדיעבד התאפשר פיתוח המודולרי בעיקר בשל גודלן הפיזי ובשל יכולתן לעבור שינויים ותוספות הדרגתיים. התפתחות טכנולוגיות חדשות מאפשרת להשיג הזערה מירבית ונצילות המרה טובות, ולכן גודלן של הפלטפורמות הרלוונטיות בעתיד עשוי להיות זעיר בהשוואה לאלה הנזכרות לעיל. יכולות כאלה כבר באו לידי ביטוי בטילי כתף כמו ה"סטינגר", במכשירי קשר חדשניים לשימושים אזרחיים, הכוללים פתרונות מודרגים המוכנסים לשימוש כאשר מתעורר הצורך (כגון מכשירי טלפון ניידים). כיום מנצלות חברות מחשבים ותקשורת את גודל הזיכרון לצורך הכנה מראש של יכולות הרחבה עתידיות מעבר ליכולות הנוכחיות עבור יישומים שטרם הוגדרו.

בחינת המערכות המתוכננות בכיווני עבודה שונים - בעת חשיבה על אמצעי-נגד - עשויה לסייע בזיהוי תחומי חפיפה מקצועיים, העשויים להיות יעדי המחקר והפיתוח לאמל"ח עתידיים.

כמו כן יכולים פתרונות מודרגים ומודולריים לשמש תשתית להתגברות על משברים במהלך מלחמות. כפי שניתן ללמוד מההיסטוריה, פיתוח חדשני נבע במקרים רבים מסיבות של חוסר ברירה. לכן, אם נחשוב על פתרונות חדשניים מראש, נשאיר

לאויב את מסלולי התפתחות דרך "ההתנגדות הקלה", ונוכל לבחור באפשרות להקדימו בזמן. תהליך החשיבה ומסלולי ההתפתחות של אמצעי-נגד, של חיסון ושל מודיעין צמוד מתוארים באופן כללי באיור מס' 2. זהו התהליך הדו-שלבי לטווח הקצר ולטווח הארוך, הכולל מאפייני מדידה רלוונטיים לאמצעי-נגד ולמודיעין צמוד המשולבים זה בזה.

התהליך המתואר הינו כללי, אך במקרים שבהם מדובר במערכות חדשניות, המהוות קפיצת דרך, אפשר לעיתים - לאחר שיקול דעת - להסתפק בבחינת שלב אחד בלבד (בשלב הפיתוח של הדור הראשון). הסינון הדו-שלבי עשוי לתת תשובות מספקות לכל שלב ולמנוע חשיפה של טכנולוגיה או של פתרון מתקדם בטרם עת.

מבחינה מתודולוגית ישנם החולקים אם יש להפריד בין מפתחי מערכת הנשק לבין צוות המשימה המבצע את תהליך החשיבה על אמצעי-הנגד. הניסיון מלמד, שכאשר מתקיימת ההפרדה, ניתן להגיע למסקנות טובות יותר לגבי מה שהאויב יוכל להסיק ממידע כללי, לא מפורט, על אודות המערכת.

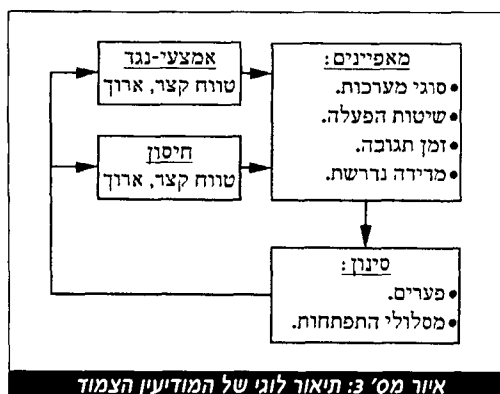
הקמת הצוות ושלבי עבודתו ניתנים להלן:

