

ניתוח מקצועי: הפתרון הנכון להגנת העורף (תמצית)

האיום

מרכיבי "ציר הרשע" – מאיראן, דרך סוריה ועד החיזבאללה והחמאס - מקיימים, ומוסיפים ומפתחים יכולות של תקיפה מסיבית של העורף הישראלי באמצעות נשק בליסטי, הן סטטיסטי והן מדויק, במטרה להגיע ליכולת של שיתוק המדינה תוך זמן קצר ביותר. זאת באמצעות:

- פגיעה מסיבית, חסרת אבחנה במרכזי אוכלוסייה, שמטרתה גרימת כמות מרבית של הרוגים ופצועים, שתגרום לפגיעה מורלית קשה;
- פגיעות מדויקות במטרות אסטרטגיות, נקודתיות כמו תחנות כוח, שדות תעופה, מתקנים גרעיניים, מפעלים כימיים, צמתים מרכזיים, מסלולים ודת"קים בבסיסי חיל האוויר, ימ"חים, יחידות בקרה וכו', שישתקו את המשק וישללו את יכולת התגובה של צה"ל במידה רבה ביותר.
- טילי שיוט, שללא ספק יגיעו לאזור, ואין נגדם הגנה זולת מערכות לייזר קרקעיות.

זהו איום שמקעקע את תפיסת הביטחון הקלסית של מדינת ישראל, שמשמעותה – העברת הלחימה לשטח האויב.

זהו איום שפתח זירת לחימה חדשה. זהו איום שעדיין לא הופנם הצורך להתמודד איתו באופן מוכלל, שעדיין מנסים "לתפור" עבורו פתרונות טכנולוגיים חלקיים ובלתי מספקים. זהו איום שצה"ל אפילו לא החל להתארגן מולו בצורה שתבטיח שילוב נכון – של סמכויות ואחריות.

אופיו של האיום הבליסטי על מדינת ישראל

ניתוח אופיו ותכונותיו של האיום הבליסטי הכולל על מדינת ישראל מדגיש את הנקודות העיקריות הבאות:

1. ירי לכל מגוון הטווחים:
 - א. פצצות מרגמה הנורות לטווחים החל ממאות מטרים ועד כ-7 ק"מ.
 - ב. רקטות קסאם 1, 2, 3 הנורות לטווחים של כ-3 עד 12 ק"מ.
 - ג. רקטות גראד וגראד משופר, הנורות לטווחים של בין 10 ל-40 ק"מ.
 - ד. רקטות מסוג פאגיר 3, 5, 220 מ"מ הנורות לטווחים של 50 עד 90 ק"מ.
 - ה. רקטות זלזל 1 ו-2 הנורות לטווחים של כ-100 עד 200 ק"מ. לטילים אלו יש רש"ק במשקל של כ-600 ק"ג.
 - ו. טילים מדויקים מסוג פתאח 110 ו-M600, הנורים לטווחים של עד כ-300 ק"מ. לטילים אלו ראש נפץ במשקל של כ-500 ק"ג ו-CEP של כמה עשרות מטרים.
 - ז. טילי סקאד C, B ו-D הנורים לטווחים של כ-200 ועד 700 ק"מ, עם ראשי נפץ של מאות ק"ג (עד כטונה).
 - ח. טילי שיהאב 3, 4 לטווחים של כ-1300-2000 ק"מ, עם רש"ק של עד 800 ק"ג.
2. כמויות גדולות ביותר של טילים ורקטות:
 - א. עשרות אלפים (40 עד 50 אלף) של רקטות טקטיות הנורות לטווח קצר, עד כ-90 ק"מ. הן כוללות עשרות אלפי גראדים וגראדים משופרים, פאגרים למיניהם, 220 מ"מ סורי, קסאמים ועוד.
 - ב. מאות בודדות של טילי פתאח 110 ו-M600.
 - ג. מאות טילי סקאד למיניהם (כ-400 בסוריה וכ-600 באיראן).
 - ד. מאות בודדות ואולי אף יותר של טילי שיהאב 3 (לטווח של כ-1300 ק"מ).
 - ה. טילי "סאגיל" (שיהאב 4) לטווח 2000 ק"מ הנמצאים בפיתוח.
3. ראשי נפץ ממשקל של ק"ג בודדים (רקטות הקסאם), עשרות ק"ג (גראד ופאגיר) ומאות ק"ג ועד כטונה אחת – טילי הסקאד והשיהאב למיניהם.
4. דיוק פגיעה שמשתפר עם הזמן. טילי ה-F110 וה-M600 מגיעים כבר כיום לטווחים של 200 ו-300 ק"מ, עם CEP של כמה עשרות מטרים וראש נפץ של כ-500 ק"ג. בכל תרחיש עתידי, חייבים להניח שלאזור יגיעו רקטות מדויקות וזולות בכמויות גדולות, שיביאו לקריסת הפתרון של ירי סלקטיבי, ולחוסר יכולת כלכלית ליירטם באמצעות טילי יירוט יקרים.
5. חשש לראשי נפץ לא קונבנציונליים.
6. חשש לראשי נפץ מתפצלים.

