

היכן הלייזר ליירוט רקטות וטילים?

מאת: ד"ר עודד עמיחי, 16.12.2018

ראשית החטא בהגנה מפני איום מרכזי כמו רקטות וטילים היא התבססות על טכנולוגיה אחת, טילי יירוט, שיכולים אולי לעמוד כנגד טפטוף של רקטות, ולא כנגד מבול של רקטות, כמו אלה שסובבים אותנו, 100-200 אלף רקטות וטילים שונים, חלקם ההולך וגדל, מדוייקים.

חלק מהלוגיקה של יירוט באמצעות טילי יירוט, מבוססת על ההנחה שחלק מהאיומים נופלים "בשטחים פתוחים". לא הייתי בונה על זה, בעידן של טילים מדוייקים, שכמותם הולכת וגדלה.

אופציה נוספת היא מתקפת פתע, שלה שתי מגבלות:

1. לא ברור עד כמה היא אפשרית, פוליטית.
2. עד כמה ניתן באמת לפגוע בארסנל החיבאללה הגלוי והתת קרקעי, כאשר ברור שח"א לא ימצא בעתיד בשמיים פתוחים, כפי שהמצב כיום.

התעלמות ממערכת הלייזר, סקייגארד, שהייתה מוכנה לייצור עוד לפני כעשור, היא מחדל שחייבים לתקנו במהרה.

הלייזר הזה, סקייגארד, מפיק את האנרגיה הדרושה להפעלתו משריפת דלק, שעלותו אפסית, כ-2,000 דולר לכל יירוט, ולפיכך הוא יוכל להתמודד בהצלחה גם עם כמות עצומה של רקטות וטילים.

מהם אותם דלקים שהסקייגארד צורך? כולם אינרטיים, לא רעילים, נמצאים בשימוש שוטף בתעשייה: אתילן, חנקן תלת-פלואורי - NF₃ - משמש לניקוי רכיבים אלקטרוניים, הליום ומימן או דיאטורים.

מערכת הלייזר, סקייגארד, לא צורכת בכלל חשמל. זה לא המצב בלייזרים דלי העוצמה שמספר תעשיות בארץ מנסות לפתח ושאינן יכולות לתרום לאיומים עליהם אנו דנים.

הלייזר יכול ליירט כל איום, לא משנה מהיכן נורה, לא משנה מה מהירותו. זה לא המצב בטילי יירוט, ולכן נולד פתרון השכבות. כיפת ברזל לדוגמה לא תיירט איומים שנורו מטווח גדול מכ-70 ק"מ, ואם מישהו יאמר שזה 80, לא אתווכח.

מכיוון שהלייזר לא צריך לחכות עד שיתבהר מסלול הירי של האיום, אין לו טווח מת, כמו לכיפת ברזל.

אחוזי היירוט של הלייזר קרובים ל-100%. זאת כי אין צורך בחישובי מסלולי פגיעה. ברגע שהלייזר נעול על המטרה, הוא לא יעזוב אותה. זה ממש לא המצב עם טילי יירוט, שם יורים 2 ואפילו 3 טילים על כל מטרה, על מנת להשיג אחוזי יירוט משמעותיים.

לגבי הלייזר, טילים מתמרנים אינם בעיה. לגבי טילי יירוט, בעיה רצינית.

ללייזר אין בעיית מלאי. לא צריך להחזיק קווי ייצור. כל עוד יש דלק, ואין סיבה שלא יהיה, הלייזר יכול לעבוד ברציפות.

מכיוון שעלות הירי של הלייזר שולית, הרי שההוצאה העיקרית היא הוצאה קבועה, עלות

המערכת, כ-30 מיליון דולר (בהשוואה ל-50 מיליון דולר סוללה ערומה של כפת ברזל... נניח שזה אותו דבר). גם אין עלות נוספת של כ"א להפעלה, כי הלייזר מופעל ע"י מערכת בקרה, ומערכת בקרה אחת יכולה להערכתי לטפל ב-5-8 לייזרים, תלוי מה המרחק ביניהם. לפיכך, אפשר לשים כמה מערכות לייזר להגנת גזרה בחפיפה.

