



## סרג' לנדסמן - מר מכ"ם הישראלי

◀ פרופ' עלי לוין, מכללת אפקה להנדסה, תל אביב

(1982), ציון לשבח של פרס ביטחון ישראל (בשנת 1984) ופרס ראש מפא"ת לחשיבה יוצרת (בשנת 1994).

מערכות מבצעיות רבות בשימוש מערכת הביטחון החלו ברעיונות ובפיתוחים של סרג' לנדסמן. הוא תרם תרומה מכרעת לביטחון ישראל בתחום המכ"מים הימיים (הן על ספינות הטילים והן כמכ"מי חוף), בתחום המכ"מים המוטסים (במטוסי הכפיר והלביא), במערכות התראה מפני טילים ובמיוחד במכ"מים עם סריקת אלומה אלקטרונית (Phased Arrays) המהווים חלק מגוף מטוס (בשימוש במטוסי הקונדור, הפלקון והגולפסטרים) ובמערכים הקרקעיים הגדולים (אורן ירוק, כיפת ברזל ונגזרותיהם). הוא האמין ביתרונם של המערכים הסוקרים בגילוי איומים בטווחים רחוקים מאד ובייחוד תמך ביישוםם בתחומי תדר נמוכים יותר מן המקובל בעולם. כארכיטקט מיומן צייר במו ידיו איורים טכניים מפורטים של רעיונותיו החדשניים והירבה לבנות דגמים מוקטנים כדי לרכוש רמת סמך טובה על היתכנות רעיונותיו.

סרג' לנדסמן הקדיש את כל כשרונו וידיעותיו לפיתוח מוצרים ומערכות עבור בטחון המדינה. למרות השפע הרב של

החברה. בתפקיד זה עסק בין היתר בפיתוח מכ"ם סירנו עבור מטוס המיראז' 3. התקופה שקדמה למלחמת ששת הימים גרמה למהפך בנפשו של לנדסמן הקוסמופוליטי - הוא התחבר ליהדותו וחש הזדהות עמוקה עם העם היהודי ועם מדינת ישראל הנלחמת על חייה. כשנה לאחר המלחמה, בשנת 1968, עלה לישראל והחל לעבוד בחברת אלתי"א. עד מהרה התגלה כמומחה דגול ותרם תרומה מכרעת להתפתחות הטכנולוגית בתחום האנטנות, המכ"ם והלוחמה האלקטרונית בחברת אלתי"א בפרט ובמדינת ישראל בכלל. בשנת 1973 פרש מאלתי"א והקים חברה משלו - חברת מא"ל - מעבדה אלקטרונית לנדסמן (או בפי ידידיו הרבים שביקרו בביתו בתל השומר - מרפסת אצל לנדסמן). מאוחר יותר הקים שתי חברות נוספות - אסטרוס ואלפין שעסקו ביינוץ ובייזום פרויקטים בטחוניים. בנובמבר 1982 העביר ללא תמורה את חברת מא"ל לחברת אלתי"א.

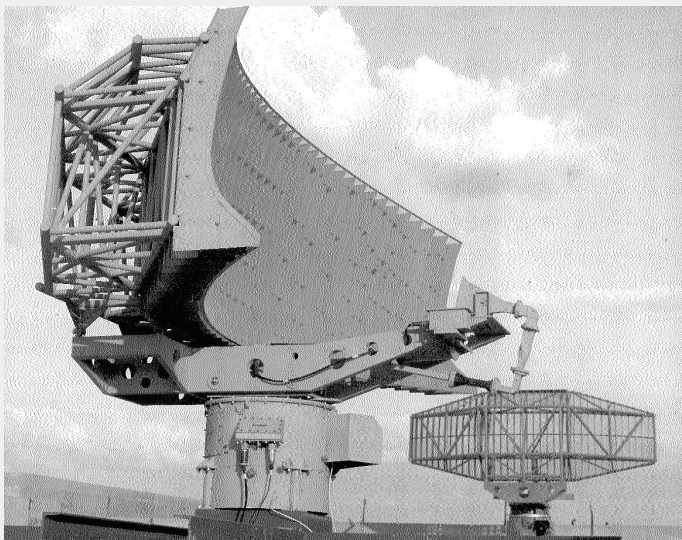
במשך 30 שנות עבודתו בישראל (עד פטירתו בשנת 1998) המציא מספר רב של המצאות וקידם פרויקטים רבים מספור בתחום המכ"ם והלוחמה האלקטרונית שחלקם עדיין מסווגים. במהלך השנים זכה בפרס ביטחון ישראל (1974), פרס חיל האוויר