7. אפשרות הופעת טילי שיוט, כמו ה-P800 מתוצרת רוסיה (יאחונט), שעל רכישתם ע"י סוריה נמסר לאחרונה. אלה טילי ים-ים, אולם לדברי מומחים מערביים, הרוסים מוכרים לסוריה דגם משודרג שניתן לשגר גם לעבר מטרות יבשתיות. לטילים אלו טווח של כ-300 ק"מ, הם מסוגלים לטוס בגובה של כ-10 עד 15 מטר ובמהירות של 2.5 מאך. הראש הקרבי שלהם שוקל כ-200 ק"ג.

לאחרונה דווח כי האיראנים מפתחים מערכות התחמקות מתוחכמות לטיליהם ארוכי הטווח. ניתן להניח שהכמויות תהיינה גדולות בהרבה בעוד כמה שנים, עם תמהיל המכיל כמות גדולה יותר של טילים ורקטות מדויקים.

מדינת ישראל היא המדינה היחידה בעולם המאוימת ע"י צירוף כזה של איומים בליסטיים וטילי שיוט. אנו מתמודדים עם איום קשה ביותר שאין לו אח ורע. איום שמאתגר אותנו הן מבחינת יכולת ההרס של כל טיל או רקטה בנפרד, הן מהבחינה הכמותית, שנהפכה כבר לאיכות בפני עצמה, והן מבחינת היכולת לגרום לנזק אסטרטגי אדיר בפרק זמן קצר מאוד – אפילו תוך דקות.

לשם פישוט הדיון נחלק את מהות האיום וההתגוננות מפניו לשתי קטגוריות:

- **האיום הטקטי** – החל מפצצות מרגמה, דרך רקטות הקסאם והגראד למיניהן, ועד (כולל) הפאג'ר 5 ורקטות ה-220 מ"מ. איום זה נורה לטווחים של מאות מטרים ועד כ-90 ק"מ. זהו האיום שאותו אנו חשים מאז שנות ה-70 של המאה הקודמת (למעט מלחמת המפרץ הראשונה), שביטוי הקיצוני היה בעיקר במלחמת לבנון השנייה. מטרתו ערעור מוחלט של שגרת החיים של תושבי היישובים שאינם רחוקים מאוד מהגבול, ופגיעה קשה במורל שלהם, תוך הסבת מרב האבדות בנפש ובנזקים חומריים.

יש כיום בידי האויב כ-40 עד 50 אלף רקטות טקטיות כאלו. במבט לטווח ארוך יותר – יש להיות מוכנים להתמודדות עם כמות איומים גדולה בהרבה, לחלקם דיוק פגיעה של כמה עשרות מטרים.

- **האיום האסטרטגי** – החל מטילי הזלזל, דרך פתאח 110 ו-M600, דרך משפחת הסקאדים לסוגיהם ועד טילי השיהאב 3 ו-4. סכנתו העיקרית היא יכולתו לפגוע במדויק, עם ראשי נפץ של מאות ק"ג, במרכזי אוכלוסייה ובמטרות תשתית אסטרטגיות וכן לשאת ראשי קרב בלתי קונבנציונליים. **טילים אלו מכסים את כל שטחה של המדינה.** מטחים מרוכזים של כמה עשרות מהם, הנורים בו זמנית כמה פעמים ביום, יכולים להביא לשיתוקה הכמעט מלא והמתמשך של המדינה תוך זמן קצר, כולל שיתוקו של ח"א בפרט וצה"ל בכלל.

כיום מעריכים שבידי האויב כמות כוללת של כ-1000 טילים אסטרטגיים. תכנון ארוך טווח חייב לקחת בחשבון התמודדות עם כמות של לפחות 2000 איומים כאלו, חלקם בעלי יכולת פגיעה מדויקת של כמה עשרות מטרים.