לדוגמה, אורך רצועת עזה 42 ק"מ. טווח היירוט של הלייזר (עם אופטיקה אדםטיבית), 15 ק"מ, כלומר לייזר אחד מכסה גזרה ברוחב של 30 ק"מ. נובע ש-2 מערכות לייזרים סוגרות את הרצועה. הצענו 8, ואין סיבה לא לשים 12.

נמשיך להתמקד ברצועת עזה. רוחב הרצועה 7 ק"מ. כלומר הלייזר יכול ליירט כל איום מיד עם שיגורו. מתחת לתקרת עננים. מעל שטח הרצועה. לא צריך להגן על כל נקודה ונקודה. אותם 8 או 12 מערכות לייזר ייצרו חומת מגן סביב הרצועה. שום דבר לא יצא משם. לא צריך להגן על כל יישוב בנפרד. יתרון מהותי.

זה לא המצב בצפון. אבל גם שם, שטח ההגנה של כל מערכת לייזר גדולה משמעותית מזו של כ"ב, כ-700 קמ"ר בלייזר, לעומת 100-120 קמ"ר בכ"ב.

ללייזר אין בעיית מטחים. זאת נקודה חשובה! למי שיש בעייה רצינית לטפל במטחים זה לכיפת ברזל, והעימות האחרון בדרום הוכיח זאת. לא רוצה לפרט...

כיצד הלייזר מתמודד עם מטחים?

הלייזר נעול על המטרה במשך 2-3 שניות ועוד 1 שניה, מעבר ממטרה למטרה. לגבי הלייזר, מטחים הם אלה שנורים בפחות מ-5 שניות, האחד מהשני. כל דבר אחר נחשב לגבי הלייזר ירי בודד.

ניקח לדוגמה מקרה קיצון של ירי של 50 רקטות שונות בפרק זמן של 9 שניות. לא יהיו הרבה הזדמנויות כאלה, כי ח"א בכל זאת נמצא בסביבה, וירי במטחים קל יותר לזיהוי, ולהשמדה.

מתוך ה-50 שישוגרו בפרק זמן של 9 שניות, יהיו אולי רק 25 בתוך 5 שניות. האחרים יטופלו כירי בודד.

לגבי הלייזר, השאלה היא מה זמן המעוף של האיומים בתוך טווח של 15 ק"מ, טווח היירוט של הלייזר. אין לזה תשובה אחת, כי זה תלוי במהירות האיומים שנגזרים מטווח שיגורם.

סביר להניח שהמטחים ישוגרו מטווחים קצרים יחסית, עשרות ק"מ, ולא מאות רבות של ק"מ, שם מהירותם בירידה, גבוהה. לכן, מהירותם קטנה יחסית, זמן מעוף של 20 שניות נראה לי סביר, יתכן שזה אף יותר. בפרק זמן זה, לייזר בודד יוכל ליירט 4-5 איומים. כלומר, 5-6 לייזרים יוכלו לטפל בלי בעיה במטחים מהסוג שהצגנו כדוגמה.

הצענו לפרוס בגבול הצפון 26 לייזרים, אבל אין סיבה לא לפרוס גם כמות כפולה מזו, אם יתברר בחקר ביצועים יסודי, שזה נחוץ. ללייזר יש יתרון מהותי בטיפול במטחים!

אני לא מאמין במשחקי מלחמה תיאורטיים, שנמשכים בלי סוף. ברור שהלייזר נותן מרכיב כוח משמעותי בהגנת העורף. צריך להכניסו לשימוש מהר ככל האפשר, ולהפיק לקחים מהפעלתו בשטח ומלימוד של התפתחות האיומים.

עוד ברור שלכל האיומים הסובבים אותנו אין פתרון במערך הקיים המבוסס בלעדית על טילי

יירוט. ועוד ברור שבגלל עלות מערכת הלייזר, שעיקרה הוצאה חד פעמית קבועה, היא היחידה שיכולה לעמוד במרוץ חימוש כזה.

