

ראיון עם אל"מ (מיל.) צמח חרות

2 במרץ 1999

פרוייקט תיעוד תולדות חיל הים

מראיין: סא"ל (מיל.) עמוס דגן

- ש. אתה בעצם התגייסת לחיל הים ב-1953, נכון?
- ת. כן. אני התחלתי בזה כשהיתה יחידה אלקטרונית ת"פ שוקה¹. אני עבדתי בתור אזרח. בשנת 1952 הייתי במשך שנה אזרח עובד צה"ל. אז אף אחד לא ידע בדיוק מה זה אלקטרוניקה, מה יצא מזה, אם יש לזה מקום תחת השמש. אז הוא אמר: בוא ניקח אותך. לפני זה הייתי בחיל הקשר. זאת אומרת בשנת 1948, כשסגרו את הטכניון וכולם הלכו לצבא אני הייתי בחיל הקשר, ואחר כך נתנו לנו הזדמנות לגמור את הלימודים שלנו. באותה תקופה גמרתי את הלימודים ואחר כך עשיתי את הבחינות לדיפלומה ואחר כך חזרתי לצבא, כי מה שהיה לנו זה היה רק חופשה זמנית. ב-1950- השתחררתי רשמית והייתי חופשי לחפש עבודה, אז האפשרות היתה למצוא עבודה בחיל האוויר שהתעניין בנו מאוד, והיו כמה אנשים שהגיעו אז לחיל האוויר, ומי שהתעניין בחיל הים היו שניים - ידידיה צפריר ואני.
- ש. אתה באת יחד עם ידידיה צפריר?
- ת. כן. ידידיה צפריר היה כבר קודם בחיל הים, זאת אומר הוא היה כבר ב-1948 בחיל הים, כשאני ב-1948 הייתי בחיל הקשר.
- ש. גם ידידיה היה ת"פ של צב"ץ².
- ת. לא. של שוקה. הוא עסק בהעפלה בשירות החובה שלו ב-1948. אחר כך היחידה הטכנית היתה ת"פ של יהודי בשם טד רוסק. אנחנו ישבנו לא במנזר אלא בבניין המגדלור של סטלה מאריס. שם היו גם כל אנשי המבצעים. אוטו שטראוס למשל היה אחראי על הקשר, על המורס וכן הלאה. יש חלק שהוא פרה-היסטוריה גם בשבילי בהתחלה, אז לא אדבר על זה, כי אני יודע על זה בדיוק. אולי צב"ץ יודע יותר טוב. יש להניח שהוא יודע יותר טוב. בעצם הוא קיבל אותי לחיל הים. אני הגעתי לחיל הים וקיבל אותי שוקה. אני זוכר אז שאפילו נתקבלתי לחיל הים וחיל הים איפשר לי לעשות את בחינות הדיפלומה במסגרת הקבלה שלי. בשנים האלה מ-1952 עד 1953 עשיתי את הדיפלומה, קיבלתי את העבודה בתור אזרח עובד צה"ל. שנה אחת עבדתי בתור אזרח ואחרי זה חתמתי לקבע ב-1953. חתמתי לשנה שלמה בקבע. בגין החתימה הראשונה הייתי בקבע מ-1953 עד 1954.
- חשבתי לדבר קצת על הנושא איך נולד הפיתוח בחיל הים, ואולי על הפילוסופיה שהיתה בחיל הים, להבדיל ממה שהיתה בחיל האוויר, וזה למעשה מה שהיה במשך הרבה שנים אחרי זה. ההבדל הגדול בין חיל הים וחיל האוויר הוא בזה שחיל האוויר היה מסוגל למצוא פתרונות במסגרת הארסנל שהיה בחילות האוויר שהוא עבד אתם, ובראש וראשונה חיל

¹ שוקה מקובר, מפקד היחידה האלקטרונית

² רס"ן צבי בן צור, ר' המדור הטכני היחידה האלקטרונית

האוויר הצרפתי. החל בזה שאמנם המכ"ם של חיל האוויר היה בסטלה מאריס וזה היה מכ"ם ימי, SM-1. חיל האוויר בסטלה מאריס זה אפוא שהיום זה השיכון. שם היה מכ"ם SM-1 והוא עבד כל זמן שאפשר, עד שחיל האוויר קיבל את האפשרות לקנות מכ"ם ואז הוא קנה מכ"ם נייד שקרא לו RAMOBIS (Radar MOBILE Israel) מוביל ישראל והתקין אותו שם וזה נתן את ה-early warning לאזור הזה. אבל זה שייך לחיל האוויר. מאז, כל הזמן, מכיוון שחיל האוויר נשען די הרבה שנים באופן אקסקלוסיבי על צרפת, אז הוא קיבל מהצרפתים מערכות, מידע וביסס את עצמו על עבודה עם הצרפתים ועל מערכות שקיבל מהם, למעשה עד השבר הגדול עם צרפת. נאור³ נסע הרבה לצרפת בעניין מכ"ם. ל"א עוד לא היה אז.

ש. ההבדל היה בעוד משהו: חיל האוויר היו לו כמויות יותר, כל הזמן. אצלו היו תמיד כמויות

יותר גדולות. נדמה לי שחיל האוויר התחיל להתבסס על הצרפתים רק בסביבות 1955-1956.

ת. אני מדבר על אותה תקופה שבה היו למעשה העסקות הראשונות של המטוסים. אבל בעניין זה לא כדאי לסמוך עלי.

ש. הייתי אז בחיל הים על המשחתות ואני זוכר כשהגיעו הווטורים⁴, יצאנו לים להיות שם

באמצע אם קורה משהו. זה היה ב-1956. אני חושב שהמטוסים הצרפתים לחיל האוויר

התחילו להגיע לפני מבצע קדש, בתחילת/סוף 1956. בסוף 1955 התחילו יחסי רכש

הרציניים. חיל הים, עד כמה שאני זוכר, היה בעצם, עד רכש המשחתות, אוסף של אוניות

שקנו מכל מיני מקורות שונים, שלא בדיוק היו אוניות מלחמה, בו בזמן שחיל האוויר רכש

מטוסי קרב כמטוסי קרב. האם אני צודק?

ת. אתה צודק ואתה ממשיך את זה באופן הכללי למה שאני אמרתי באופן ספציפי לגבי ציוד

אלקטרוני. לנו בחיל הים היו לנו כל הזמן "מציאות", junk, ודברים כאלה. הרבה זמן לקח

לנו עד שיכולנו לעשות רכש באופן מסודר, וגם אז, אם אתה זוכר, כשאתה היית בצוללת⁵,

אז גם בצוללות, אנחנו אמנם קיבלנו את הצוללות מהבריטים, אבל לא קיבלנו מערכות

מושלמות. היינו צריכים להתדיין על כל פריט ופריט. מתי זה היה?

ש. ב-1958. את ה-S קנינו ב-1958.

ת. אם נחזור לנקודה שיצאנו ממנה, הבעיה היתה שכשחיל האוויר רכש אם זה היה קודם

"ווטור", או אחרי זה ה"מיסטר" או אחרי זה ה"מיראז", הוא רכש משהו שיכול היה

להישען על פיתוח שנעשה בחיל האוויר הצרפתי ושאיפשר לנו רכש מערכות שפחות או יותר

איפשרו לנו לקבל ראשית את הציוד ושנית את התו"ל (תורת לחימה) שלהם מבחינת סדרי

גודל של המערכות ויכולתן. זה נתן לנו את האפשרות פחות או יותר להיכנס לנעליהם של

הצרפתים במידה נוחה מאוד ובמידה שהיתה מאוד חשובה ושאיפשרה לנו פונקצית מדרגה.

לא כן חיל הים. חיל הים היה יותר מדי קטן בשביל כל צי שהוא שאפשר היה לדבר עליו.

אפוא היה לנו צי שיכולנו להשתוות איתו? הצי האינדונזי אולי, אבל זה לא היה כל כך עוזר

³ אלי"מ יוסף נאור מחיל האוויר. 2 פרסי ביטחון ישראל

⁴ מטוס מפציץ-קרב צרפתי

⁵ צוללות S מעודפי מלחמת העולם השנייה, תנין ורהב, נרכשו בבריטניה באוקטובר 1958

לנו. ולכן עיקר העבודה שלנו היתה עבודה של לקיחת building blocks, לקיחת ידע שקיים ופיתוח, ולכן הפיתוח בחיל הים, ובזה ההבדל הגדול ביותר בין מה שהיה אז בחיל הים ובין מה שהיה בחיל האוויר – פיתוח של חיל הים פותח עבור חיל הים הישראלי בממדים של חיל הים הישראלי, tailor made. דבר שלא היה בחיל האוויר.