יש לקחת בחשבון 3 תרחישים שיעצימו את מגוון האיומים על ישראל:

1. הופעה בזירה של רקטות "המוניות" עם מערכת ניווט שתגדיל משמעותית את דיוק הפגיעה שלהן ותביא לקריסת המודל של "ירי סלקטיבי" (יירוט איומים מסכנים בלבד), ולחוסר יכולת כלכלית ליירטם.
2. **הופעתם בזירה של טילי שיוט, כמו ה-P800 הרוסי (יאחונט).** זהו טיל ים-ים לטווח של 300 ק"מ. לדברי מומחים מערביים, הרוסים מוכרים לסוריה דגם משודרג שניתן לשגר גם לעבר מטרות יבשתיות. יש להתכונן לשיגור של מאות מהם בכל מתאר לחימה עתידי. יש לצפות שטילים אלו יכונו בראש ובראשונה לכ-20 האתרים האסטרטגיים במדינה, שבהם כל פגיעה תהיה בלתי נסבלת.
3. שינוי המצב הפוליטי / צבאי ביו"ש שיגרום להופעת איום של ירי בליסטי משם, יחשוף את אזור המרכז לירי קצר טווח, שבו היכולת של טילי יירוט מוגבלת כלכלית וטכנית.

בכל שלושת התרחישים האפשריים האלה לא יוכלו לטפל טילי יירוט והפתרון נמצא בעיקר במערכות הלייזר הכימי - הסקייגארד הקרקעי.

שילוב מערכות

הפתרון המקיף והנכון להגנת העורף מאיומים בליסטיים מבחינה מבצעית, והיחיד שישים מבחינה כלכלית, מצוי בשילוב של שכבות הגנה המורכבות ממערכות לייזר רב-עוצמה (קרקעיות ומוטסות) עם מערכות טילים נגד טילים.

נשווה בין שתי אפשרויות להגנת העורף מאיומים בליסטיים:

- א. מערכת המבוססת על "קליפות הגנה" המכילות טילים נגד טילים בלבד;
- ב. מערכת משולבת, ש"קליפות הגנה" שלה מכילות גם מערכות לייזר רב-עוצמה מוטסות וקרקעיות, נוסף על מערכות הטיילים נגד טילים למיניהן.

מערכת הגנה, הכוללת טילים נגד טילים בלבד, לא תוכל למלא את ייעודה מחמש סיבות עיקריות:

1. לעולם לא יהיו לנו מקורות תקציביים שיאפשרו רכש של כמות טילים נגד טילים שתתחרה בכמות האיומים שבידי האויב (ראה מתאר ההצטיידות הצפוי בטילי כיפת ברזל). המשמעות – הגנה חלקית בלבד, שתלך ותקרוס ככל שהלחימה תימשך, שמשמעותה האמיתית היא: אין הגנה.
2. אין לה יכולת, אפילו תיאורטית, להתמודד עם איומים הנורים לטווחים קצרים (בוירה שלנו – שילוב של רקטות קסאם למיניהן, טילי גראד רגיל וגראד משופר) הנורים לטווחים של עד כ-12 ואפילו 15 ק"מ. זאת עקב זמן המעוף הקצר של האיום, מרגע השיגור ועד הפגיעה בקרקע (נספח 2). המשמעות – אין כל הגנה על יישובים הקרובים יחסית לגבול, עד כדי 10 ק"מ ומעלה ממנו.
3. שדרוג מערך הרקטות המאיימות על ישראל ע"י הגדלת דיוקן יביא לקריסת הקונספציה של ירי סלקטיבי, שמשמעותו יירוט אותם האיומים שאמורים לפגוע באתרים אסטרטגיים ובמרכזי אוכלוסייה בלבד. הגדלת דיוקן הרקטות יביא לצורך ליירט את כולן, דבר שאינו אפשרי כלכלית.
4. היא אינה מסוגלת כלל להתמודד עם טילי שיוט, איום שיהיה משמעותי ביותר בכל קונפליקט עתידי.
5. סיומו של קונפליקט יחייב הצטיידות מסיבית במלאי חדש של כל סוגי הטיילים נגד טילים שנורו במהלכו. זו הצטיידות שתמשך זמן רב, שבמהלכו נהיה עם יכולת הגנה מופחתת, ועלותה אסטרונומית.

הסתמכות על פתרון שכולו "טילים נגד טילים", מהווה פתרון חלקי מבחינה מבצעית, קרי – אינו פתרון, ואינו ניתן ליישום מבחינה כלכלית.

רק המערכת המשולבת, כמצוין בסעיף ב' לעיל, מהווה את הפתרון האפקטיבי והיעיל ביותר מכל בחינה – מבצעית, כלכלית ויישומית לאורך זמן.