רג' לנדסמן (ישראל בן ארצי) ז"ל פעל בישראל בשנים 1968-1998 כמהנדס, חוקר וממציא בשטח המכ"ם והלוחמה האלקטרונית. עבודותיו הרבות היו קשורות בעיקרן לפיתוח מערכות מכ"ם מתקדמות בחברת אלתי"א, או בשיתוף עימה, עבור מערכת הביטחון. על הישגיו המזהירים זכה פעמיים בפרס בטחון ישראל ובפרסי חיל האוויר ומפא"ת. הוא זכה לכינוי "מר מכ"ם" הישראלי והעמיד דורות של מהנדסים ומנהלים שהמשיכו בדרכו - יזמות טכנולוגית, עומק מדעי ומימוש מבצעי. כתבה זו מוקדשת לזכרו.

### קורות חיים

סרג' לנדסמן (או בשמו העברי ישראל בן-ארצי) ז"ל נחשב לאבי תורת המכ"ם בישראל. נולד בווינה בשנת 1928 לזוג רופאים ולאחר השואה עבר לגור באיטליה בסביבה קתולית. בשנת 1951 סיים את לימודי ההנדסה באוניברסיטת רומא וקיבל תואר מהנדס. בשנת 1952 החל לעבוד בחברת מיקרולמבדה ועסק בבניית המכ"מים הראשונים שפותחו באיטליה. בשנת 1959 עבר לעבוד בחברת SISPRE ובשנת 1961 היגר לצרפת והתקבל לעבודה בחברת CSF כאחד ממנהלי ההנדסה של

## אנטנות מכ"ם



## סרג' לנדסמן



בינתיים כבר בראשית 1968 היה בידינו קדם-תכנון של המכ"ם החדש שהיה אמור לענות לדרישות חיל האוויר ובמיוחד לדרישה שהמכ"ם לא יהיה רגיש להדי קרקע. מאחר שמכ"ם כזה לא היה בנמצא, לא באירופה ולא בארה"ב, היה ספק בחיל האוויר ובמשרד הבטחון אם אלת"א הצעירה תוכל להתמודד עם המשימה. לכן, לפני שחרור תקציב הפיתוח, דרשו לקבל חוות דעת על התכנון מחברה בעלת מוניטין. לנדסמן עלה ארצה בדיוק בזמן כדי להצטרף לצוותים שיצאו לארה"ב בשנת 1969, שם נדרשו להסביר ולהגן על עקרונות הקדם-תכנון שלנו בפני צוות של חברת אוטוטיקס-רוקוול בקליפורניה. בהכנות שעשינו בארץ לקראת הנסיעות לארה"ב התברר במהירות שהידע והנסיון של לנדסמן רחבים בהרבה מעבר למומחיותו באנטנות.