- הגדרת המשימות ומינוי הצוות (על-ידי הדרג הממונה מעל לרמת הפרויקט).
- הצוות יקבל מידע מסונן בתום קדם התיכון בשני שלבים:
 - א. אפיון כללי של מערכת הנשק בשלב ראשון.
 - ב. אפיון מפורט ומדויק, דמוי "פענוח שלל", של המערכת ונתונים כלליים על המערך העורפי (לאחר סיום השלב הראשון).
- סיכום והמלצות הצוות יוגשו לדרג הממונה מעל לרמת הפרויקט ויכללו: רגישות לאמצעי-נגד בטווח קצר וארוך והצעות לשיפורים (אם דרושים, אילו, מתי, סוגים ורזרבות).
- החלטות לביצוע הדרג המחליט.
- לאחר הפעלתה של מערכת הנשק במלחמה או לאור תשומות של איומים חדשים תתבצע ההערכה מחדש.

מודיעין

מהמתואר לעיל ברור שמידע מפורט, עדכני ומבצע הינו מרכיב קריטי ביכולת לנהל מאמץ פיתוח יעיל, ומטבע הדברים, מקורות המידע לגבי מערכות שלנו ושל האויב שונים במהותם. אנו מדברים על מערכות מודיעין צמוד למערכותינו ועל מגוון מקורות האיסוף לגבי אלה של האויב.

מודיעין צמוד



נגד מערכות ומערכים של כוחותינו. להלן המידע שבו יתעניין המודיעין הצמוד:

- סוג המערכת והמערך.
- שיטות ההפעלה כמערכת וכמערך.
- יעילות ההפעלה כמערכת וכמערך.
- כמות המערכות וצפיפותן בשטח.
- אמצעי-נגד וחיסון שהופעלו ומה הייתה יעילותם.

שילוב המודיעין הצמוד למסגרת של איסוף ושל ניתוח אמצעי-הנגד עשוי לתרום לתחכום הפתרונות הנבחרים ולזיהוי הצרכים האמיתיים. נוסף על כך, ביכולתנו להסתייע בו לבחינתם של האפשרויות הפתוחות, של סוגי הפתרונות ולהארכת החיים המבצעיים של מערכות שברשותנו. מרכיב חשוב נוסף של מערכות המודיעין הצמוד: היכולת לוודא ביצוע משימות ולבחון את תוצאותיהן.

מקורות מידע

מקורות מידע של מפתחים בעת מלחמה ולאחריה מתגלים לעיתים כסובייקטיביים. משך הזמן הדרוש לקבלת המידע עלול להיות ארוך מאוד, ולעיתים הוא מושג רק לאחר תחילת מלחמה. במהלך מלחמות עומדים לרשות המפתחים המקורות הבאים:

- שיחה בעל-פה עם מפקדים בכירים לאחר פרוץ הקרבות.
- פגישות אישיות עם מפעילי אמל"ח ומפקדים.
- חקירת שבויים ודו"חות חקירה.
- צוותי משימה מיוחדים של מפתחים ואנשי צבא.
- ציוד שלל.
- דו"חות מודיעין ולקחי מלחמה.
- הניסיון שנרכש מצביע על מגבלות המקורות:
- מידע ממפקדים מצביע בדרך כלל על קיום בעיה.
- פירוט המידע מוגבל ואינו מאפשר ניתוח מדויק והערכת האפשרויות להפעלה יעילה של אמצעי-נגד. למרות זאת ניתן לקבל החלטות אופרטיביות

מערכות מודיעין צמוד אינן דבר חדש. משקפת שדה ומצלמת-כוונת במטוס הן דוגמאות קלאסיות למערכות מודיעין מסוג זה. דוגמא מודרנית יותר - צילומי הווידאו שנעשו באמצעות טילי אוויר-קרקע שהופעלו על-ידי ארה"ב ובעלות בריתה במלחמת המפרץ נגד מטרות בעיראק - מראה מה ניתן להשיג באמצעות שימוש מושכל במערכות מודיעין צמוד. במסגרת זאת נכללים אמצעי חיפוש וגילוי למיניהם, המסייעים ישירות לאמל"ח או למערך לחימה מסוים. הדגשת הנושא כמרכיב חיוני בלוחמה המודרנית נובעת בעיקר ממגבלות אנוש ומזמן התגובה הנדרש.