אנו גם לא טוענים או-או, אלא תוספת מערכת יירוט ללייזר, טכנולוגיה שונה, ומשלימה את המערך הקיים. במצב זה הלייזר יטפל בכמויות הגדולות של האיומים, וטילי היירוט יטפלו באיומים הבעייתיים, בכמויות קטנות, שלא יגררו לפשיטת רגל.

מי שמציא סיפורי מעשיות חסרי שחר כנגד הלייזר, הוא או עיוור חסר דעת, או אינטרסנט שנהנה מתעשיית טילי היירוט. לזכותם של אותם עיוורים, כבר היו דברים מעולם. בכל שטח, לאו דווקא בתחום הצבאי, היו תמיד התנגדויות קשות להכנסת טכנולוגיות חדשות, ולא לה שלחמו למענם, עשו את המוות, לא פחות ממה שעושים לי ולחבריי.

מה שמטריד אותי הוא שחרף השקעת המיליארדים בטילי היירוט השונים, המדינה חשופה לאיומים בליסטיים, וגם בהנחה שאחוזי היירוט של הטילים השונים הם 99%, וזה לא המצב, המדינה תשאר ללא הגנה אחרי יום או יומיים של עימות בצפון, מחוסר מלאי של טילים.

ואנו ממשיכים להתווכח ביננו על שטויות, מפתחים לייזר דל עוצמה, שאין לו טווח נגד איומים בליסטיים, ושנועד ליירוט מטרת רכות בלבד: עפיפונים, רחפנים, מל"טים, ספינות נפץ, במקום לייזר אמיתי שהיה מוכן לייצור כבר לפני יותר מעשור, ומשאירים אותנו עם המכנסים למטה מול 100-200 אלף הרקטות והטילים, חלקם ההולך וגדל, מדוייקים, הסובבים אותנו. פעם אמרתי, מדינת חלם. זה יותר גרוע.

תגובות

עודד אליש

שלום, כדי לשפוט את טענות המאמר צריך לבחון כמה נושאים: ראשית היה רצוי להביא מאמר שמסביר את ההתנגדות למערכת הלייזר. שנית לבחון מי מפסיד ומי מרוויח מההחלטות להביא את מערכת הלייזר לארץ ושלישית לבחון את שתי האופציות ע"י גוף ניטרלי אם יש כזה בהיבטים של הנדסה ובהיבטים הטקטיים והאסטרטגים.

עודד עמיחי

ברור מאליו שתעשיית הטילים מגלגלת מיליארדים, כאן ובעולם כולו, וגם ברור שהלייזר "זול מדי", ואם הוא יכנס לשימוש, תעשיית הטילים תפגע קשות. כבר היו דברים מעולם, בתחומים אחרים. הצרה היא שמדינת ישראל נמצאת בסכנה ממשית מ-100-200 אלף הרקטות והטילים שסובבים אותה, ורק הלייזר, "הלא כלכלי" יכול להסיר האיום מעלינו. בשביל זה אמור להיות שר ביטחון, ואמור להיות ראש ממשלה, שיכריעו בין שיקולים מתנגשים אלה. בינתיים זה לא קורה. אמר לי פעם יהודי יקר, אלוף (מיל"), שעד שלא יהיו 5,000 הרוגים כלום לא יקרה. אני מסרב להאמין שהוא צודק.

יענקל דרדש

בעניין טענות המתנגדים למערכת הלייזר קרא כאן:

<https://lulism1.wordpress.com/2012/03/17/%D7%A0%D7%A8/%D7%A1%D7%A0%D7%A9%D7%A8/%D7%A1%D7%A0%D7%A9%D7%A8/>

עודד אליש

אם אפשר להזמין מערכת לייזר אחת ולבחון את הביצועים שלה ברצועה. הזדמנויות לא יחסרו.