בדיונים בארה"ב, האמריקנים הודו שעליהם לתגבר את הצוות כדי שיוכלו לעמוד מול "המומחים" הישראליים. כוונתם היתה בעיקר ללנדסמן. בסופו של דבר, האמריקנים לא רק אישרו את הקדם תכנון הישראלי אלא גם ציינו, חצי בצחוק חצי ברצינות, שזו היתה הפעם הראשונה שגם קיבלו כסף וגם קיבלו ידע. בראשית שנות ה-70, כשלפיתוח המכ"ם המוטס הצטרף פיתוח המכ"ם הימי,

לנדסמן בתור "ראש גדול" שתחת ניצוחו פותחו האנטנות המתקדמות של המכ"מים הצרפתיים מתוצרת CSF. לי, כמהנדס צעיר שבא כדי לרכוש נסיון בפיתוח מכ"ם, כמובן שלא יצא לפגוש את לנדסמן באותם הימים.

מיד אחרי מלחמת ששת הימים, הגדיר חיל האוויר דרישה מאד יומרנית לפיתוח מכ"ם מדור חדש: "קטן אבל ממזר", שלא יופרע מהחזרי הקרקע ויספק נתוני טווח אמינים למערכת בקרת האש של מטוסינו. תמיד היה לי ברור שיכולתנו תיקבע על ידי איכות האנשים שבצוותי הפיתוח שלנו, שבהכרח תמיד יהיו מצומצמים מאלה שבחברות האירופיות או האמריקניות הגדולות. נזכרתי מיד בלנדסמן וחשבתי שהוא לבטח יוכל לעזור לנו בפיתוח האנטנה שהיתה דרושה לנו.

לאחר היסוסים, פניתי אליו והסברתי מה גודל המשימה שחיל האוויר הטיל עלינו. בפגישתנו הראשונה ראיתי לפניי יהודי חם, ציוני אמיתי שמוכן לעזוב מעמד וקריירה מזהירה בצרפת כדי לעזור לבניית היכולת הבטחונית במדינת ישראל. לא נדרשתי אפוא למאמץ גדול כדי לשכנעו להצטרף לצוות. עד היום לא ברור לי האם תרמתי בכלל לשכנעו לעלות ארצה או שמא ההחלטה כבר היתה מוכנה בליבו ואני רק עזרתי לזרז את ביצועה.

המצאותיו בתחומי האנטנות והמכ"ם באלת"א, במא"ל ובחברות הייעוץ אסטרוס ואלפין, מעולם לא חיפש להפיק מהן רווח כלכלי וגם לא שימושים אזרחיים. עקב התמסרותו המוחלטת לפיתוח מוצרים והבאתם לכשירות מבצעית, לא ראה שום טעם בפרסום מאמרים טכניים ו/או פטנטים. מבחינתו המדד היחיד להצלחה היה מימוש מעשי בשטח. מעבר לתרומתו הטכנית והמבצעית, תרם סרג' לנדסמן באופן פעיל לטיפוח דור המשך של מהנדסים ומדענים שממשיכים כיום את דרכו ורעיונותיו. סרג' לנדסמן התחתן עם לינה פיטויה (רחל בן ארצי) בשנת 1957 והיה אב לבן ושתי בנות.

## חברים מספרים על סרג' לנדסמן

### סרג' לנדסמן כפי שהכרתיו

פרופ' נינו לוי, מנכ"ל אלת"א לשעבר

את השם "לנדסמן" שמעתי לראשונה בשנות השישים, עת עבדתי בחברת CSF בצרפת כמהנדס פיתוח מכ"ם מוטס. באותן שנים, חיל האוויר הטיס מטוסי מיראז' עם מכ"ם תוצרת CSF ותע"א ייצרה תחת רישיון חלקים ממכ"ם זה, אך בארץ לא היתה כל יכולת לפיתוח עצמי של מכ"מים. במעבדות CSF בין המהנדסים הצעירים והלא כל כך צעירים, דובר על אחד בשם

ופעילות פיתוח המכ"ם הלכה והתעצמה, לנדסמן הפך למנהיג הטבעי של קבוצת המכ"ם, מעין "רבי" שידע הכל ושכולם מתייעצים ולומדים ממנו. במחלקת המכ"ם עבדו וצברו כבר הרבה ניסיון אנשים כמו מוטי שמואלי, אברהם יעבץ, אלי גולן, הרברט אוסלנדר, יעקב גליקסמן ועוד רבים וטובים. הרגשתי שאני יכול לצאת בשקט להשלמת לימודי בארה"ב ולהשאיר את האחריות על מחלקת המכ"ם באלת"א בידיים טובות.