אני רוצה להזכיר כאן משהו שהיום כבר לא זוכרים אותו כל כך. שואלים אותי לפעמים: "לפי מה התחלתם לעבוד? זאת אומרת, לפי מה נכנס לכם לראש שאתם צריכים לעשות את זה ואת זה ואת זה?" והתשובה היא: לפי brain child של אנשים, כאשר זה היה יותר טוב או פחות טוב, אבל זה היה הסכום של הדברים שהיו.

מה שהיה טוב לנו אז, זה שעבדנו בחיפה. היינו כולנו חיפאים, כל חיל הים היה בחיפה, ולכן קיבלנו את היכולת להישען על מכוון 3, רפא"ל כפי שזה נקרא היום, והם הלכו וחיפשו פרנסה. חיל הים היה בחיפה ורפא"ל היה בחיפה. אני מתחיל מקודמי, שזה עוזיה גליל, שהגיע לרפא"ל והתחיל לעשות שם עבודה שקראו לה אז "בקרת אש לפריגטות".

ש. בקורס הקצינים החילי שעברתי עוד למדתי את המערכת הזאת בפריגטות. את ההפלגה ואת האימונים עשינו על הפריגטות.

ת. מה בדיוק ידענו? לא ידענו שום דבר. ידענו שיש לנו מכ"ם. זה שהמכ"ם היה אפילו בקנה מידה של אז מאוד מאוד חלש, מכ"ם עם הספק שיא של 50 קילוואט, עם אורך פולס של 2μ, וזה היה אורך פולס מאוד ארוך, אז למעשה זה היה מרכז של פיתוח ולמידה, ללמוד להתגלח על הזקן של חיל הים, וחיל הים היה כזה שהיה נאלץ לתת את זה, כי לא היתה לו אלטרנטיבה, זאת אומרת לא היה דבר כזה כמו שנעשה היום בצורה מסודרת לדרוש משהו, לשבת עם אמל"ח⁶, לראות אם זה נכנס או לא נכנס ואחר כך ללכת ולעשות פיתוח ראוי לשמו. זה לא היה כך. יש דבר כזה, יש רפא"ל שמוכן לעבוד על זה – שיהיה ברוך. מבחינת מקורות כספיים, גם אף אחד לא ידע אז שזה יעלה ככה או ככה ואמל"ח יתן ככה וככה והעסק הזה יהיה תחת ביקורת.

ש. לא רק על הצד הכספי.

ת. כן. אתה לא ידעת על זה אולי. רק שזה הלך בתור הקצבות מקשתי⁷ למערכת רפא"ל, ורפא"ל עבדה לפי הקצבות שרצו לתת להם.

היה חיסרון אחד יסודי לעבודת הפיתוח שנעשתה אז, שכאשר גמרו את הפיתוח – גמרו את הפריגטות, זאת אומרת יצאו לניסויים. היה צריך לקחת מכ"ם חיפוש ולקחת את מכ"ם החיפוש הזה ולהשיג ממנו דיוקים של מכ"ם בקרת אש. מבחינה טכנית זאת היתה יופי של עבודה. מבחינת לוח זמנים הפיתוח נגמר כשנגמרו הפריגטות.

ש. מבחינה טכנית בקרת אש היתה במשחתות בסדר גודל יותר מתקדמת ממה שעשו במערכת ההיא.

ת. זה לא מדויק, מפני שמה היה לנו? היתה לנו מערכת 285⁸, שזאת מערכת שלא שווה פרוטה.

⁶ מחלקת אמל"ח, הממונה על גיבוש הצרכים המבצעיים והפתרונות להם.

⁷ משה קשתי, מנכ"ל משרד הביטחון

⁸ מכס בקרת האש במשחתות Z, מדידת כיוון בשיטת מיתוג אונות

- ש. אתה מדבר כרגע על הצד המכ"מי. במשחתות היו 293 מכ"ם חיפוש⁹ ו-2851 מכ"ם בקרת אש. בפריגטות היה לנו S-10¹⁰ שהוא היה גם החיפוש וגם בקרת האש, הכל ביחד.
- ת. הוא לא היה בקרת אש, אלא שרפא"ל עשה ממנו משהו כזה.
- ש. הוא שימש גם כפונקציה של בקרת אש. אתה עצרת את האנטנה והפכת אותו ל-R Scop, או A Scop. המערכת היתה שאתה ישבת וסובבת את הידיות כל הזמן ממחוג למחוג. במשחתות זה היה יותר מסודר. המערכת בו נבנתה כמערכת.
- ת. כן. אבל מבחינה זו של ה-2851 היה מכ"ם של 600 מטר.
- ש. לא. הוא היה עובד על מיתוג אונות (Beam Switching).
- ת. 293 היה מכ"ם החיפוש והוא היה לא רע. כאמור, זה משהו שכבר קיבלנו מה שהיה קיים אצל הבריטים. בתור מכ"ם חיפוש זה עבד והיה בסדר, אבל בתור מכ"ם בקרה זה היה hopeless.
- ש. אז מה שאתה אומר שעשו את בקרת האש.
- ת. באותו זמן אתה עשית עוד כמה דברים בחיל הים.
- ת. אני אגיע לזה יותר מאוחר. נמצה את הדבר הזה. אז עוזיה גליל¹¹ השתחרר מחיל הים והתחיל לבנות את "אלרון" שלו, וטבעי היה שהוא גם מצא בחיל הים שהיה בחיפה אפשרות לפתח את הדבר שלו, וכך "נולד" הפיתוח של חיל הים. מכיוון שהוא השתחרר והגיוב של פיתוח הוא משא נפשו של כל מהנדס אלקטרוניקה, אז אני החלפתי אותו ואני קיבלתי את התפקיד. זה היה אחרי שחזרתי מהעבודה של ה-Overseeing באנגליה¹², אז היה לי גם ידע ממה שקיים שם.
- כשאני מתחיל עכשיו לדבר על הפיתוח בחיל הים, אני רוצה לספר על עבודה מסוימת שעשיתי למעשה יותר מוקדם. קצת קשה לי לתת עכשיו מה מוקדם ומה מאוחר בתורה, אבל זה לא כל כך נורא.
- הסיפור היה שכאשר אני חתמתי על קבע, המקום הראשון שבו נתקבלתי לעבודה היה אמנם יחידה אלקטרונית אבל זאת יחידה אלקטרונית שהיתה לה בעיה לפתור, וזה בעיה של קשר בסירות הנפוצות של שייטת 13. אז הציבו אותי, לא פיסית, כי פיסית הייתי שייך לאלקטרוניקה, זאת אומרת ת"פ של שוקה ושל צב"ץ, אבל הבעיה שהיה צורך לפתור אותה, זה היה בעיה של קשר של הלוחם בסירה. הסירות האלה הן מתועדות ומדברים עליהן די הרבה. אלה סירות של לוחמים ועל הסירות האלה גם זוכה בשעתו יוחאי בן נון על גיבור ישראל.
- ש. סירות הנפץ.
- ת. כן, סירות הנפץ. אבל בסירות הנפץ האנשים היו צריכים לנתק את עצמן, ובסירות האם היה צריך לאסוף אותם ולהביא אותם בחזרה. הלוחמים חיברו את עצמם אליהם והיה צריך אחר כך להתחבר בחזרה אל הגוף העיקרי. התפקיד שלי היה למצוא פתרון לבעיית הקשר.

⁹ מכס חיפוש בתחום S

¹⁰ מכס חיפוש ובקרת אש בתחום S מעודפי ציוד אמריקאי מאמצע מלחמת העולם השנייה

¹¹ אז סרן עוזיה גליל, אחר כך מייסד אלביט ואלרון

¹² פיקוח על שיפוץ משחתות בבריטניה

איזה מכשיר קשר לקחתי אז? מכשיר קשר שאתה מכיר אותו בשם מק300-. בזמנו קראו לו מק20-, זה מכשיר שחיל הקשר קיבל, זה מכשיר ה-FM הראשון שנוצר בכלל, ואני לקחתי אותו בתור משהו שאפשר יהיה עליו ליצור את הבסיס של הקשר בתוך השייטת.

השייטת אמנם כבר היתה אז בעתלית, אבל החלק הטכני שלה היה ביפו. בעל הבית שלי היה מי שקראו לו אז מאירקיה הסוס¹³, ועוד אחד שאני חושב שהוא היחידי היום שאתה עוד יכול לדבר אתו על זה, שהוא גם שכן שלך, זה הרצל לבון וחיים שחל.