אפיון אמל"ח חדש של האויב, בחינה כיצד הוא משתלב במערכי הלחימה של האויב, בקרת ביצועיו וניתוח יעילותם של אמצעי-הנגד שלנו שהופעלו נגדו הם בדרך כלל משימה בלתי אפשרית למוח האדם במהלך הקרב. ייעוד המודיעין הצמוד הוא להתגבר על מגבלות האיסוף והניתוח (ראו גם סעיף מקורות מידע להלן).

שני מאפיינים מכתיבים את הצורך במודיעין צמוד:

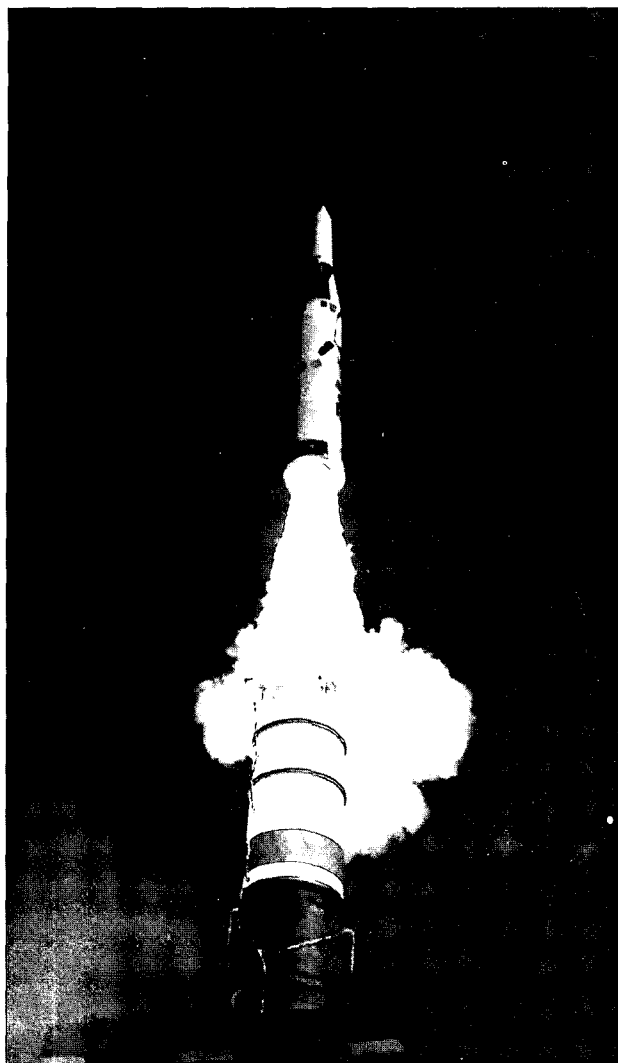
1. זמני תגובה בחיפוש, גילוי ומשך פעולת המערכת הנמדדת.
2. רגישות המערכות והמערכים לאמצעי-נגד, בהנחה שהם עיקריים.

להלן חלק מהשיקולים לבחירת מערכות מודיעין צמוד:

- כמות המערכות שבהן מדובר.
- השאלה האם מערכות המודיעין הצמוד צמודות לאמל"ח או למערכי הלחימה.
- השאלה אם מדובר במערכות אוטו-מטיות או במערכות המופעלות על-ידי בני-אדם.
- השאלה אם תהיה הצדקה למערכת של מודיעין צמוד גם לאחר חיסון המערכת אליה היא צמודה.
- האפשרות לצרף ציוד קיים למערכת הנשק או למערך, כך שניתן יהיה לבנות מערכת משולבת ללחימה ולמודיעין צמוד.
- מיומנות נדרשת להפעלת המודיעין הצמוד.

לאחר שיקולים אלה ניתן להעריך את פערי הידע הדו-ממדיים של המודיעין הצמוד ולתכנן מסלולי התפתחות אפשריים.

מבנה מודיעין צמוד יתבסס בדרך כלל על המרכיבים הבאים: חיישנים, רשמים ונתחים בזמן רלוונטי. המידע שייאסף יסייע בזיהוי התכונות של מערכות האויב או של אמצעי-הנגד שלו הפועלים



משך הזמן המושקע בכתיבתם, הם לוקים לרוב בחסר כאשר מדובר בפרטים הדרושים למפתחים.