עם שובי ארצה בסתיו 1973, מצאתי לצערי שלנדסמן עזב את אלת"א כדי לפתוח בפעילות עצמאית בתחום המכ"ם. נסיונותי הרבים, עוד כראש מינהל הנדסה ואח"כ כסמנכ"ל וכמנכ"ל אלת"א לשכנעו לחזור ולקבל תפקיד של "מדען ראשי" או כל תפקיד אחר בחברה, לא הצליחו. יחד עם זאת, נוצר שיתוף פעולה פורה איתו ורעיונות ופיתוחים רבים שלנדסמן יזם והתחיל אצלו, הסתיימו והפכו באלת"א למוצרים שתרמו למגוון יכולות המכ"ם באלת"א ובמדינת ישראל.

**מתוך החוברת: סרג' לנדסמן - 25 שנה לבטחון ישראל, אוקטובר 1993**

### סרג' ואלת"א

**יהודה פרנקל, מנכ"ל אלת"א לשעבר**  
סרג' החל את עבודתו באלת"א בסמוך לעלייתו ארצה, כמומחה ובעל מקצוע מעולה. כבר בתחילת הדרך, ריכז סביבו קבוצת פיתוח שהחלה בעבודה על הניצנים הראשונים בתחום המכ"ם, אשר צמחו במהלך השנים והיו לפרויקטים מערכתיים. רבים מהם מופעלים מבצעת בצה"ל ובעולם הרחב עד עצם היום הזה. גרעין אנשי המכ"ם אשר טופח על ידי סרג', התפתח והיה עם הזמן למינהל מכ"ם באלת"א, הנמצא בחזית הידע בעולם במגוון רחב של מוצרים.

סרג' הטביע חותמו על אלת"א במהלך עבודתו בה, ואף לאחר מכן, עת עסק כמומחה בפרויקטים שונים מול מערכת הבטחון. אנחנו באלת"א, ראינו אותו כ"אדמו"ר". סרג' תרם לגישות ורעיונות חדשניים והיה האוטוריטה הטכנית והממציא היצירתי, המתווה את הדרך בה נלך. התעוזה הטכנולוגית, יחד עם האחריות כלפי המפעל ואמון הלקוחות

ביכולותיו האישיות, איפשרו באלת"א לפתח בשנות ה-70 מכ"ם מוטס ומכ"ם ימי בו זמנית, משימה שאף מפעל אחר לא היה מוכן לקחת על עצמו מבחינת הסיכונים הטמונים בכניסה לאתגר בסדר גודל כזה. בפרויקטים רבים באלת"א, מהם אף כאלה המבוצעים בימים אלה, ניכר רישומו של סרג' ותרומתו בגישה הייחודית ובקידומה. יתרה מכך, בחלק מן המקרים אף הוכיח את הרעיון באופן אישי ולאחר מכן העביר את הנושא לביצוע, פיתוח מלא וייצור באלת"א, בעידוד מערכת הבטחון. התשתית הטכנולוגית שהניח סרג' באלת"א, הביאה את המפעל להיכלל בין ארבעת יצרני המכ"ם המובילים בעולם.

עבור אלת"א היה סרג' נכס ייחודי, ונתונה לו מלוא הערכתנו על תרומתו האישית הבולטת, הן למערכות ולציוד שפותחו בעזרתו והן לדורות של תלמידים שהעמיד בקרבנו. סרג' הינו דוגמה לגניוס היהודי - הממציא, מורה הדרך והמבצע הבלתי נלאה.