אמנם הייתי מוצב ביפו מטעם שייטת 13, אבל את העבודה עשיתי בבמצי"א¹⁴ (שהיתה אז בקישון) כך שהייתי פחות או יותר נייד וחופשי. מה שעשיתי אז זה לקחתי את המכשירים שקיבלנו בתור השאלה מחיל הקשר, כי לחיל הים אף פעם לא היה מק300- משלו, והתאמתם אותם לעבודה על הס"ה (סירה הנפיצה). מה זאת אומרת התאמתם? אני עוד פעם חוזר לסיפור הזה איך שאף פעם לא היה לנו דבר משלנו. לקחנו מק300-, כי זה היה המכשיר היחידי שאיכשהו התאים מבחינת הממדים שלו לעבודה בתוך הס"ה, ועל העסק הזה היה צריך לקבל את הקשר. לא היה שום מתקן של התאמת אנטנה, ואני הייתי צריך לבנות מתקן של התאמת אנטנה, כשלא ידעתי שום דבר, כי כמו שאתה אומר לא ידענו אז כלום. לקחתי את המק300- ובניתי לו מתאם אנטנה. עשינו דברים שלא ידענו מהם כלום, מתוך cut and try. זה היה פחות או יותר הלימוד שלי. עם המערכת הזאת התאמנו אותה על הס"ה. זה מצא חן מאוד בעיני מאיר, ולמעשה אפשר לומר שזאת היתה הבחינה שלי, או הצורה שבה אוכיח לשוקה ולצב"ץ שאני שווה להם. אני זוכר שלימים ראיתי מכתב בין הניירות של מפקדת קצין אלקטרוניקה, שאחרי שאני גמרתי את העבודה צב"ץ כתב לשוקה מכתב ובו כתב: "קצין אלקטרוניקה שייטת 13 הוכיח את כישוריו הטכניים". אני בניתי יחידת תיאום לאנטנה Matching unit, שבכלל היתה מנותקת מהמכשיר. המכשיר יצא עם אימפדנס מי יודע איזה, גם לא היה לי איך למדוד אותו, אבל עם המכשיר הזה היה צריך להוציא את המקסימום שאפשר. אי אפשר להציג output לאנטנה מספיק טוב למערכת שלמעשה בנויה לזה שהיא תעבוד באנטנה קטנה מחוברת למכשיר. אז ניסיתי באופן אמפירי לבנות מערכת RC כזאת, שתעשה איזה אנטנה Matching unit. זה לא Ground plan.

ש. אנטנה על תורן יותר גבוהה עם יחידת תאום כמו שהיום עושים לכל האנטנות.

ת. כן, אבל לא ידעתי את כל המילים האלה. כמו שאני אומר היום שלא היה לי מושג מה שאני עושה. איכשהו זה עבד. מכיוון שזה לא היה Broad Band, אז ברגל של האנטנה היה מתג עם 4 מצבים, שבסך הכל היה מפסיק של חיבור של RC, פעם אחת, פעם שנייה, פעם שלישית, פעם רביעית, שהביאה איזה שהיא אופטימיזציה והביא output לאנטנה במידה שהיה צריך לעשות אותה. זה היה הדבר שנתן את האפשרות להתקין את המערכת הזאת בספינה.

¹³ אברהם מאיר?

¹⁴ במצי"א = בית מלאכה לציוד אלקטרוני

למה זה מוקדם למאוחר? כי את כל זה עשיתי כשעדיין הייתי אזרח. כפי שאמרתי זה היה הפרוייקט שלי כאילו. כשאני סיימתי את הטכניון ב-1952 בסך הכל לא ידעו שום דבר באלקטרוניקה. הפרוייקט שלנו בטכניון היה טרנספורמטר הספק.

ש. בתקופה שאני גמרתי אלקטרוניקה קראו לי להנהלת הפקולטה לשאול אותי למה אני הולך לאלקטרוניקה, כי אין לזה ביקוש בארץ, אין לזה עתיד.

ת. אני התחלתי עוד ב-1952, המגמה הראשונה, וקרפונקל¹⁵ היה האורים ותומים. אחר כך בא עוד יוסלביץ¹⁶, שהיה אורים ותומים בריבוע.

אחרי זה בא חיים שחל, והוא היה ילד פלא, ואתה מכיר אותו היטב, הוא למד במחזור שלך. ואז הוא אמר שאין שום בעיה לקחת מכשיר הרבה יותר גדול מהמק-300, כי בזמן מאירקיה הסוס אני הייתי צריך לתת דו"ח על כל שני גרם, וכל שני גרם גמרו את היכולת של המכשיר. כשפגשתי את חיים שחל, נפתחו העיניים. חיים שחל אמר: זה מה שמאירקיה אומר, אבל זה לא מה שקורה. אז המש"ט היה איזי רהב בסיבוב הראשון שלו. חיים שחל אמר לי: זה מה שהוא אומר ואני אומר לך שזה יכול לתת הרבה יותר. ואז בא למעשה הרעיון הראשון לקחת ולשים מ"נ¹⁷. בזמן מאירקיה הסוס לשים שם מ"נ היה בערך כמו לשים מכשיר קשר של משחתת. זה היה דבר נורא. אי אפשר ולא בא בחשבון. חזרתי לנושא הזה כי מבחינת תאריך זה היה לפני הסיפור שעליו דיברנו, על המכ"ם. קשה לי למרכז את העניין הכרונולוגי ולוח הזמנים. למה אני זוכר שזה בלוח הזמנים הזה, מפני שכאמור זה מה שנתן לצב"ץ לתת את האפשרות להגיד לשוקה: תלך עליו. זה משהו שזה טוב, למרות שאנחנו רואים שהוא לא יודע טוב. וזה היה נכון – לא ידעתי כלום ב-1952. כמו שאתה אומר: לא ידענו כלום ולא ידענו מה זה אלקטרוניקה, ואף אחד לא ידע מה זה אלקטרוניקה. על ... רצו ממני לעשות – אז עשיתי את זה הפוך. R אפוא שהיה צריך להיות ה-C ו-C אפוא שהיה צריך להיות ה-R.

ש. אז מה? אז הפכת את זה.

ת. אבל זאת בורות. היום אולי אני יכול לעשות אותו דבר, כי היום בינתיים שכחתי כל מה שאני יודע. היה קשה מאוד.

ש. אחרי שעשית את העבודה הזאת נסעת לאנגליה, או שעשית עוד משהו אחר?

ת. אני לא זוכר.

ש. נסעת לאנגליה וגם שם הטבעת את החותם שלך, מפני שבאנגליה אתה שינית חלק מהמאפיינים של המשחתת.

ת. באנגליה באתי ואמרתי: יש כמה מערכות דיבור ציבוריים, מד"צ כפי שקראנו לזה אז. בואו נחבר אותם עם מערכות הכי פשוטות. היום כשאתה מדבר על זה, אתה לוקח כמה מערכות ומחבר אותן. כך שכשאתה לוחץ את המתג במקום אחד, אז זה נותן חיבור אחד, ובמקום

¹⁵ מרצה בטכניון בשנות ה-50 - להתקני אלקטרוניקה

¹⁶ מרצה בטכניון בשנות ה-50 - להתקני אלקטרוניקה

¹⁷ MN-5 מכשיר קשר תג"ם FM מעודפי הצי האמריקאי

אחר זה מחבר מערכות אחרות. היו כמה מערכות במשחתות שהיו בלתי תלויות אחת בשנייה, ממש independent. היתה מערכת לטניץ¹⁸ ועוד.

ש. היתה מערכת לנשק של התותחנות, AB-Armament broadcast, היתה מערכת שהיתה של כולם PA - Public address system, והיתה רשת טניץ ואיני יודע אם היו עוד רשתות.

ת. לא. זה ממצא. אני לקחתי אותן וחיברתי ביניהן, כך שבסך הכל כשאתה נמצא ליד הגשר אתה מקבל אפשרות לעשות קומוניקציה בכל המשחתת. בחיל הים היתה אז יראה דתית מפני היכולת לשנות משהו במשחתת. ממש יראה דתית. אני לא יודע איך היתה לי החוצפה בכלל ללכת ולעשות משהו. שמעתי אחרי זה איזה רכילות שבשלב מסוים ישבו בחדר האוכל של המשחתת ודיבר אדם עינב¹⁹ עם הקצינים ואמר: "אסור לגעת בשום דבר שהבריטים עשו. הנה חרות צמח חשב שהוא חכם גדול והוא "התחרבן" נורא. לא "התחרבנתי", מפני שבסך הכל המערכת עבדה והיתה בסדר גמור גם כשאתה הייתה קצין אלקטרוניקה של המשחתת, אבל את זה למדו רק יותר מאוחר.

ש. מה שאני זוכר שעשית זה מערכות ה-KHC הרי קודם לכל יחידה היתה יחידת שליטה מרחוק שהיתה מדברת בנפרד. אתה נתת את היסוד, שאחר כך עשינו את אותו הדבר בסטיילים, שאמרת: יש לי יחידה שליטה מרכזית אחת שאני ממנה יכול למתג את מכשירי הקשר.