עודד עמיחי

את זה ניתן היה לעשות לפני כעשור, לו ישראל הייתה ממשיכה את התוכנית שנחתמה ב-1996 בין ראש הממשלה באותם ימים פרס, לנשיא קלינטון. ישראל, שהזמינה בארה"ב את הלייזר, נסוגה ממנו, כשהוא היה מוכן לייצור, והעדיפה את כיפת ברזל, שהיתה עדין בראשית התכנון. לפני יותר מעשור, הלייזר, סקייגארד, היה מוכן לייצור. כיום זה לא בר ביצוע. אם ישראל חפצה בלייזר, היא צריכה ליזום את חידוש הפעילות בארץ, על פי הידע שהצטבר בארה"ב. זה כרוך בזמן ובכסף.

עודד אליש

שלום עודד, תודה על ההתייחסות. את הנעשה אין להשיב וצריך כיום לשפוט את האלטרנטיבות בצורה מפקוחת ואוביקטיבית (אם יש דבר כזה אוביקטיביות) אני מנחש שיש המון פוליטיקה ואינטרסים סביב הנושא הזה. נראה לי שנושא כזה קריטי צריך להיות נדון ע"י גוף מקצועי מולטידיסציפלינרי ברשות שופט.

עודד אליש

מאחר ואני עוסק כל השנים בפיתוח הנדסי אני מכיר בעובדה שיכולים להיות חילוקי דעות משמעותיים גם בין גופים הנדסיים וגם בדיסציפלינות אחרות.

עודד עמיחי

אנו נושאים אותו שם, וגם מסכימים בעיקרי הדברים. אתה לא מתאר לעצמך כמה לחצנו במשך שנים רבות להקים וועדת בדיקה אובייקטיבית, מחוץ למערכת הביטחון. ולמה נדחינו? כי מסקנות וועדה כזו ידועות מראש. אין אדם בר דעת שלא יסכים לדעתינו. ההבדל בטכנולוגיות וביעילות זה כמו בין עגלה עם סוס לטנק. שים גם לב שאנו לא טוענים או-או, אלא הוספת טכנולוגיה שעשויה לשנות את מערך הלחימה. אנו גם לא מדברים על תיאוריות, אלא על מערכת שהיתה מוכנה לייצור לפני למעלה מעשור. למה לא לנסות? אנו לא מנהלים ויכוח היסטורי, ולא מחפשים אשמים. אנו מחפשים דרך להוריד מהעץ את כל מי שנמצא שם, כדי להסיר את האיום העיקרי על מדינת ישראל. הלוואי שנצליח, לטובת עם ישראל.

עודד אליש

תודה עודד, מאחר ואני לא מכיר לעומק כמוך את הנושא אז נזהר בהתייחסות. מתנצל מראש על המשפט שאני עומד לכתוב כרגע. בהנחה שאין לך אינטרס כלכלי חזק וטובת ביטחון המדינה לפניך, אני אומר, אל תוותר בשום אופן. בהצלחה.

עודד אליש

אגב אני לא נגד אינטרס כלכלי ובתנאי שזה לא מטה את השיפוט ואת מה שנכון לביטחון ישראל.

עודד עמיחי

חבריי ואני הבהרנו זאת פעמים רבות. לאיש מאתנו אין שום אינטרס כלכלי או אחר, זולת דאגה לביטחון המדינה.

לעמותת מגן לעורף, שאני וצביקה שור (תא"ל במיל") עומדים בראשה, אין חשבון בנק, וכל אחד מחברי העמותה נושא בהוצאותיו בעצמו.

עודד אליש

תודה עודד, זה מדהים באמת. אנסה למצוא עוד חומר בנושא ולהבין יותר.

עודד עמיחי

זה אחד הסקנדלים הגדולים בתולדות המדינה. אני לא רוצה לחפור בהיסטוריה, כי פנינו לעתיד, ואנו מעוניינים להוריד את המתנגדים מהעץ. אבל התגלגלות ההחלטה שהביאה לפני יותר מעשור לגניזת הלייזר, סקייגארד, שכבר היה מוכן לייצור, אחרי סדרת ניסויים מוצלחת מאד של אב הטיפוס, היא שערוריה שלא היתה כמותה.