ההתעלמות ממערכות הלייזר הקיימות והמוכחות (לייזר כימי, נאוטילוס / סקייגארד) וציפייה ל"לייזר עתידי" טוב יותר, שבמקרה הטוב לא יהיה ישים בעשור הקרוב, היא חסרת בסיס מקצועי והשלכותיה עלולות להיות הרוות אסון.

בכל מתאר לחימה – אם נהיה מצוידים בטילים נגד טילים בלבד – לעולם לא יהיה לנו מהם מספיק כדי ליירט את כל האיומים הרלוונטיים. לעולם השימוש בהם יהיה מאוד במשורה, פן נישאר ללא כל אמצעי הגנה ככל שהלחימה תמשיך ותארך, מה שלבסוף עלול מאוד לקרות. זהו הפן הכלכלי, כאשר בנוסף קיימים תרחישים שבהם טילי יירוט אינם יעילים.

לעומת זאת, אם תהיינה ברשותנו שתי שכבות הגנה המבוססות על לייזר רב-עוצמה – מערכות סקייגארד קרקעיות ומוטסות - לא תהיה כל מגבלה בהפעלתן השוטפת: מחירו הממוצע של יירוט הוא כ-3000 דולר בלבד, והספקת הדלקים והגזים הדרושים לייצר את קרן הלייזר היא שוטפת, כמו הספקת דלק למטוסי חיל האוויר, כמו הספקת גז בישול לבתים. לא תהיה כל מגבלה כמותית בהפעלתן לכל משכו של קונפליקט שהוא.

מערכות הלייזר לבדן מסוגלות להתמודד עם כל איום קיים ועתידי, כולל רקטות מדויקות וזולות, טילי שיוט וירי משטחי יו"ש. עם זאת, הפתרון הנכון והמאוזן נמצא בשילוב

הטכנולוגיות והמערכות של טילים נגד טילים ולייזר רב-עוצמה על בסיס לייזר כימי. אין פתרון אחר.

דרישת היסוד ממערכת ההגנה תהיה לייזר את האיומים כולם – זה ניתן לביצוע.

יהיה זה חוסר אחריות להניח כי הירי יהיה לא מדויק כפי שהיה במלחמת לבנון השנייה. מול דרישה זו נבחן את יכולות שני הפתרונות מההיבטים המבצעיים והכלכליים.

לייזר כימי או לייזר מצב מוצק

מערכות לייזר רב עוצמה, המבוססות על טכנולוגיית הלייזר הכימי (קרי, לייזר שהאנרגיה לייצורו מופקת כתוצאה מתהליך בעירה של מספר גזים שונים ודלק), הן טכנולוגיה שהוחל בפיתוחה בשנות ה-70 של המאה הקודמת. חברות מובילות בתחום היו, בין השאר, רפא"ל (ביוזמתו ובניהולו של עודד עמיחי) בישראל וחברת TRW בארה"ב. במונח "רב עוצמה" הכוונה למערכת לייזר שביכולתה לייזר ולהשמיד מטרות שונות, הן בעת מעופן באוויר או בחלל והן על הקרקע; זאת, להבדיל ממערכות לייזר בעוצמה נמוכה, המשמשות בעיקר לציון מטרות ומדידת טווח או לביצוע פעולות רפואיות/תעשייתיות עבורן נדרש הספק נמוך יחסית.

עוד בסוף שנות ה-70 ותחילת שנות ה-80 של המאה הקודמת הוכחה יעילותה של טכנולוגיית הלייזר הכימי, כאשר חברת TRW האמריקנית הצליחה – בסדרת ניסויים שבוצעה בטכנולוגיה זו – להשמיד סוגים שונים של מטרות, קרי טילי נ"ט וטילי שיוט, בעת מעופן.

הלייזר הכימי, עליו מבוססות מערכות ה"נאוטילוס" וה"סקייגארד" (הדגם המשופר של מערכת ה"נאוטילוס", ונגזרת ישירה של מערכת זו) הוא ממשפחת ה-HF/DF (סוגי גזים המשמשים לייצור קרן הלייזר), באורך גל של 3.8 מיקרון. בעת פעולתה מוזנת מערכת הלייזר הכימי בדלק סילוני נוזלי מסוג JP8, וכן בששה גזים שונים: חנקן פלואורי (NF3), מימן (H2), דיאוקסיד (D2), אתילן (C2H4), הליום (HE) וחמצן (O2). הדלק וששה הגזים השונים הינם כולם חומרים מסחריים רגילים, הניתנים לרכישה חופשית ומיידית בשוק החופשי; כולם אינרטיים, אינם רעילים ואינם מתפוצצים. פגיעה ישירה במיכלית הנושאת חומרים אלו תגרום לכל היותר לדליקה, אך לעולם לא לפיצוץ – וזאת בהשוואה לנזק היכול להיגרם כתוצאה ישירה מפגיעה במצבור טילים המוכנים לשיגור (כמו, לדוגמה, במערכת "כיפת ברזל"), אשר תגרום בסבירות גבוהה לפיצוץ רב עוצמה. תוצרי הבעירה של המערכת (לטובת ייצור אנרגיית קרן הלייזר) מכילים חומצה פלואורית (HF/DF), פחמן פלואורי (CF4), הליום (HE) ואדי מים (קיטור).