- שני הלקחים העיקריים בנושא המקורות: האיסוף חייב להיות מדויק ככל שניתן. הדבר החשוב ביותר הוא לקבל מידע אמין בזמן רלוונטי, שיאפשר למפתחים ולמפעילי המערכות להכניס שינויים במערכות אלה ובשיטות ההפעלה שלהן או שיאפשר להם תגובה גמישה בהפעלת המערך - תגובה שתענה על האיום הספציפי.
- למרכיבי האיסוף והמודיעין הצמוד חשיבות מכרעת באפיון אמצעי-נגד ובשילובם במערכי לחימה. עלינו לתת עליהם את הדעת תוך התייחסות לאופיו המיוחד של האיום ולאפשרויות מדידתו.

השלכות על יצוא אמל"ח מתוחכם

מאמצע שנות ה-80 עוסקות התעשיות הביטחוניות של ישראל ביצוא מוצריהן בהיקפים הולכים וגדלים. חשיפה מוקדמת של אמל"ח באמצעות תהליך הייצוא מבטלת - לעיתים קרובות בתוך פרק זמן קצר (בהשוואה למשך הפיתוח) - את יתרון ההקדמה בזמן על האויב. כאשר החשיפה מתבצעת בשלבי פיתוח,

מוקדמים, יש לאויב די זמן כדי להיערך לחשיבה, עם אמצעי-נגד או, במקרה שה"הרתעה" פועלת - ומבחינתו זהו מצב של חוסר ברירה - לשנות את התפיסה האסטרטגית שלו, לחסן את אמצעיו ולרכוש אמצעים חדשים בתחום לחימה חדש, שבו אין אנו מוכנים.

בשונה מהחשיבה על אמצעי-נגד במהלך פיתוח פרויקט שלנו, מצביע הניסיון שנרכש מייצוא אמל"ח מתוחכם על איחור רב בטיפול בנושא עד כדי הזנחתו כליל.

לפני שמחליטים לחשוף אמל"ח מתוחכם לייצוא, קיימים מספר היבטים ביטחוניים שראוי לשקול:

- כשמדובר בדור חדש ראשון מסוגו בעולם, האם החשיפה המוקדמת תאלץ את האויב לחפש מענה שמבחינתו יהיה מדרגה חדשה בתחום לחימה שונה (בגלל חוסר הברירה שתעמוד בפניו)?
- האם חשיפה מוקדמת של דור מתקדם עלולה

- להכוונת מאמץ האיסוף בכיוונים מסוימים.
- פגישות אישיות עם מפעילי אמל"ח עשויות לאושש קיומה של בעיה ולעיתים לאבחן את מיקומה ואת עוצמתה במציאות.
- חקירת שבויים עשויה לסייע בקיצור משך הפענוח של ציוד השלל ולאפשר קבלת מידע סביר. (ניתן לאמת ולסנן מידע על-ידי חקירה חוזרת של יותר מנחקר אחד).
- צוותי משימה מיוחדים, המצוידים בציוד מדויק למדידה ולרישום, משיגים בדרך כלל מידע אובייקטיבי, המאפשר ניתוח והערכה בתוך פרקי זמן קצרים יחסית. תוצאות איסוף מסוג זה מחזקות את הצורך במודיעין צמוד.
- ציוד שלל, בהנחה שמצבו הטכני מאפשר זאת, עשוי לתת בידי המפתחים מידע מפורט ואמין על האמל"ח.
- דו"חות מודיעין מגיעים באיחור ניכר, ולמרות

מומלץ שהצוות שיטפל בנושא יעשה את עבודתו תוך הפרדה ארגונית ממפתחי האמל"ח ומצוות המשימה לחשיבה על אמצעי-נגד.

עבודה כזאת צריכה להיות מוצגת בפני מקבלי ההחלטות ברמה הגבוהה ביותר, לפני שיינתן אישור להתחיל במגעים כלשהם עם לקוחות פוטנציאליים.