עודד עמיחי

ועוד. המגבלות של טילי היירוט, והיתרונות של מערכת הלייזר, היו ידועות מראש. שום דבר חדש לא התגלה עם השנים, אחרי השקעות המיליארדים בטילי יירוט. ועוד. זה לא היה מכרז רגיל בין כמה הצעות. את פיתוח הלייזר הזמינה בארה"ב ממשלת ישראל. הפיתוח היה משותף. המערכת נוסדה בשדה הניסויים הגדול בעולם, ווייט סנדס, ששייך לצבא האמריקאי. אנשי השדה הפעילו את המערכת, לא המפתח. ההצלחה היתה מוחלטת. ואז, כשהייתה בידי מערכת הביטחון הצעה לייצור המערכת, התעלמו ממנה, והתחילו לפתח את כיפת ברזל מבראשית. אבל נעזוב את זה, ונסתכל קדימה בתקווה.

אבשלום בן צבי

- "אין עלות נוספת של כ"א להפעלה, כי הלייזר מופעל ע"י מערכת בקרה, ומערכת בקרה אחת יכולה *להערכת* לטפל ב-5-8 לייזרים" - מה עניין ה"להערכת" כאן? בין 5-8 זה טווח די רחב. אם זה "להערכת" כי מערכת בקרה כזו טרם נבנתה ולא יודעים כמה לייזרים תוכל להפעיל, זה אומר שהטכנולוגיה במצב מאוד לא בשל.

- "אורך רצועת עזה 42 ק"מ. טווח היירוט של הלייזר (עם אופטיקה אדפטיבית), 15 ק"מ, כלומר לייזר אחד מכסה גזרה ברוחב של 30 ק"מ. נובע ש-2 מערכות לייזרים סוגרות את הרצועה. הצענו 8, ואין סיבה לא לשים 12." - טווח יירוט של 15 ק"מ נשמע לי קצר למדי. לפי הנתון שאני ראיתי, כיפת ברזל מיירטת לטווח של 70 ק"מ, מה שמאפשר להציב פחות סוללות להגנת אותו השטח. אם שתי סוללות אמורות להספיק לסגור את הרצועה, מדוע להציע 8 ואפילו 12? - מתוך ה-50 שישוגרו בפרק זמן של 9 שניות, יהיו אולי רק 25 בתוך 5 שניות. האחרים יטופלו כירי בודד." - לא הבנתי את המקור להנחה הזו, שמתוך מטח של 50 ב-9 שניות, רק חצי יהיו חלק ממטח.

"לגבי הלייזר, השאלה היא מה זמן המעוף של האיומים בתוך טווח של 15 ק"מ, טווח היירוט של הלייזר. זמן מעוף של 20 שניות נראה לי סביר, יתכן שזה אף יותר. בפרק זמן זה, לייזר בודד יוכל ליירט 4-5 איומים. כלומר, 5-6 לייזרים יוכלו לטפל בלי בעיה במטחים מהסוג שהצגנו כדוגמה." - הייתי שמח להבין מה הבסיס להערכת זמן המעוף (לא שהוא בלתי סביר בחישוב אצבע שעשיתי, ובכל זאת). אני מבין שכדי לכסות תא שטח נתון, צריך חפיפה של מספר מערכות לייזר. כלומר, מבחינה כמותית יכול להיות שיצטרכו הרבה יותר מערכות לייזר מסוללות כיפת ברזל כדי להגן על אותו שטח, ולכן צריך להציג את חישובי העלות היחסית בהתאם.