מבין תוצרי הבעירה הנ"ל, החומצה הפלואורית הינה התוצר הרעיל היחיד, ועל כן מתחייב טווח בטחון של כ-100 מטרים ממאיר הלייזר. יודגש, כי ריכוזה של החומצה הפלואורית מתוך כלל התוצרים הינו 1-2% בלבד, והואיל והיא מהולה בגז הליום – שהוא קל מהאוויר – היא נעלמת במהירות והנזק הנגרם כתוצאה ממנה שולי. לשם השוואה ועל מנת לסבר את האוזן, ירי של טיל "פטריוט" – המייצר גז רעיל מאותה משפחה (מסוג HCL) – מחייב טווח בטחון של כ-300 מטר; זאת, מאחר שה-HCL הינו כבד יותר מהחומצה הפלואורית, ריכוזו גדול יותר ותוצרי בעירת מנוע הטיל אינם מכילים הליום. עוד יצוין כי מאחר שהחומצה הפלואורית הינה אקטיבית מאוד, ניתן להוסיף למערכת הנאוטילוס/סקייגארד סופח מסחרי (סידן הידרוקסיד) שיקטין את טווח הביטחון של הלייזר לכ-30 מטרים בלבד.

יתרונותיה העיקריים של מערכת ה"נאוטילוס" הינם:

- טכנולוגיה זמינה ומוכחת בעשרות ניסויים, באחוזי הצלחה גבוהים ביותר (למעשה – ב-100 אחוזי הצלחה; שכן כל אימת שקרן הלייזר עקבה אחרי המטרה, המטרה הושמדה).
- מאפשרת יישום מיידי של מערכות נשק שונות (כלומר, המערכת היא רב-תכליתית, וניתן להפעילה נגד מטרות שונות, כגון רקטות, מטוסים, מסוקים, מל"טים, דאוניס, טילי שיוט, נשק מונחה ועוד).
- אין חסמים טכנולוגיים – הטכנולוגיה בשלה זמינה.
- ניתן להפיק ממנה הספקים גבוהים ביותר, מעל 1 מגה-ואט, המאפשרים טווחי העסקה גדולים של מטרות (10 ק"מ ומעלה מהקרקע, מאות ק"מ במערכת מוטסת ואלפי ק"מ במערכת לוויינית).

הטכנולוגיה של הלייזר מצב מוצק ראשיתה בסוף שנות ה-50 של המאה הקודמת. היא הניבה הספקים נמוכים בלבד, וההתפתחות בה הייתה איטית, ללא פריצת דרך משמעותית. זאת בגין חסמים פיזיקליים / טכנולוגיים / מערכתיים מהותיים, שבין השאר גם אינם מאפשרים הגעה להספקים הגבוהים, מ-1 מגה-ואט ומעלה, הנדרשים לייזר טילים בטווחים העולים על 10 ק"מ (מערכות קרקעיות) ועד כמה מאות ק"מ (מערכות לייזר מוטסות).

תחת הכותרת של לייזר מצב מוצק מסתרות שתי טכנולוגיות: לוחיות – slabs, וסיבים – fibers. יש כמה מגבלות מהותיות לשתי הטכנולוגיות:

1. **מגבלת הספק:** ההספק הגבוה ביותר שהושג עד כה בטכנולוגיה זו הוא 100 קילוואט (טכנולוגיית לוחיות, נורת-רופ-גרומן, פברואר 2009). זה **פעשירית** מהדרוש למערכת נשק לייזר טילים (סקייגארד). בהספק זה של 100 קילוואט, טווח היירוט לאיזמים בליסטיים יהיה כ-2 ק"מ בלבד (לעומת כ-10 ק"מ של הסקייגארד). העלאת ההספק בסדר גודל כרוכה בשתי בעיות פיזיקליות בסיסיות, **שפתרון לא נראה באופק:**
 - א. **בעיה תרמית** – סילוק חום של 8-9 מגה-ואט בזמן קצר – 2 עד 3 שניות - זמן ביצוע ה"לזירה" עצמה.
 - ב. **קבלת טיב קרן גבוה בהספק גבוה**, הכרוך בתיאום פאזות של יותר מכ-10 אלומות.