ת. לא היה לי. אני עשיתי אותה.

ש. זאת אומרת זה מה שאתה עשית. אמרת: יש יחידה שאתה באמצעותה יכול לבחור מכשיר א', מכשיר ב', או מכשיר ג'.

ת. נתתי לבריטים תרשים של קופסת ה-KHC הזאת. זה דבר הכי פשוט בעולם, אבל בשבילם זה היה Witchcraft. אתה גם שמעת מה שאדם עינב אמר?

ש. לא. על ה-KHC הוא אמר שזה צמח עשה וכשפעם נשרפה לנו קופסה אחת אז הוא אמר: הנה אתם רואים מה שצמח עשה? שום מערכת לא עובדת. היתה לנו קופסה Spare והחלפנו את הקופסה.

זה היה רעיון גדול והיה עם המון חיוט. אז עשו את זה עם המון חוטים.

ת. זה מה שהיה באותו זמן. זה התחיל אז באמת את מערכת המד"צ - מערכת דיבור ציבורי, שבסך הכל אצל האמריקאים כבר היתה מזמן. פשוט הבריטים פיגרו אחרי האמריקאים.

ש. איך עלה לך הרעיון עם ה-KHC?

ת. בדגם החדש יותר של המשחתות שכבר היה אז בייצור אצל הבריטים, אני לא זוכר אם זה היה Daring class או משהו מתחת לזה, אבל היה דבר כזה. לנו אמרו: תקחו מה שיש as is, אז לקחתי את זה והתאמתי את זה. זה לא רעיון גדול. זה הכל דברים סופר פשוטים אבל זה לא היה.

¹⁸ טניץ - טורפדו, נגד צוללות

¹⁹ רס"ן אדם עינב, קצין החשמל של אח"י יפו בבריטניה

- ש. לפני זה, אם אתה זוכר, לכל מכשיר היתה לו הקופסה שלו.
- ת. בוא לא נצחק מהבריטים, שעשו את המשחתות האלה באמצע המלחמה, כשהברירה בפניהם היתה To be or not be? ובשביל זה זאת היתה עבודה גדולה מאוד. אחר כך, אחרי המלחמה היה להם קצת זמן אז עשו Daring שהיתה המילה האחרונה.
- ש. ה-Daring class היתה באמת אנייה יפה מאוד.
- ת. אני חושב שהיום היא כבר לא בשימוש.
- ש. היא כבר יצאה משימוש.
- ת. אולי העובדה שאני באתי מהסביבה של עוזיה גליל עם מערכת בקרת אש, נתן לי את ההעזה: בואו ניקח משהו שקיים ונתחיל לשפר אותו, ובלי ספק זאת היתה עבודה טכנית יפה.
- ש. זה מה שעשית במשחתות באנגליה.
- ת. אני הייתי הקצין הטכני של המשחתות, ואתה יודע יפה מאוד מה זה, כי אתה היית הקצין הטכני של הצוללות.
- ש. קודם כל להעביר את כל הידע ארצה שאפשר יהיה לעשות את זה אחרי כן בארץ.
- ת. כן. פלוש²⁰ היה הטכנאי שלי כאשר עשינו את ההתקנה של ה-Kelvin Hughes²¹, ואחר כך, כשראו ב-1956 כשפתאום עם קלוין יוז כן רואים נפילות, כשעם ה-285 לא רואים שום דבר.
- ש. אז הוספת את הצג והפכת אותו לבקרת אש. איך קראת למערכת הזאת?
- ת. צג"ר.
- ש. שזה בעצם R Scope.
- ת. לקחתי את ה-Kelvin Highes והשתמשתי בו כמכשיר תצפית נפילות. בזה התחיל עוזיה גליל.
- ש. האנטנה הסתובבה ואתה לקחת רק את הקטע של הנפילה כדי להציג אותו על ה-R Scope, ולכן אתה רואה אותו פעם per סיבוב. זה צריך להיות צג עם persistence מספיק גדול בכדי שאפשר יהיה לראות את הנפילות.
- ת. כן. זאת עבודה שבה התחיל עוד עוזיה גליל עם משה ראובן, ואחר כך עוזיה גליל עזב, משה ראובן המשיך יחד אתי ואנחנו עשינו את המערכת הזאת. אחר כך היה לי שיפור גדול, כי בכל זאת מערכת מסתובבת היא לא מספיק טובה, ואז עשיתי את ה-slaving של ה-Kelvin Hughes למכוון ואפשר היה לקבל מהמכוון, וזה מה שעשו לי במכון 3.
- ש. אבל לקחת מכשיר Kelvin אחר, ולא אותו מכשיר Kelvin של הניווט.
- ת. אותו Kelvin של הניווט. לא היה עוד Kelvin אחר.
- ש. אבל האנטנה של ה-Kelvin הרי לא היתה אנטנה עם מערכת סרבו.

²⁰ רסי"ר פלד שמעון

²¹ מכס ניווט מסחרי, דגם 2C בתחום X

- ת. אז זה מה שעשה לי המכון. וייסליצר ונרי שנידור עשו שינויים בתוך מערכת הסרבו. שינו אותה כך שאפשר יהיה לקחת את ה-Kelvin ולהפוך אותו ממכ"ם ניווט מסתובב 360 מעלות למכ"ם שהוא משועבד למכוון.
- ש. אז רק את האנטנה. לא היה צריך שום דבר אחר.
- ת. לא. את כל מערכת הבקרה ואת כל מערכת התצוגה גם.
- ש. התצוגה של ה-R Scope, אבל התצוגה של ה-PPI, אתה לא רואה PPI.
- ת. אני לא רואה PPI. אני לא יכול לראות את זה. אבל זה מה שזה עשה. אנחנו יצאנו לים עם שבתאי²² בתור מפקד הניסוי ואז אתה רואה פתאום שבסך הכל מה שפגזו 4 וחצי אינץ' מוציא זה הרבה מים, ואתה רואה את זה היטב ולטווחים גדולים, ואז למעשה זה רק הפך למכ"ם בקרת אש טוב.
- ש. אם אתה זוכר, הרי בשנים האלה עוד לא ידענו בדיוק את נושא הפרופוגציה על המים. לא ידענו את ההבדל ברגישות בתחום L ובתחום S ובתחום X.
- ת. ידענו. ברור שידענו, כי עובדה שה-X שלנו היה פותח עיניים.
- ש. אבל אתה זוכר שכשקנינו לאניות את ה-S כשלא היה לנו את הנפטון²³.
- ת. אתה מדבר על תקופה אחרת.
- ש. כן. אז ראית שבעצם את ה-S בגלל הפרופוגרציה הרבה לא ראינו, למרות שההספק שלו וכל הפרמטרים היו יותר גדולים. לחוף הוא התאים כשהוא היה מספיק גבוה.
- ת. מה שקרה שכהחבריה התותחנים ראו את ה-285 - ראו שזה לא טוב וכשהסתכלו על ה-Kelvin, למרות שהוא מכ"ם ניווט רגיל והמשיך לעבוד בתור מכ"ם ניווט רגיל, אתה רואה בו יותר - אתה רואה את הנפילות. ואז אמרו לי: בוא תיקח את מה שמראה לי ה-Kelvin, ותעביר לנו אותו בתור צרכני משנה. אנחנו התותחנים נתחיל להשתמש בו פה. זה היה משה אורן²⁴ שהתחיל לעשות את זה, ושבתאי וקצת גם יהודה איגרא²⁵.
- זאת היתה העבודה הגדולה שאני חושב שבסופו של דבר הם נהנו ממנו הרבה. לא שמתי עוד מכ"ם. זאת טעות שלך. זה אותו מכ"ם הניווט, רק שאנשי הגני"ק²⁶ הסכימו לוותר על העסק שלהם, על השימוש של ה-Kelvin Hughes להם, כאשר בדבר הזה תלוי בקרת האש של הספינה.
- ש. בזיכרון שלי היה שבראשית שנות השישים הוסיפו עוד אנטנת KH מעל ה-285.
- ת. לא. זה רק נדמה לך.
- ש. היה לי רושם שמעל ה-285, מעל המכוון, שמו אנטנה נוספת ואז זה נתן את הכיוון.