עודד עמיחי

אתה מעתיק הרבה ממה שכתבתי, ובתוכם שאלותיך נבלעות. אענה על מה שהבחנתי. 1. מערכת הסקייגארד היתה מוכנה לייצור לפני יותר מעשור. למרות שהייתי עמוק בתמונה, את המערכת פיתחה חברת נורתרופ גרומן ולא אני. אני לא נציגה, אין לי שום קשר אליה, וכל

הפעילות שלי ושל חבריי היא בהתנדבות ומתוך דאגה לביטחון המדינה נטו. מערכת בקרה אחת אמורה לטפל ב-8 מערכות לייזר, אבל המספר המדוייק חייב להגזר מפני השטח, וההחלטה צריכה להתקבל במקום. השאלה שאתה מעלה אינה מהותית. יתכן שבסופו של דבר תהיה מערכת בקרה לכל לייזר, ואלה יהיו מסונכרנות האחת עם השניה. ההחלטה היא של החיל שיקלוט את המערכת, ח"א, ולא של המפתח.

2. יש לך אי הבנה יסודית לגבי טווחי היירוט של כיפת ברזל וככל הנראה של טילי היירוט האחרים.

הטווח שציינת 70 ק"מ איננו טווח היירוט של הכיפה, אלא הטווח המכסימלי ממנו שוגר האיום ושהכיפה מסוגלת לטפל בו.

זאת באשר סיכווי היירוט של טילים נגזרים מהפרש המהירויות בין טיל היירוט לטיל התוקף. טווח היירוט של הכיפה קטן בהרבה, הוא לא פורסם, ואין לי עניין להזכירו. מה שכן פורסם, וכתבתי זאת, שטח ההגנה של כל מערכת סקייגארד הוא מעל כ-700 קמ"ר, בעוד ששטח ההגנה של הכיפה הוא 100-120 קמ"ר.

זיו גולדפישר

מה קורה כשהשמים מעוננים? האם גם אז מערכת הלייזר יעילה?

עודד עמיחי

יש ללייזר בעיה עם עננים כבדים בגובה נמוך. ברצועת עזה זו לא בעיה, כי הלייזר יירט כל איום מתחת לתקרת עננים, מעל שטח הרצועה.

בצפון, זו יכולה להיות בעיה, ולשם כך אנו דוגלים במערכת משולבת, כי באותם ימים קודרים, מערכות טילי היירוט יפעלו.

בעיית עננות כבדה אינה ייחודית רק ללייזר, אלא גם לח"א. גם השיריון נפגע בביצועיו במזג אוויר סגרירי. אין בעניין זה ללייזר שום ייחודיות שלילית.

עודד עמיחי

אגב, בסרטון שנמצא ביוטיוב, אותו הפצתי כמה פעמים, יש יירוט אחד שבוצע בעננות כבדה. מערכת העקיבה האופטית עקבה אחרי המטרה, עד שהגיעה לשטח נקי מעננים ואז יורטה. ולמרות זאת, אנו בעד מערכת משולבת. לא יתכן לבסס הגנה מפני איום מרכזי, על טכנולוגיה אחת. לא טילי יירוט, ולא לייזר.

זו דעה ידועה ומקובלת; לא המצאנו אותה.

<https://youtu.be/Bt2qaTfT8QY>

זיו גולדפישר

מרתק. תודה

עודד אליש

שוב שאלה שהיא קצת מביכה. איך זה שאין למערכת הזו מזמינים אחרים בעולם? או שאני טועה ויש?

עודד עמיחי

אין. המערכת פותחה כאמור במשותף ע"י ארה"ב וישראל, והייתה מיועדת בלעדית להתקנה בישראל.

אני סבור שהלובי החזק של יצרני הטילים בארה"ב גם תרם לכאורה לגניזת מערכת הלייזר, שעלולה לפגוע בפרנסתם.

אין כיום שום מדינה, חוץ מישראל, שמאויימת ע"י כמות כזאת של רקטות וטילים. וזה לא איום סרק.

ארה"ב לא מאויימת למעשה ע"י שום מדינה. ואם איזה מטורף יעז לתקוף את ארה"ב, היא תמחוק אותו מעל פני האדמה.
זה לא המצב שלנו...