**נכתב על בסיס החוברת: סרג' לנדסמן - 25 שנה לבטחון ישראל, אוקטובר 1993**

### מובילות וסמכות הנדסית וערכית

#### מוטי שמואלי, מנכ"ל אלת"א לשעבר

ידידי, מר ישראל בן ארצי (סרג' לנדסמן) הצטרף לאלת"א בסוף שנות ה-60 בעת המעבר מתחזוקה ושיפורים של ציוד מכ"ם לפיתוח מערכות מכ"ם מורכבות.

כשרונותיו וניסיונו הרב בצרפת, שם היה מהמומחים הבולטים במכ"ם, העמידוהו מיד בראש המאמץ ההנדסי, כאשר הוא נותן לכולנו את הבטחון כי בידינו להתמודד עם האתגרים הטכנולוגיים המורכבים האלו.

הוא הניח יסודות איתנים לפיתוח מערכות המכ"ם באלת"א, תוך טיפוח צוות מהנדסים אשר השכיל ללמוד ולהמשיך בדרכו. עבודתו היתה עבודת צוות, כאשר השתתף אישית ובפירוט רב, הן בתכנון ההנדסי התיאורטי והן במימוש המעשי ובבחינות השילוב. הוא לא היסס לשמש דוגמה אישית ולהשקיע כל מאמץ על מנת לקדם את הנושאים וכל שיקול "אישי" ו/או "פוליטי" נדחק לקרן זוית.

זכורני, כי בעת מאמץ השילוב של המכ"ם המוטס הראשון אחרי 2000 שנה (M2001) וכדי לחסוך את זמני הנסיעה לביתו בתל

השומר, לא היסס לישון על הספסל באלת"א. כל מערכות המכ"ם הראשונות של אלת"א היו פרי מנהיגותו ההנדסית. מדינת ישראל ואלת"א חבות למר ישראל בן ארצי את ההוקרה העמוקה על הרמה הטכנולוגית הגבוהה שאליה הגענו ואת יצירת האי-תלות בנושאי המכ"ם בגורמים זרים. לא פחות חשוב מהידע המקצועי, למדנו דרכי צניעות, דבקות במטרה ומסירות, וכל זאת מאישיות רמת מעלה אשר ראתה בקידום הטכנולוגיה במדינת ישראל מטרה קדושה.

**מתוך החוברת: סרג' לנדסמן - 25 שנה לבטחון ישראל, אוקטובר 1993**

### התמחות באנטנות

#### ד"ר קלווד סמסון

היכרותי עם סרג' לנדסמן החלה מיד עם עלייתי ארצה. סרג' קיבל אותי לעבודה באלת"א, ומהר מאד התברר לי ש-90% מהפיתוחים החדשניים של אלת"א באותו הזמן הם פרי יצירתו.

אירוע קצר ואופייני מאד לסרג', התרחש שנים מספר מאוחר יותר. באותו זמן התחלנו בפיתוח של אנטנת רפלקטור עבור מכ"ם שדה תעופה. התכנון התבסס כמובן על תכנון קודם של סרג'.

בבדיקות הראשונות של עקום הקרינה בהגבהה של האנטנה (הידוע כעקום  $csc^2$ ) התגלתה חריגה מהמתוכנן שהתבטאה ב-ripple סביב העקום האופייני של  $csc^2$ . אנחנו, מתכנני האנטנה ומתכנני המכ"ם, נכנסנו ל"פניקה". "איך אנטנה" ו-"צריך לסגור את הפרויקט" היו התחושות בקרב אנשי הפרויקט.