- הלייזר הכימי אינו סובל ממגבלות אלה וקבלת הספק גבוה מכ-1 מגה-ואט בטיב קרן גבוה הוכחה כבר לפני כמה עשורים.
2. **רגישות יתר להשפעות מזג האוויר**, הנובעות מאורך הגל הקצר שבו פועלים לייזרים אלה (כ-1 מיקרון, לעומת 3.8 מיקרון של הנאוטילוס / סקייגארד). כל עוד לא יפותח לייזר מצב מוצק הפועל באורך גל גבוה יותר (כ-4 מיקרון), יהיה לייזר זה רגיש להשפעות מזג האוויר ויכולתו לייזר איזמים בליסטיים תהיה מוגבלת.
 3. **סכנת עיוורון מאוד מוחזר (eye-safe)** הנובעת מאורך הגל של לייזרים אלה. בעיה זו אינה קיימת בלייזרים הכימיים (הפועלים באורך גל גבוה יותר, 3.8 מיקרון). אין סיכוי שלייזרים אלה יאושרו לשימוש באזור מאוכלס.

פריצת הדרך הייתה דווקא בלייזר הכימי, שבו שום בעיה מהבעיות המהותיות של לייזר מצב מוצק אינה קיימת. מגיעים איתו בנקל להספקים העולים על 1 מגה-ואט, שהוא ההספק המינימאלי הנדרש להתגוננות מפני איזמים בליסטיים.

הפיתרון היחיד מצוי בלייזר הכימי, הקיים והמוכח (נאוטילוס / סקייגארד). הטענה שאין להשתמש בו בגלל ציפייה ל"לייזר עתיד" טוב יותר – לייזר מצב מוצק, היא אחיזת עיניים, שהשלכותיה על ביטחון המדינה יכולות להיות הרות אסון.

הפתרון המוצע

התכונות הבסיסיות של מערכת ההגנה חייבות להיות כדלקמן:

1. יכולת יירוט, ללא מגבלות, של **כל כמות האיזמים שיירו נגדנו**. בנוסף, חייבת להיות למערכת יכולת לפעול בקצב גבוה נגד מטחים צפופים, ככל שביכולתו של האויב לייצר, ושמירה על יכולת **זו בכל אירוע ירי ולאורך זמן בלתי מוגבל של הלחימה**.
2. יכולת פעולה נגד כל סוגי האיזמים, כולל פצמ"רים, רקטות מדויקות וטילי שיוט, כולל איזמים עתידיים.
3. יכולת פעולה בכל מזג אוויר.
4. עלות נמוכה ביותר של השמדת איזם – אלפי דולרים בודדים, וכך ניתן יהיה לגבות כלכלית הפעלה ממושכת של מערכת ההגנה.
5. זמן תגובה קצר ביותר – כמה שניות מרגע שיגור האיום או מכניסתו למעטפת ההגנה של המערכת ועד להשמדתו – עם אפשרות לפעולה אוטומטית מלאה.
6. יכולת לייזר איזמים הנורים לטווחים קצרים ביותר.
7. לא תידרש השקעה מסיבית בהצטיידות בסיומה של לחימה, כהכנה ל"סיבוב" הבא.
8. לא יתחייב פיתוח טכנולוגי כל אימת שאיום חדש יופיע בזירה.
9. למערכת יכולת הגנה עצמית, מלאה ככל שניתן.

מערכת הגנה מובללת, העומדת בדרישות אלו, שאותה יש וניתן ליישם, מכילה את "קליפות
ההגנה" הבאות:

1. מערכות טילים נגד טילים למיניהן, החל מכיפת ברזל (בטווחים שבהם היא יעילה), דרך שרביט קסמים, פטריוט 3, חץ 2 וחץ 3. מערכות אלו תופעלנה בגיבוי הדדי עם מערכות הלייזר המוטסות ועם מערכות הסקייגארד הקרקעיות.
2. 80-48 מערכות סקייגארד קרקעיות בפריסה כלל ארצית, למתן הגנה לכל האתרים ולכל מרכזי האוכלוסייה הגדולים – בכל מרחק מהגבול. זאת נגד כל סוגי האיומים – מפצצות מרגמה ועד לטילי שיהאב 4. הן תהיינה המגן היחיד ליישובים המותקפים מטווחים קצרים וכן תגבינה את כל המערכות האחרות – לייזר מוטס וטילים נגד טילים – כשכבת הגנה נמוכה, אחרונה. מערכות של טילים נגד טילים יופעלו בעיקר בתנאי מזג אוויר קשים במיוחד – כ-5 עד 15 אחוז מהזמן, כתלות באזור הגיאוגרפי, או בעת ירי מטחים צפופים במיוחד.
3. 4 מערכות לייזר מוטסות, שתשהינה באוויר בו זמנית וככל שיידרש. זו תהיה "קליפת ההגנה החיצונית", לטווח הארוך. הן תוכלנה ליירט רקטות וטילים תוקפים, המשוגרים מטווחים קצרים של כ-30 ק"מ ועד לטווחים של כ-2000 ק"מ, בעודם מחוץ לגבולות המדינה ואף לפעול נגד טילים בעלי ראשים מתפצלים. למערכות הלייזר המוטסות אין בעיה של מזג אוויר – הן טסות מעל לעננים. הן תופעלנה בעדיפות ראשונה. יתקיים גיבוי הדדי עם כל מערך הטילים נגד טילים החל מ"שרביט קסמים" ועד חץ 3 דומינו.