סיכום

1. פתרונות דחופים שנדרשנו לספק במהלך מלחמות מצדיקים את בדיקת הרגישות של מערכות שבפיתוחנו לאמצעי-הנגד של האויב.
2. בחינת רגישותו של אמל"ח שרכשנו לאמצעי-נגד של האויב תסייע לתכנון הרכש שלנו. בחינה כזאת תהווה בסיס לפיתוח אמצעים נגד אמל"ח זהה, אם יירכש על-ידי האויב.
3. מודיעין צמוד יסייע באיסוף מידע מפורט ומדויק על מערכות האויב.
4. בפיתוח מערכות מתקדמות מומלץ להשתמש, כאשר הדבר אפשרי, בטכניקות המקטינות את משך החשיפה.
5. תהליך החשיבה הדו-שלבי ובדיקות הייתכנות של אמצעי-נגד ושל תו"ל אפשריים יסייעו להשגת יתרון ההקדמה בזמן ולהארכת החיים המבצעיים של אמל"ח שברשותנו ולבחירת כיווני מחקר ופיתוח חדשניים.
6. יש לבחון את השיקולים הנוגעים לייצוא אמל"ח מתוכם כבר בשלבי הפיתוח הראשונים. התהליך דומה לזה של חשיבה על אמצעי-נגד, אך נוסף על כך יש להתייחס גם לשאלות הניל. מדובר בנדבך נוסף של השקעה בגיבוש תפיסת הביטחון של המו"פ לטווח ארוך, שתועלתו הביטחונית והכלכלית אינה מוטלת בספק.

לגרום לאובדן יתרון ההקדמה שלנו בזמן?

- האם חשיפת המערכת ותורת הלחימה הנלווית לה תאפשר לאויב להכין אמצעי-נגד או תורת לחימה חדשה, לפני שיהיה בידינו פתרון מתקדם יותר?
- האם הרווח מהמכירות יספיק לפיתוח הדור הבא מבחינה כספית ומבחינת לוח הזמנים (כולל לוח הזמנים להתמודדות עם פערי ידע ברמה גבוהה יותר ומשך הזמן שיידרש לאימונים) על מנת לשמור בידינו את יתרון ההקדמה בזמן?
- האם יש בידינו אמצעים נגד האמל"ח המועמד לייצוא? אם לא, האם יחייב אותנו הדבר בחיפוש מדרגה חדשה - צעד הכרוך במחקר ובפיתוח ממושכים, שאין שום ודאות כי יצליחו?
- האם האמל"ח המועמד לייצוא עלול לתת בידי ארגוני טרור - אם יגיע לידיהם - מדרגה שתעמיד את העולם החופשי בפני בעיות ביטחון במרחב ובזמן שקשה מאוד להתגבר עליהן? (לדוגמא: טילים אישיים הניתנים להפעלה על-ידי לוחם בודד ושעלולים לשמש לפיגועים מדויקים ממרחק רב).

מערכת השיקולים, הכרוכה בהחלטות לייצוא אמל"ח מתוכם, מחייבת איפוא העמקה שאינה נופלת במורכבותה מזו הנדרשת בעת חשיבה על אמצעי-נגד במהלך פיתוח פרויקט. גם תהליך זה מחייב חשיבה על לפחות שני צעדים קדימה, דוגמת התהליך המתואר לעיל (ראו איור מס' 2). במקרים בודדים בעבר נחסך מחיר כבד, כאשר החשיבה על הייצוא נעשתה בשלבים שקדמו להחלטה על הייצוא. לכן חייבת ההיערכות השיטתית לטיפול בהשלכות של ייצוא אמל"ח מתוכם על הפיתוח להתבצע כבר בשלב של גיבוש הפרויקט.

הבעת תודה: ברצוני להודות למר אורי רכב ולד"ר דב פאליק על שקראו את טיוטת המאמר ועל הארותיהם המועילות.

מקורות

1. אלי שבילי, חשיבה על אמצעי-נגד במהלך פיתוח פרויקט, 1977.
2. זאב בון, התפתחות מערכים צבאיים, 1984, עמ' 83-95.