נשלחנו להתייעצות דחופה אצל סרג'. בפנים מודאגות הצגנו לו את התוצאות ולאחר ששמע אותנו הביט רגע אחד על עקום הקרינה ואמר: "מצויין, מה אתם רוצים? אי אפשר לצפות לתוצאה טובה יותר וגם לא צריך עקומה "חלקה" יותר. כל השיחה נמשכה כחמש דקות, אולם בפרק זמן קצר זה קיבלנו שיעור מאלף מהו מומחה אמיתי ומהו ניסיון מקצועי. פגישה קצרה זו חסכה באלת"א שעות רבות של ויכוחים עקרים, של re-design ושל בדיקות.

**מתוך החוברת: סרג' לנדסמן - 25 שנה לבטחון ישראל, אוקטובר 1993**

## על אינטואיציה ולוחמה אלקטרונית

חיים ניב

הכרתי את סרג' לנדסמן במהלך שירותי בחיל האוויר. בשנת 1972 הגיעו למצרים מערכות טילי קרקע מסוג SA-6 אשר הוכרו על ידי חיל האוויר כאיום חדש על המטוסים, חמור הרבה יותר מקודמיו - הן בגלל היכולת שיוחסה לו לפגוע במטוסים בגובה נמוך מאד, והן בגלל ניידותו הגבוהה שהקשתה לפגוע בו.

חיל האוויר נזקק אז למידע מדויק על מבנה SA-6 כדי להתאים את הטקטיקה שלו וכדי לפתח אמצעי לוחמה אלקטרונית (לשיבוש). סרג' ביצע עבור חיל האוויר ניתוח של המערכת על בסיס מידע מודיעיני חלקי, בעיקר תמונות מן העיתונות ועל סמך קליטת אותות המכ"ם. הוא הגיע למסקנות מפורטות על המבנה והפעולה של המערכת כולה. הדיאגרמות ואופני הפעולה כפי שרשם סרג' באינטואיציה הנדירה שלו, התגלו אחרי מלחמת יום הכיפורים כמדויקים להפליא.

נכתב על בסיס החוברת: סרג' לנדסמן - 25 שנה לבטחון ישראל, אוקטובר 1993

## סיפור מעשה אופייני עם

### סרג' לנדסמן

שמשון גבאי (סא"ל מיל).

אני נמנה עם מעריציו של סרג'. בשנות השבעים והשמונים, בתפקידי הן בחיל האוויר והן ביחידה למחקר ופיתוח, עבדתי איתו שעות ארוכות.

סרג' העמיד את מעבדותיו ואת עצמו אישית לכל קריאה של מערכת הבטחון, תמיד מתוך רצון ומתוך אמונה בחשיבות העבודה. החזון, הרעיונות המקוריים, החשיבה היצירתית, המענה הייחודי לבעיות שוטפות, האוטוריטה הטכנית, הגאונות והמסירות ללא קץ, כל אלה אפיינו את סרג' לנדסמן ועל כך אני מוקיר את האיש ואת פועלו.

לאחר שהעלה הצעה לפיתוח מכ"ם (מורכב ביותר ורחב היקף) בעל חשיבות לאומית, ולקראת דיון להצגת הנושא אצל ראש מפא"ת דאז, ד"ר בן ציון נווה, ערכתי דיון הכנה עם סרג'. לגבי ההצגה הטכנית לא היו קשיים. כאשר הגענו להצגה הכספית

## מכ"מים מתוצרת אלת"א

ראשיתם בזרעים שזרע סרג' לנדסמן בשנות ה-70 ברוב כשרון וידע.

האנטנה של מכ"ם אורן ירוק EL/M 2080. המכ"ם פועל בתחום תדרי L ומסוגל לאתר ולעקוב אחרי עשרות טילים בליסטיים בו-זמנית בטווחים של מאות קילומטרים וכן לקיים ערוץ תקשורת אל הטילים המיירטים מסוג ה"חץ".



מכ"ם EL/M 2084 שהוא גירסה מוקטנת וניידת של מכ"ם אורן ירוק. המכ"ם מיועד להתריע ולהפעיל מערכות הגנה טקטיות כנגד רקטות בטווחים של עשרות קילומטרים.