מערכת המבוססת על טילים נגד טילים בלבד – משמעות כלכלית ומבצעית

עבור מתאר ייחוס של 10 ימי לחימה, בהם יירו על מדינת ישראל סה"כ כ-1000 טילים בליסטיים וכ-10,000 רקטות טקטיות (הערכות צה"ל כפי שפורסמו לאחרונה) ניתן להראות בנקל ששה"כ ההשקעה הנדרשת מהיום (פיתוח, הקמת תשתית מבצעית ולוגיסטית והצטיידות בטילים) להגנה מפני איומים אלו, מגיעה לכ-17 מיליארד דולר (2 טילים בממוצע להשמדת האיום).

על זאת יש להוסיף כ-1 מיליארד דולר – העלות המשוערת של הנזק שייגרם ע"י אותם איומים שנגדם המערכת אינה מסוגלת לפעול, או שלא תופעל עקב מדיניות ירי סלקטיבי.

לסכומים אלו יהיה צורך להוסיף כ-9 מיליארד דולר – עלותם של הטילים נגד טילים שאמורים להיירות במהלכו של הקונפליקט, ובהם יהיה צורך להצטייד מחדש.

נגיע לסך של כ-27 מיליארד דולר. זהו סכום דמיוני, שאינו מתקבל על הדעת.

גם אם נאמץ את ההנחה המאוד מקלה (והמאוד מסוכנת, לדעתנו) שניתן ליירט איום רק עם טיל נגד טילים אחד – עלות ההכנה, הלחימה עצמה וההצטיידות שלאחריה תגיע לכ-16 מיליארד דולר.

וגם בעלויות אלו לא תהיה הגנה ליישובים הקרובים לגבול כמו נהרייה, מעלות, קריית שמונה, כל יישובי "עוטף עזה" – כולל נתיבות, שדרות ואשקלון – מאות אלפי אנשים.

ולא התייחסנו עדיין ליישובים הקרובים לקו הירוק... ולא להגנה מפני רקטות מדויקות וזולות... ולא לירי בליסטי אפשרי משטחי יו"ש... ולא תהיה גם הגנה מפני טילי שיוט.

משמעות יישומו של הפתרון המשולב – לייזר רב-עוצמה וטילים נגד טילים

אנו מניחים כי היקף ההצטיידות המתוכנן כיום של טילים נגד טילים אכן יספיק לתמוך במשימת ההתגוננות הכוללת – כאשר רוב היירוטים יבוצעו ע"י מערכות הלייזר – קרקעיות ומוטסות.

יכולות מבצעיות והנחות יסוד:

- המערכת המשולבת, המלאה (הכוללת 80-48 מערכות קרקעיות ועוד 5 מערכות לייזר מוטסות – ראה פירוט בהמשך), עומדת בכל התכונות הנדרשות, כפי שהוגדר לעיל, עבור מערכת הגנה "אידיאלית". היא תעמוד בכל המטלות, כולל הגנה מפני פצמ"רים, רקטות מדויקות וטילי שיוט מהירים, כולל הגנה על היישובים הקרובים לגבול.
- "פילוסופיית ההפעלה" שלה היא השמדת כל האיומים. לכך היא מתוכננת.

- השילוב של מערכות הלייזר בלבד – קרקעיות ומוטסות - יכול לטפל בכל האיומים שיגרו כמוצג במתאר הייחוס, להוציא ירי רקטות טקטיות שנורות במזג אוויר גרוע, מטחים צפופים במיוחד וכו'.
- שילוב המערכות יביא לשימוש סלקטיבי בטילי יירוט רק באותם מתארי לחימה שבהם יש להם יתרון, ולא נזדקק ליותר מ-10% מכמות הטילים שבהם היה צורך להשתמש אם מערכות הלייזר לא היו קיימות כלל.