²² אלי"ם שבתאי לוי

²³ מכס צרפתי בתחום C שהותקן בסטי"לים מסדרת סער 2 ו-31

²⁴ אלי"ם משה אורן

²⁵ ס"אל יהודה איגרא

²⁶ גני"ק = גילוי, ניווט, קשר

- ת. לא. ה-285 חי בזכרון כמכ"ם בקרת אש, שעומד ומסתובב, אבל אנטנת ה-KH היתה כל הזמן מסתובבת. אנטנת KH היתה על התורן. לא היתה עוד אנטנה. באיזה שהוא מקום הייתי עולה להם על העצבים, שאני הולך ובונה להם משחתת חדשה.
- אני זוכר שזאת היתה גם הפעם הראשונה אז שיצאתי לים וראיתי איך עושים את הירי. שבתאי היה מפקד הניסוי. הוא עמד ואני מסתכל עליו. והוא אומר מילה בשקט גמור "אש!" ויורים מה-4 וחצי אינץ'. ואז זאת פעם ראשונה שראיתי באמת נפילה. שראיתי איך עולה נד גדול.
- ש. היית אתו באנגליה כששבתאי היה קצין תותחנים.
- ת. אבל אז לא היה R Scope וכל העסק הזה. כאמור, ה-R Scope התחיל עוד בעבודה הזאת שהתחיל עוד עוזיה גליל. בעסק הזה לקחו את המכ"ם כמו שהוא והוציאו את הנתונים בזמן שאתה פותח שער ובשער הזה אתה מסתכל מה שקורה אז בנפילה. העצירה איפשרה פי 50 אינפורמציה.
- ש. ברגע שאתה עוצר אתה מקבל את האינפורמציה לאין ערוך יותר טובה.
- ת. זה מה שהיה. הם מצאו את זה והיו מבסוטים מאוד. כל מה שבבילנו זה טריוויאלי שבבילם זה היה Witchcraft.
- ש. באותה תקופה גם בבילנו זה היה הישג גדול.
- ת. במידה מסוימת כן. אם תשאל אותי: איך הגעת לזה שעשית עצירת אנטנה? אענה לך: ככה. הגעתי לעצירת אנטנה. שאלתי את גדולי מכון 3, את וויסליצר שהיה איש הסרבו ושלקח את נרי שניידור שהיה איש החיל גם, ושמנו, ועשינו את העסק הזה.

צד ב'

המערכת הייתה מאוד מאוד יפה. זה היה מה שעשה עוזיה גליל יחד עם אנשי רפא"ל - זה היה לבנות מערכת אלקטרו-מכנית שתלמד את קצב שינוי הטווח של משחתת-מטרה. תפתח שערים במקום הנכון ותקבל את המקסימום שאפשר להוציא. זה משהו שקצת נהפך ל-obsolete ברגע שנתנו לי לעצור את האנטנה, אבל לפני זה זאת היתה יחידה יפהפיה מבחינה מכנית. בנתה אותו חברה בשם "מוקד", וזה נתן לי את האפשרות לפתוח את השער ולעשות מקסימיזציה של האינפורמציה בתנאים המסכנים שישנם, שבביל מטרה שלא שבבילה הוא מתוכנן מלכתחילה, אבל זאת היתה המטרה, וזה היה למעשה משהו שנלקח מתוך הצג"ר שנבנה, שגם כן אף אחד לא עצר את ה-K.H. שבביל זה.

דבר דומה לזה עשו שבבילי עבור ה-Kelvin Hughes. לקחת את ה-Kelvin Hughes, לפתוח שערים בזמן הנכון ועל ידי כך לאפשר לראות את הנפילה. אני לא חושב שיש היום בחיל הים יחידה כזאת. יש במימי מצרים המערכת שהיתה באח"י אילת.

- ש. מה שאני זוכר שאכן שיפרת את טווח הקשר של המ"נ.
- ת. זה היה משהו אחר לגמרי. כבר הדגשתי את העניין הזה שאף אחד לא אמר לי מה לעשות. לקחתי ועשיתי דברים, כי היה נראה לי שזה טוב. אני כבר זוכר איזו שנה זה היה, כי זה היה 1956. באותה שנה קיבלו עדיפויות לשנות דברים ואז המ"נ, שהוא מכשיר שנבנה על ידי

חברת "לינק", החברה המפורסמת שבונה סימולטורים. אבל הדבר היחידי שהיא עשתה באזור קשר בכלל, ובאזור קשר ²⁷ FM בפרט היה לבנות את המכשיר הזה של חיל הים, בשביל חיל הים האמריקאי, שקראו לו MN-5. אנחנו קיבלנו כמה מכשירים כאלה והם היו טובים. אתה עוד ודאי זוכר איך שהוא נראה.

ש. קופסא שחורה. היית צריך לכוון כל הזמן את ה-IF-ים. היו רק 2 תדרים שיכולת לבחור תדר אחד. הייתי מכוון את ה-IF-ים בסדר, עם הטיונרים, שתראה בדיוק איך לכוון. זה היה כיוון ידני.

ת. זה היה מכשיר של שני גבישים. זה הכל. זה מאוד התאים לאנשי חיל הקשר, שאמרו: יופי, חיל הים בסך הכל שלא ייכנס ל-FM. אין לו מה לעשות ב-FM. זה לא שלהם. הם לא מבינים בזה. כשהם צריכים FM קשר אנחנו ניתן להם. בואו ניתן להם את המכשיר הזה, שיש לו בסך הכל 2 תדרים, נדמה לי באזור 39- מגה-הרץ, עם האפשרות לעבור מאחד לשני. וכמו שאתה אומר זה היה ידני לגמרי.

בא חרות צמח ואמר: בואו נראה מה אנחנו יכולים לשפר כאן? קודם כל בוא נעשה אפשרות של החלפת הגבישים מבחוץ. אז שני הגבישים היו שם. למה רק שניים? בוא ניקח ארבעה גבישים. אז לקחנו 4 גבישים ושמנו אותם שם. וניתן לו כוח. המ"נ-5 עבד על 6V²⁸ בסך הכל. אני לקחתי שפופרת שנקראת 16-16. שמנו שפופרת, ואני זוכר שכבר אז חלפון²⁹ ז"ל ישב בצידוד 3 והוא הזמין עבורי 16-16. עכשיו נתחיל למנות את כל היתרונות שנתתי אז למ"נ:

(א) במקום מערכת מסכנה של 2 ואט קיבלתי מערכת של 16 ואט או משהו כזה.

ש. קראת לו מ"נ-6 ואז אמרו לך שכך נקראות ספינות השייטת והשם הזה כבר נלקח ולכן אמרת יהיה מ"נ-16. כך סיפרו לי.

ת. זה לא מדויק. זה נכון שזה היה מנ"6- אבל השפופרת היתה 16-16, ועל זה קראנו לזה מ"נ-16. כאמור, אז איציק חלפון קנה לי את זה. מי שעבד אתי אז עוד היה כרמי אריאל ז"ל. הוא עבד במכון. מכיוון שלי היה השטח האקסטרטוריאללי הזה במכון והיה לי הדבר החשוב מאוד, שהיתה לי הגישה למחסן החלפים של המכון, אז הסתייעתי בזה, ולקחתי את המערכת הזאת ועבדתי. ואז אלוהים הביא לנו את מבצע סיני ואלוהים רואה שפתאום אנחנו צריכים, ואז הבאתי מכשיר שנותן את הדברים הבאים:

(א) נותן הספק יותר גדול;

(ב) נותן 4 ערוצים,

(ג) נותן שליטה מרחוק.

עם הדברים האלה התחלנו לספק את המכשירים לחיל הים כדי לעבוד.

שאלת על הטרינזיסטורים.

