

## מערכות ליירוט רקטות – דמיון ומציאות (חלק 2)

מאת: ד"ר עודד עמיהי, אומדיה, 1/4/2008

חלק שני בסדרה על האמת והבדיה סביב לידתה והקפאתה של מערכת הנאוטילוס - המערכת שיכולה היתה ליירט קסאמים

ד"ר עודד עמיהי הוא פיזיקאי, מומחה למערכות לייזר ויועץ לפיתוח עסקי בתחומי הלייזר והאלקטרו-אופטיקה. שימש כראש המחלקה למערכות פיזיקליות ברפא"ל, שם יזם וניהל בשנות ה-70 פרויקט חדשני ומקורי בלייזר רב עוצמה, שזכה להצלחה טכנית רבה, והוביל לתוכניות יישום שונות. הפעילות הוקפאה ב-1983 בנסיבות בלתי תלויות. היה עמית מחקר באקדמיה של הצי האמריקאי במונטריי - מחקר היתכנות של פגז ארוך טווח, מונחה לייזר. היה מהנדס ראשי במרכז לפיתוח מתקדם באלרון. היה מייסד, מנכ"ל ונשיא של אופטומיק, שפעלה באמצעות שתי חברות בתעסוקה בתקשורת צבאית ואזרחית ובלייזרים תעשייתיים. היה מיוזמי פרויקט נאוטילוס בראשית שנות ה-90, אותו הוא מלווה בהתנדבות, מראשית דרכו ועד היום, ממניעים לאומיים ומקצועיים.

[http://www.amedia.co.il/Show\\_Article.asp?DynamicContentID=16931&MenuID=603&ThreadID=1014010](http://www.amedia.co.il/Show_Article.asp?DynamicContentID=16931&MenuID=603&ThreadID=1014010)

### בדורות קודמות על הנאוטילוס

להלן לקט של בדורות שהושמעו בתקשורת על מערכת הלייזר (נאוטילוס/סקייגארד) מפי "גורמים במערכת הביטחון", חלקם ישירות ע"י ראשי מפא"ת (יעקב נגל, שמעון לביא) בתוכנית עובדה (ערוך 2, 13.12.07):

בכיר ממפא"ת (שמעון לביא) אמר באותה תוכנית שאילו המערכת הייתה "כחול-לבן", הוא היה מתייחס אליה אחרת. או בתרגום חופשי - הוא מעדיף אינטרסים של יצוא ביטחוני על ביטחון הציבור.

**הבדוה:** החיילים האמריקאים שיפעילו את המערכת יברחו עם הירי הראשון (נגל).  
**האמת:** כאמור, קבוצה של חי"א כבר התאמנה לקבל את המערכת לידה. את המערכת מפעיל מחשב ירי, ולא צריך אף חייל אמריקאי שיהיה כאן.

**הבדוה:** הובלת הדלקים למערכת דורשת לוגיסטיקה קשה ובעייתית (לביא).  
**האמת:** הנעת הדלק למטוסים או לכלי רכב, או שינוע הגז לבתים היא לוגיסטיקה מסובכת פי כמה. לעומת זאת, ייצור אלפי טילי הגנה ושינועם זה עסק הרבה יותר יקר, מסוכן ומסובך.

**הבדוה:** המערכת גדולה כחצי מגרש כדורגל / בניין של 4 קומות / 20 קרונות.  
**האמת:** הסקייגארד מזוודת ב 3 מיכלים.  
הנאוטילוס נכנסת ל 7 מיכלים.

**הבדוה:** המערכת זקוקה לתחזוקה ארוכה אחרי מספר יריות קצר (6).  
**האמת:** "הבעיה" כרוכה במיכלי הדלק הקטנים של המערכת הניסיונית (נאוטילוס). ידוע שלשם העברת המערכת ארצה אפשר לבנות (בארץ) מיכלי דלק בכל גודל, לשימם ליד המערכת / לקברם באדמה / להשתמש במיכלים ניידים (כפי שאמור להיות בסקייגארד). אין שום בעיית תחזוקה אחרי ירי.

**הבדוה:** להגנת גבול הצפון וישובי הנגב המערבי יידרשו מאות מערכות בעלות של מאות מיליוני דולר למערכת.  
**האמת:** זוהי דיס-אינפורמציה ועירוב עלות ההעברה מתצורת נאוטילוס לסקייגארד עם עלות מערכת בייצור סדרתי.  
לסגירה הרמטית של יישובי הנגב המערבי מפני ירי רקטות (קסאמים וגארדים) וכן ירי פצמ"רים, יידרשו עד 7 מערכות סקייגארד, בעלות כוללת של כ 430 מיליון דולר (כולל השקעה ראשונית של 310 מיליון דולר ל 3 המערכות הראשונות). לסגירה הרמטית של גבול הצפון יידרשו עד 25 מערכות, בעלות כוללת של כ 750 מיליון דולר.

סה"כ השקעה היא של עד כ- 1.2 מיליארד דולר, שאת חלקו/ רובו ניתן לממן על ידי הממשל האמריקאי ובכספי הסיוע. אחרי השקעה ראשונית זו, עלות הירי קטנה מכל השוואה (כ 1,000 – 2,000 דולר לירי).