על בסיס יכולות מבצעיות הנבנות בשלבים, ניתן להציע את אופן היישום הבא:

- א. שלב הוכחת היכולת ובדיקות הייתכנות, כפי שהוצג לעיל, בהשקעה כוללת של כ-400 מיליון דולר. שלב זה יימשך כשנתיים עבור הוכחת מערכות הסקייגארד וכשנה לביצוע הניסויים ובדיקות הייתכנות הקשורים למערכת המוטסת.
- ב. ההצטיידות עצמה תוכל להתבצע בהיקפים ובשלבים שונים, בהתאם לעדיפויות מבצעיות ואילוצים תקציביים. לדוגמה (מהקל לכבד):
 - הצטיידות ב-8 מערכות סקייגארד קרקעיות בלבד (כולל 3 המערכות משלב א'), למניעת כל ירי מרצועת עזה.
 - הצטיידות ב-26 מערכות סקייגארד נוספות להגנת צפון הארץ, עד לקו חיפה / עפולה / בית שאן – שתי מערכות להגנת כל אתר.
 - תוספת של 14 מערכות סקייגארד (סה"כ 48 במספר), להגנת 14 אתרים אסטרטגיים במרכז הארץ ובדרומה.
 - תוספת של 32 מערכות ל-48 הקודמות תענה להחמרה בתרחשי האיומים (רקטות מדויקות, טילי שיוט, ירי מיו"ש) ותספק את מלוא ההגנה גם ל-9 מרכזי האוכלוסייה האחרונים שנשארו חשופים (מזכרון יעקב בצפון ועד אילת בדרום).
 - הצטיידות ב-5 מטוסי ARIEL תבוצע במקביל להצטיידות במערכות הסקייגארד הקרקעיות.

העלות הכוללת של ההצטיידות במערכות לייזר היא כדלהלן:

1. 48 מערכות סקייגארד קרקעיות, שתאפשרנה, כאמור, מניעת כל ירי מרצועת עזה (8 מערכות), הגנה על צפון הארץ, עד לקו חיפה / עפולה / בית שאן (26 מערכות), הגנה על אתרים אסטרטגיים במרכז הארץ ובדרומה (14 מערכות) – עלות כוללת של כ-2 מיליארד דולר.
2. 5 מטוסי לייזר (ARIEL) – עלות כוללת של כ-1.3 מיליארד דולר.
3. תוספת של 32 מערכות סקייגארד קרקעיות (ליירוט איומים חדשים: רקטות מדויקות וזולות, טילי שיוט, ירי משטחי יו"ש, וכן עיבוי ההגנה על מרכז הארץ) – עלות כוללת של כ-1.1 מיליארד דולר.

הצטיידות מלאה זו במערכות לייזר, הכוללת 80 מערכות סקייגארד קרקעיות ועוד 5 מטוסי ARIEL, יכולה להתפרס על פני כ-10 שנים.

עלות הטילים נגד טילים שבהם צפוי שיהיה שימוש במסגרת המערכת המשולבת, בתרחיש הלחימה שבו מדובר, כולל הצטיידות מחדש בכמות הטילים שצפוי שיגרו, תגיע לכ-2 מיליארד דולר. כעשירית מהמחיר הצפוי אם יהיה שימוש בטילים נגד טילים בלבד.

ואילו עבור מערכות הלייזר - מחיר יירוטם של כל האיומים - 1000 הטילים האסטרטגיים ו-10,000 הרקטות הטקטיות שאמורים להיות משוגרים באותו מתאר לחימה, מסתכם בכ-50 מיליון דולר בלבד. סכום זה כולל את מחירים של הגזים והדלק המשמשים לביצוע הלזירה עצמה (כ-35 מיליון דולר), וכן את עלותן של כ-1000 שעות טיסה של מטוסי לייזר רב-עוצמה (ARIEL), שיכולה להגיע לכ-10 עד 12 מיליון דולר.

זו המערכת שתקנה למדינה את יכולת ההגנה הטובה ביותר שניתן להשיג, ובעלות סבירה שניתן לעמוד בה.

לנטרול האיומים הבליסטיים על ישראל תהיה השלכה ישירה על היציבות באזור ותרומה משמעותית להגברת הביטחון בעולם כולו מפני טרור רקטי. לפיכך יש להניח שיהיה ניתן

לקבל נתח ניכר מעלויות אלו (שכוללות גם פיתוח והצטיידות במערכות ישראליות) כסיוע מארה"ב.