²⁷ Frequency Modulation

²⁸ שפופרת הספק, בתקופה שציוד הקשר עוד היה שפופרתי

²⁹ סא"ל יצחק חלפון

- ש. באותה תקופה אני יצאתי לאנגליה כשחזרתי משם המכשיר שלך היה עם המגבר הטרנזיסטורי.
- ת. ספק. לא היה מגבר שם.
- ש. הדרגה הסופית היתה טרנזיסטורית ?
- ת. הדרגה הסופית לא היתה טרנזיסטורית אלא שפופרת 16-16.
- ש. הספק היה הטרנזיסטור?
- ת. רק הספק.
- ש. באותו זמן, השנתיים וחצי או כמעט שלוש שנים שישבתי עם הצוללות, מנ16- אז היה כבר המכשיר המשופר.
- ת. אתה עוזר לי להיזכר, כי אצלי זה הכל עם שכבה עבה. המכשיר הטרנזיסטורי התחיל בתור עבודה שאני עשיתי במכון, שם קיבלתי טכנאי בשם אלימלך ברק³⁰.
- ש. כאיש חיל הים.
- ת. כן, כאיש חיל הים שעובד במכון רפא"ל. מה היה לנו במכון? היתה לנו ניידת קטנה שהוא היה יושב בניידת הקטנה הזאת, וכאמור נהנה מהיכולת למשוך חומרים מהמחסן של המכון, ואז איציק חלפון היה מסדר את הצד הכספי של זה.
- התחלתי אז להתעניין במערכות switching מהירות שקראתי כמה מאמרים על זה, ממה שהיה אז בעיתונים של אותה תקופה. היה כתוב: אם אתה לוקח מערכות שנכנסות לרווייה מהר, אז אתה יכול לקחת טרנזיסטורים, שהתחילו אז להופיע, וקראו להם Power transistors ואז אתה יכול לקחת את כל ההספק שעומד לרשותך ולהעביר אותו במהירות גדולה בתוך מערכת של yoke כזה שנכנס לרווייה, ואז במקום שהדבר הזה יהיה אוסצילטורי גם הלאה, אבל הוא ייהפך למערכת מתג. זאת אומרת זה היה למעשה אחד מהמתגים הראשונים שהתחילו אז להופיע.
- ש. כשהייתי במכון 3 בניתי ספק כזה ל-beacon שהיה צריך להיות ב"צפרייר". הטיל קרקע-קרקע קראו לו "צפרייר" לשם קוד.
- ת. על איזה שנה אתה מדבר?
- ת. על שנות השישים.
- ש. ואז הגעת לזה בתור איש חיל הים?
- ת. הושאלתי בתור איש חיל הים לרפא"ל למשך שנתיים וחצי. אחרי שהייתי בבה"ד אמרתי שאני רוצה קצת להתעדכן, אז הייתי ברפא"ל כמעט שלוש שנים וזה פתח אשנבים מהרבה נקודות אור. אז היה הרומן הגדול עם טילי קרקע-קרקע. אז כבר היה סטנדרד, ידעת בדיוק איך לבנות את הספקים האלה.
- ת. אבל אני מדבר על שנת 1956, שאז התחילו להופיע המאמרים ואז לקחנו את המערכות האלה ואת magnetic yoke שיכולת להכניס אותו לרווייה מהר ועם העסק הזה

³⁰ סא"ל אלימלך ברק

לעשות switching זה היה כנראה ב-1955, מכיוון שב-1955 כבר התחלתי לספק את המערכות האלה, וזה היה טוב.

אז שלושת הדברים האלה שמניתי אותם כבר היו אלה שסיפקו את השיפור של הקשר בחיל הים.

ש. את פרס הביטחון הראשון לא קיבלת על המ"נ-16?

ת. לא. על הצג"ר. המ"נ-16 זה לא מספיק כבד בשביל לקבל פרס ביטחון. כך זה היה נראה לי אז. טעיתי. את הצג"ר הגשתי לפרס ביטחון ישראל ולא נתנו לי. את פרסי הביטחון קיבלתי על ה-ל"א. אתה יכול לראות את החומר היום אצל ידידי יהודה אנגל, שהכל נמצא אצלו מסודר למופת. האחד היה בשביל הכנסת הנושא של ה"א לחיל הים.

ש. אני זוכר שהתחלת עם הסטי"לים או שעשית את הבת-קול³¹ לפני שעברת לסטי"לים.

ת. את הבת-קול לפני שעברתי לסטי"לים. וזה היה משהו שרצו לתלות אותי בגללו. אמרו: "מה פתאום? המשחתות נידונות לשמש כחבלי כביסה, ואתה בא ומבקש כסף בשביל לעשות על זה דבר כזה. אתה פושע!". את המילה הזאת "אתה פושע" נתן לי דוד פייכמן³².

ש. את זה שמעתי הרבה. גם כשעשיתי את ה"דגון"³³ אז הרבה פעמים באו אלי אנשים וצעקו שאני פושע ועל מה אני מבזבז את הכסף. לא אתה אמרת את זה, אבל חבר'ה אחרים הרבה פעמים אמרו: מה אתה צריך מערכת מסובכת? מי צריך את הדברים האלה? אבל זאת עובדה שבספינות חיל הים, בסטי"לים, עד היום הדגון הזה מפליג. בכל תחנות החוף הוא עדיין עובד, וזה כבר 25 שנה שהוא עובד.

ת. סיפרת לי שיש היום משהו לגמרי אחר.

ש. זה משהו אחר.

ת. דיברנו על המ"נ-16 ועל התועלת שהוא הביא בזמן מלחמת ששת הימים ועל ההכנסה שלו ולמעשה אני יכול להגיד שאותה תקופה היתה תקופה טובה, מכיוון שקצת דיברנו קצת על מה כן אפשר לעשות כשאומרים לאנשים שצריכים לחיות במגבלות ומה לא. די הסתדרתי עם זה מכיוון שלא היו לי כל כך מגבלות. ויצאו דברים. כאמור, למשל הממיר הטרנזיסטורי היה פשוט פרי הילולים יפה שהיה לי חשק לשחק עם מערכת C Core ועם הכנסה לרווייה מהירה. את הראשונים לקח אלי ברק וליפף אחד אחרי השני ועשה דבר כזה. אחר כך הוא עשה משהו יפהפה, אבל לא היה בו שימוש לצערי. משהו שהוא עשה אחרי זה היה הממיר התלת-פאזי בשביל שייטת 13. הוא רצה ממיר תלת-פאזי וגם בשייטת 13 רצו.

ש. בשביל מה הם היו צריכים תלת-פאזי?

ת. בשביל לעשות את זה קטן ויפה ולהשיג את התוצאה כדי להשיג מערכת המרה.

ש. בשביל לעשות את המתח הגבוה לשפופרות?

ת. כן. אחרי שעשיתי את זה ואחרי שזה היה יפהפה, שייטת 13 לא קנתה את זה.

³¹ מערכת גילוי שידורי מכס הראשונה בחיל הים שהותקנה במשחתות

³² אל"מ דוד פייכמן

³³ מכס חיפוש יעודי ראשון שפותח באלתא עבור חיל הים לספינות סער 4

- ש. אני יכול להגיד לזכותך, שלפני מלחמת ששת הימים אני הייתי קצין האחזקה של בני"ח. גם נמל אשדוד. כשבאו המ"נ, הנמ"כים³⁴ בכינרת פתאום היה להם קשר על כל הכינרת, כשלפני זה היו הרבה פעמים שכשהם היו מגיעים לאזור הסורי, דווקא אז נחתך הקשר והוא לא הספיק. ואחרי פיתוח המ"נ¹⁶ - פתאום הקשר כיסה את כל הכינרת.
- ת. טוב שאתה זוכר את זה.
- ש. גם אני לא זוכר הכל, כשאתה מזכיר לי אני נזכר. בשלב הזה התחלת להיות אבי ה-ל"א בחיל הים.
- ת. ה-ל"א הייתי אומר שזה ירד עלי כרעם ביום בהיר. אני אז עסקתי בכל מיני בעיות אחרות בחיל הים. הייתי אז באיטליה.
- ש. עם ה-ל"א התחלת לפני הסטי"לים או אחרי הסטי"לים?
- בשלב מסוים אתה עברת להיות בצוות שתיכנן את הסטי"לים. נכון? נדמה לי כשבאת ל"ב-קול" זה היה עוד לפני שחשבו על הסטי"לים.
- ת. הבת-קול היה בערך באותה תקופה. חסר לי כאן איזה שהוא רצף. אני אז הושאלתי על ידי חיל הים לאורי אבן-טוב³⁵, שהתחיל לעשות את הפיתוח של המערכת של חיל הים³⁶, שהיתה לו בעיה שהמערכת שעבד עליה היתה אמורה לתת לחיל הים את הבקרה בחוג הגובה ובחוג האזימוט, וזה לא עבד. הטיל שפיתח מכון 3 זה טיל שקיבל בסך הכל פיקוד ידני באזימוט וב-elevation. ברגע שהוא התחיל להתרחק, היה עמוד עשן ואז הוא נאלץ להרים, וברגע שהוא נאלץ להרים אז בדיוק זה היה כשהוא עבר אותו בטווח ואז כשהוא עבר אותו בטווח בדיוק הוא פיספס. יצאנו כמה פעמים לים וזה לא עבד.
- ש. בגלל זה גם חיל התותחנים לא קיבל את זה.
- ת. לחיל התותחנים זה גם לא היה כל כך כואב.
- ש. אני ראיתי את הסרטים האלה במכון 3 באותה תקופה וראיתי שבעצם בכל הניסויים אתה לא רואה את המטרה. זאת אומרת ברגע שאתה מביא למטרה פתאום אתה לא רואה את המטרה בגלל העשן של הטיל ואז אתה כבר פיספסת את המטרה.
- ת. נכון.
- ש. ואז באו התותחנים ואמרו: תודה רבה, יש לנו פגזים.
- ת. אז מה קרה עם אורי אבן טוב? הוא עזב את מכון 3 כי היה לו ריב אתם. הוא היה איש מכון 3 לפני שהוא נסע לאמריקה, אבל כשהוא חזר מאמריקה הוא לא היה מוכן ללכת בעבודה של מכון 3.
- מה שרצה לעשות היימן שמיר³⁷ זה לקבל בחזרה את הייצור של הטיל על העבודה שלו, זאת אומרת להגיד: מכון 3 יפתח ואני איצור את זה. אבל אתה לא יכול לייצר דבר שלא גמרו את הפיתוח.