**הבדוה:** המערכת פולטת גזים רעילים ומקורות הדלק שלה יסכנו את הסביבה ("יווצר ענן גדול של אמוניה שירעיל את תשובי שדרות").

**האמת:** אחוז ה"גזים הרעילים" (HF/DF) הוא קטן ומהול בהליום (2%-1). זו תערובת קלה מאוויר ותתנדף מהר. גזי הפליטה של סוללת פטרויט למשל (HCL), יותר מסוכנים (ריכוז גבוה יותר, אין הליום, פחות אקטיביים ולכן רדיוס פעולתם גדול יותר). רדיוס ביטחון של הלייזר הוא עד כ 100 מ', כ 1/3 מזה של הפטרויט.

ניתן להוסיף ללייזר סופח מסחרי – סידן הידרוקסיד,  $Ca(OH)_2$ , שיקלוט את כל "הגזים הרעילים". אין שום אמוניה בדלקים של הלייזר וגם אין שום מנגנון כימי ליצירתו.  
מערכת הסקייגארד נבחרה בארה"ב כאופציה להגנת שדות תעופה. איך נבחרה מערכת כזאת אם היא "רעילה"?

**הבדוּתה** : למערכת יש טווח קצר של פחות מ- 3 ק"מ"  
**האמת** : לסקיגארד טווח יעיל של עד 10 ק"מ.

**הבדוּתה** : "נדרשת אנרגיה עצומה כדי לחולל את קרן הלייזר הקטלנית"  
**האמת** : מקור "האנרגיה העצומה" הזו הוא בשריפת דלק ייעודי, בדומה לכל מנוע רקטי אחר.

**הבדוּתה** : "המערכת אינה מתפקדת במזג אוויר סגרירי".  
**האמת** : הלייזר מסוגל ליירט את המטרה בטווח קטן יותר, או בזמן ארוך יותר, מבלי לפגוע ביעילותו. מזג האוויר בארץ הינו בהיר רוב ימות השנה, גם בחורף. מזג אוויר סגרירי בדרום – פחות מ- 10% מהזמן. לאובך, התאבכות, גשם קל, אבק תהיה השפעה שולית (ירידה של כ- 5% בביצועים).  
גשם חזק יקטין את הטווח ל- 3 – 4 ק"מ (שמכוסה ממילא באמצעות עיבוי מספר המערכות).  
חדירת עננים מוגבלת, אולם ללייזר תהיה יכולת פעולה מתחת לבסיס הענן.  
ניתן יהיה לבצע תיקונים חלקיים להפרעות באמצעים אופטיים (אופטיקה אדפטיבית).  
מערכות אחרות סובלות גם הם מהפרעות מזג אוויר (טילי אויר-קרקע המונחים אלקטרו-אופטיים, מטוסים, לווייני תצפית, מל"טים ואחרים). אז לא מצטיידים בהם?

**הבדוּתה** : קל לפתח אמצעי נגד.  
**האמת** : אין אמצעי הגנה פשוטים. הדבר נבדק. העוצמות של הלייזר הן כ"כ גבוהות ש"ההפרעות" לא יורגשו (ציפויי מגן, צבעי מגן - יתנדפו מיד, פיזור עשן/אבק - השפעתו קטנה בהיות ההפרעה קרובה למטרה).

**הבדוּתה** : קל לתקוף את המערכת.  
**האמת** : יהיה קשה לתקוף את המערכת. המערכת תוצב במרחב מוגן מנק"ל או טילי נ"ט. המערכת תוכל להגן על עצמה מירי תלול מסלול. הגנתה קלה מזו של משגרי פטריוט וחץ שאינם יותר קטנים.

**הספין** : "האמריקאים מפתחים טכנולוגיה חדשה של לייזר מוצק"  
**האמת** : גם לדעת גורמי מפא"ת, טכנולוגיה זו תהיה ישימה, אם בכלל, רק בעוד 10 שנים. אז נחכה 10 שנים לדור הבא, שלא בהכרח יהיה לייזר מוצק? מומחים רבים גם מפקפקים בפוטנציאל שבלייזר המוצק, כי:  
א. פערי ידע (הספקי הלייזרים הקיימים נמוכים מדי, יש דרישה לספקי כוח חשמלי גדולים, יש דרישה למחליפי חום גדולים, קיים צורך לשיפור משמעותי בטיב האופטי בהספקים גבוהים).  
ב. לייזר מסוג זה חסום, ככל הידוע עכשיו, להספק של כ-100 קילוואט, כעשירית מהספק הסקייגארד. המשמעות היא יירוט מטרות בטווח קצר מדי, שלא יספיק להגנת יישובים.  
ג. אורך הגל הקצר של הלייזר המוצק יוצר שתי בעיות, שאינן קיימות בנאוטילוס/סקייגארד:  
\* רגישות יתר למזג אוויר.  
\* בעיית בטיחות (eye safe) - האור המוחזר מהמטרה יעזור כל מי שישתכל עליו.  
ד. דורות חדשים ינבטו רק כתוצאה מלקחי השימוש במערכת קיימת (סקייגארד).

ד"ר עודד עמיחי, 1/4/2008