מכ"ם בקרה אווירית ואתראה מוקדמת CONDOR מותקן על גוף מטוס בואינג 707. המכ"ם מבוסס על 3 אנטנות - אחת קדמית ושתי אנטנות צמודות לגוף מימין ומשמאל. המכ"ם מבצע סריקת אלומה אלקטרונית בציוד וסריקה באמצעות הסחת תדר בהגבהה.



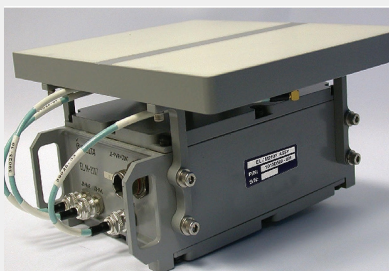
גירסה מוקטנת של מכ"ם סוקר אלקטרונית מורכב על מטוס גולפסטרים



## מכ"מים מתוצרת אלט"א

ראשיתם בזרעים שזרע סרג' לנדסמן בשנות ה-70 ברוב כשרון וידע

מכ"ם להגנת גבולות ואתרים  
מקומיים



אנטנת מכ"ם עקיבה ימי



אנטנת מכ"ם מוטס המשלבת מערכת  
זיהוי עמית-טורף IFF



גבאי. תודה גם לגבי מירי אורן שהעמידה  
לרשותי את תמונת השער מעזבונו של אביה  
מר חיים שבפל ז"ל.

לתגובות [ElyL@afeka.ac.il](mailto:ElyL@afeka.ac.il)

בחומר שכתבו עבור אותה החוברת ובהם  
שלושה מנכ"לי אלט"א לשעבר - פרופ' נינו  
לוי, מר יהודה פרנקל ומר מוטי שמואל, ו  
ואנשים שהכירו אותו מקרוב - ד"ר קלוד  
סמסון, מר חיים ניב וסא"ל (מיל.) שמשון

החל סרג' להציג את הערכותיו לעלות  
הפרויקט:

"במכ"ם יהיו כ-1000 אלמנטים. בכל  
אלמנט יהיו - מגבר הספק שעולה 10  
דולר, מזיז פאזה שעולה 15 דולר וכו'.  
נכפיל הכל באלף ונגיע למיליון דולר".  
"יומה עם התוכנה?" שאלתי. "את התוכנה  
יעשה דודו" השיב סרג' (דודו היה אמנם  
מותימטיקאי מוכשר בחברה אך התוכנה  
למכ"ם כזה מטופלת בדרך כלל על ידי צוות  
של עשרה אנשים לפחות).

בדיון אצל ראש מפא"ת ביקשתי אני להציג  
את האספקטים הכספיים, עם הפקטורים  
שלי. ראש מפא"ת אישר את העבודה  
על הנושא שהתפתח אחר כך לפרויקט  
באלט"א. מקרה זה מאפיין את חסכוניותו  
הרבה של סרג', יחד עם האופטימיות ללא  
תקנה שלו.

מתוך החוברת: סרג' לנדסמן - 25 שנה  
לבטחון ישראל, אוקטובר 1993

### מראי מקום

באופן מפתיע, סרג' לנדסמן שהיה שותף  
לכל כך הרבה פיתוחים חדשניים מסוגם,  
גם בקנה מידה בינלאומי, לא עסק ולא  
היה שותף לכתיבת מאמרים טכניים  
ו/או פטנטים. ברוב ענווה הצניע את  
עצמו והתרכז בבניית מכ"מים ואנטנות,  
בבדיקתם ובהפיכתם למערכות מבצעיות.

מראי מקום ספורים ביותר הם האתר  
הנושא את שמו בוויקיפדיה וחוברת  
שהוצאה לכבודו בשנת 1993 על ידי משרד  
הבטחון ואלט"א.

תודתי שלוחה למוקיריו שהרשו לי להשתמש