³⁴ נחתות נושאות מכוניות - כלי השיט של חיל הים בכינרת עד מלחמת ששת הימים.

³⁵ אורי אבן טוב מנהל מפעל ב' ויזם הטיל גבריאל

³⁶ מערכת הנשק להנחליית טילי גבריאל

³⁷ משנה למנכ"ל התעשייה האווירית.

אז הרמטכ"ל שהיה אז צבי צור (צירה) וסגנו יצחק רבין ז"ל: או.קי. אז זה בטל. בגלל זה שאני לא רואה את הקו טיל-מטרה ולא יכול להכניס את הטיל לקו המטרה – אז זה בטל. זה בטל, אז מודיעים להיימן שמיר שתכנית הייצור שלך של טילי לוז לשלב זה וכזה בשביל חיל הים בטלה ואין לך הקצבה בשביל זה. אורי אבן טוב יצא בטריקה גדולה ממכון 3, ולא ניכנס לכל הבעיות למה הוא יצא מאוד ברוגז, ואמר לו גם מוניה מרדור³⁸: "אתה אצלי לא תעבוד יותר. שום מקום בארץ לא יקבל אותך לעבודה. מפני שהפיתוח הוא של רפא"ל. את הפיתוח הזה אתה לא תעשה אם אתה לא עושה את זה במסגרת רפא"ל. אתה לא רוצה? תלך! אבל אני סגרתי בפניך את הגבולות". עם הבשורה היפה והנהדרת הזאת בא אורי אבן טוב עם היימן שמיר לשלמה אראל והוא אמר לו: "תראה, אני חושב שיש לי רעיון, יש לי דרך איך לעשות את הניהוג של הטיל הזה, ונעשה אותו על ידי מערכת שהיא תעבוד על שני קווים – על ידי אלטימטר לשמור על הגובה ועל ידי ניהוג במכ"ם באזימוט. את שני הדברים האלה אני עושה יחד".

ש. לפני זה לא היה עניין של הנצנץ?

ת. היה עניין של הנצנץ וזה היה אצל סל³⁹ ז"ל. זה לא היה אצל אורי. אפילו אורי דיבר בסרקזם על זה ואמר: בד בבד שאנחנו עושים את הפיתוח המפגר והישן של ביות אלקטרוני, באותו הזמן עושה חיל הים את הניווט של קו הראייה. זאת אומרת משפרים את קו הראייה על ידי נצנץ ששמים אותו בטיל. בזה טיפל גם ידידיה צפרייר, אבל הוא טיפל בזה הייתי אומר בתור עסקן ציבורי. אביה⁴⁰ בתור עסקן ציבורי, וסלו עשה את העבודה. חנן ניצן גם עבד על זה. אני גם לא יודע מה היה הסוף של זה.

ש. זה לא התממש. כך התחיל ה"גבריאלי". אני זוכר אז שהייתי פעם אחת בים בניסוי וביקשנו את המכון שיעשה לנו את האלטימטר כי ברגע שהוא יוכל לעשות אלטימטר אפשר יהיה להפריד את הנטל של ה-information. המכון לא רצה, כי במכון היה בראש שביט, ואז אמרו: אם אנחנו כבר עוסקים בנושא הזה ששמו שביט, אנחנו לא רוצים לטפל בנושא הזה. תעזבו את זה ואל תתעסקו עם זה. ואז חיל הים ראה את עצמו זרוק, בודד ובלי פתרון לנושא הימי. את רפא"ל זה לא עניין.

ש. אז אורי התחיל לפתח את זה ונוצר הגרעין לנושא הזה.

ת. אבל זה היה תוך כדי עבודת קונספירציה דה-לוקס. אורי בא בשקט-בשקט להיימן שמיר, והיימן שמיר לקח את שלמה אראל ואמר לו: "תגיד לי, יש לך בעיות?" הוא אומר לו: "יש לי בעיות גדולות מאוד. אין לי פתרון לטיל". אז הוא אמר: "טוב, בוא נראה אם אני יכול להציע לך פתרון שיפתור את כל המערכת ב-160 אלף לירות". זה היה מספר די גדול של סדרי גודל.

ח. לימים אמר שלמה אראל: אני ידעתי ש-I wanted to be bluffed. ולכן לקחתי את זה". אז בא אורי ואמר: "בסדר. תנו לי כמה דברים. יש לכם טיל. אני רוצה את ה-transfer function של הטיל". ידידיה שמיר⁴¹: "אני לא נותן לך שום אינפורמציה. אני השקעתי בעסק הזה.

³⁸ מנכ"ל רפא"ל 1958-1968

³⁹ תא"ל ישראל אביר, אז רס"ן

⁴⁰ סא"ל אביה שליף, אז ר' ענף מענ"ש

⁴¹ ד"ר ידידיה שמיר, המנהל הטכני של רפא"ל

בניתי אצלי אנשים שעסקו בהנחיה. לא תקבל כלום". היה אז גם מדובר ששני אנשים מחיל הים יעברו לעבוד בתעשייה האווירית בנושא הזה, לעבוד אצל אורי, ואחד מהם הוא אפרים טלמון והשני זה חרות צמח. אפרים טלמון עבר קצת לפני. אז התחילה התפוצצות אטומית ומלחמה בכל הדרגים: "בשום אופן לא! ולא יהיה! ואם יהיה באיזה שהוא מקום פיתוח טילים - זה יהיה במכון 3 ולא בשום מקום אחר". זה הגיע לבירור אצל צ'רה הרמטכ"ל והוא העביר את זה לבדיקה אצל יצחק רבין. רבין בדק את הנושא הזה. שמע מה שאמרו כל הצדדים ושאל את הלקוח, כלומר את רפא"ל: "יש לכם איזה שהוא פתרון אחר ולא הפתרון שאתם מדברים על זה עכשיו?" הם ענו לו: "לא. אנחנו נעבוד ונעשה. רק שלא יהיה דבר כזה שלא יברח הידע מתחומי רפא"ל". זה לא עזר לו. יצחק רבין וצ'רה החליטו שזה יעבוד ושזה יעבור לתעשייה האווירית, תוך כדי מלחמות יהודים בלתי פוסקות, בעיקר על החלפת אינפורמציה והסתרת אינפורמציה וכל הדברים האלה. בסופו של דבר את רוב הידע הוא לקח לבד והוא בנה את המערכת, ואני אז התחלתי לעבוד אצלו. זאת היתה תקופת עבודה מאוד מאוד פעילה, אם כי אורי, למרות שאני עכשיו חבר שלו בלב ונפש, אבל קשה לעבוד אתו. הוא יהודי קשה מאוד. לא אתחיל לספר כאן את כל הסיפור הגדול של פיתוח המערכת. אני חושב שיש חומר יפה על זה בעדות שסלו נתן. אתה מכיר את זה? הוא ישנו במסגרת הזאת שאנחנו מדברים עכשיו. סלו נתן הרצאה מאוד יפה והיא מתארת את הפיתוח של המערכת של הטיל.

ש. אתה בעצם התחלת להיכנס למערכות ל"א לפני מלחמת ששת הימים.
 ת. אני עוד לא הגעתי למערכות ל"א. אני עכשיו מדבר על החלק שבו הוחלט שאני אעבור לתעשייה האווירית, ועברתי לתעשייה האווירית ב-1962-63. הייתי אז איש התעשייה האווירית ועבדתי על הנושאים האלה בתעשייה האווירית, והנה פתאום יום אחד בהיר אני מקבל טלפון: "תשמע, יצחק שושן⁴² מגיע לרומא ואתה עובד על הנושא הזה והזה. בוא תדבר על שושן שרוצה לדבר אתך". כל הראש שלי היה נתון בפרויקט "גבריאל" ועברתי על זה ואפילו החלוקה היתה שיואב סימון יעבוד יותר על החלק הטילי ואני אעבוד יותר על החלק המכ"מי, בגלל זה שהיה לי אז יותר בסיס בשטח המכ"מי. הדבר האחרון שחשבתי עליו זה שאני אעבור בחזרה לחיל הים. ביקשו שאדבר עם שושן, בבקשה. התאריך שבו זה היה אני לא מוכרח להישבע על זה. אולי שושן יוכל לדעת יותר טוב ממני. שושן אומר לי: "שלום צמח, מה שלומך? הבאתי לך מכתב מאורי אבן טוב שבו כתוב: 'שלמה אראל דיבר אתי והוא רוצה אותך לפרויקט בחיל הים ואני הסכמתי לזה ולכן אנחנו מסכימים שאתה תעזוב את העבודה שלך בתעשייה האווירית. אם אתה לא רוצה אז אנחנו כמובן נשאיר אותך, ואז הייתי רוצה שאתה תישאר באיטליה ותעשה את כל העבודה של הטיל באיטליה". בשבילי זה היה כאילו שהמודיעין לחש: כעת אתה עובר להיות המרגל אלי כהן אצל אסד. זה היה לגמרי מחוץ לתמונה. כל כך לא הייתי tuned לנושא שאני אחזור לחיל הים. אתה יודע שכשאתה עובר למשל לתל-אביב, אתה מעביר את כל האינרציה שלך לאזור הזה.

⁴² סא"ל יצחק שושן, אז ר' ענף גנ"ק

אמרתי: "לא. אני רוצה להמשיך לעבוד במערכת של אורי אבן טוב". ואז התחילה מלחמת י"ב-י גדולה. עוד פעם: אפוא אני צריך להיות? רציתי להישאר אצל אורי אבן-טוב בפירוש. אני זוכר שהיתה ישיבה גדולה, שהאיש של מחצ"ד באותה ישיבה היה חיים שחל, ושלמה אראל שמע ופסק: "חרות צמח חוזר לחיל הים ויוצב בענף ים 7". למה בענף ים 7? כי אנחנו רוצים ממנו שקודם כל יתן נייר מטה שבו הוא יענה לנו ויגיד לנו: יש איום מצד הטייל⁴³ או לא. מצד אחד אתם המהנדסים עושים את המערכת כל כך קטנה, אתם עושים את הטיילים כל כך קטנים ואת הסטיילים כל כך קטנים שלא יקרה כלום. זאת אומרת שהסטייל יהיה מעצם טבעו בלתי פגיע. אם הוא בלתי פגיע – אז למה צריך להגן עליו? תחליט! בכל אופן הוא אמר: אני, לפני שאני הולך לחייב את כל המקורות שיש לי בחיל הים ולהגיד שזה יהיה הפתרון שעליו אנחנו נלך – בוא נראה מה זה. ואז אם יש סיבה לשנות במשהו, בצורה גדולה או קטנה, את הכיוון שעליו נלך – נעשה את זה. אם הכל טוב, ובאמת זה כלי שלא יבוא שום דבר שיפריע למנוחתו, אז בבקשה.

כאן אנחנו איכשהוא סוגרים מעגל למה שהתחלתי.

אנחנו בנינו משהו שלא היה קיים. בעצם היה קיים רק במקום אחד, באודסה או במקום אחר ברוסיה, שבנו שם את הקומר, בנו מערכת קטנה. במערב לא היה דבר כזה ולא יכולתי להגיד, אני לוקח ספר של Skolnik⁴⁴ כזה או כזה, או ספר של Barton⁴⁵ כזה וכזה, ומהספר הזה אנחנו מוכיחים שזה כן פגיע או לא פגיע. לא היה. אין.

את הגישה הזאת שלי קיבלו ואמרו: שב בים 7, בסטלה מאריס, ותתחיל לעשות מחקר ותגיד לנו אם לדעתך יש או אין איום ל"א על המערכת הזאת. זאת תהיה הסיבה היחידה שבגללה יהיה מוצדק בכל זאת להשקיע את המקורות של חרות צמח ושל מי שיעזור לו בעסק הזה. אז עוד לא דיברו אם מוצדק או לא מוצדק להכניס ל"א.

ש. אמרו אם בכלל נושא לוחמה אלקטרונית זה נושא שהוא ישם לחיל הים.

ת. ראש האויבים שלי אז היה אביה שליף. הוא אמר: "אין שום חוכמה בטיל הרוסי. הטיל הרוסי הזה הוא רקטה. אתה שולח אותו בתור רקטה והוא יפגע בהסתברות של 0.0003. היות וזה ככה, עזוב אותי במנוחה ואל תיקח אף רבע מהנדס מהפרויקט של הגבריאל. הכל הולך ל"גבריאל" וכל אחד ימשיך לעשות את שלו". שמע אותו שלמה אראל ואמר: "לא! אני רוצה לדעת למה אני נכנס ומה אני עושה ולכן קבעתי שחרות צמח יעשה מה שיעשה". שלמה אראל היה אז הסגן של איזי רהב. בכל איזי בתור רמ"ח ים מיועד להיות מפקד חיל הים והוא היה זה שקיבל את העבודה שלי. אני עשיתי קודם כל כמה מערכות חישובים.

ש. אז Schlesinger⁴⁶ היה היחיד שכתב על הנושא הזה.

ת. גם ברטון.

ש. ברטון כמעט לא כתב על זה.

ת. סליחה שאני אומר את זה, אבל מי שעשה את ההמצאה היה חרות צמח.

⁴³ הכוונה לטיל סטיקס שבו הצטיידו ציי מצרים וסוריה

⁴⁴ Introduction to radar systems או Radar handbook

⁴⁵ Radar systems analysis

⁴⁶ Principles of electronic warfare

- ש. אבל הספר שפורסם היה של שלזינגר.
- ת. אני זוכר שהייתי באותה תקופה בארה"ב פעם אחת והייתי ב-NRL, ואומר לי האמריקאי: Do you want to talk to Schlesinger? זה היה בערך כמו שאתה שואל עכשיו מישהו: אתה רוצה לעלות להר סיני להיפגש עם מי שכתב את עשרת הדיברות? זה היה בערך אותו דבר.
- אני כתבתי מחקר שלא ידעתי מה יהיו תוצאותיו כשהתחלתי אותו. זה לא היה מחקר מוכתב, אלא היה מחקר שבסופו של דבר הוא הראה שאין מקום לפסול את האיום של הטיל הזה. את זה אתה עושה כשבסך הכל אתה לא יודע מה הוא. ואמרתי שההבדל הגדול ביני, בתור אחד שצריך לתת את התשובה הזאת, לבין אחד שבונה טילים, שאני התרגלתי בתור אחד שבונה טילים לעשות טלמטריה, וזה יסוד מוסד שאומרת לך בסך הכל: מה נשמע, איך נשמע ומה צריך לעשות כדי שזה יישמע יותר טוב. את כל זה אין לי. במקום זה אני צריך לעשות מערכת שצריכה לפגוע, מפני שאם היא לא תפגע אז אין חיל הים. זה היה קצת אחרי טיבוע ה"אילת", ואז היו בחיל הים הרבה רינונים למה ומי ומה עושים, ולקחו את כולנו, את כל הקצונה הבכירה של חיל הים והושיבו אותנו בבה"ד, והיינו צריכים להביע את הטענות שלנו. קם שחל והתחיל להתלונן בפני יצחק רבין ואמר לו: תראה, אנחנו פה ואנחנו שם, ואנחנו זה. יצחק רבין קם ואמר: אנחנו נפסיק את הוויכוח הזה ונגיד לכם דבר אחד – זאת הפעם הראשונה בהיסטוריה שאתם מקבלים מערכת שהיא נבנתה לפי דרישתכם, לפי איפיון שלכם ובהתאם לכך קיבלתם תקציב. אם זה לא יצליח – אין חיל הים!" שבתאי וכולם זחלו אל מתחת לכיסאות.
- ש. אחרי טיבוע אילת כבר בת-קול היתה. מתי התחלת את הכל – לפני הסטי"לים או אחרי?
- ת. בת-קול היתה אבל לכן גם תקפו אותי.
- ש. בבת-קול אתה ידעת בעצם מה בעצם מערכות הטיילים עושות, מה המכ"ם עושה.
- ת. זה פרק א'. זה לא מספיק בכדי לעשות ל"א.
- ש. כשאנחנו מדברים על מערכות ל"א מדובר על שני אלמנטים, כשהאחד הוא הגילוי והאלמנט האחר זה האלמנט של המניעה.
- ת. הייתי אומר שלושה אלמנטים. אלמנט אחד זה הגילוי, אלמנט שני זה משהו כמו הזיהוי והאלמנט השלישי זה האלמנט האקטיבי.
- ש. היום האלמנט של הל"א הוא חלק ממערך הגילוי האינהרנטי. אתה אמרת: אני מגלה מכ"ם, אני יודע לתת כיוון, אני יודע להגיד מיהו.
- ת. אבל אני לא יודע לתת טווח.
- ש. אבל אם אני יודע לתת כיוון אז יש לי שתי סיבות: אז הוא יודע לעשות חיתוכים. אם אני מגלה בכיוון מסוים מטרה...
- ת. לך תעשה חיתוך על זה כשיש לך שלוש דקות כדי לגלות את האויב. איך אתה יכול?
- ש. עושים את זה היום בחיתוך.
- ת. זה דור אחר.
- ש. ואם אני מגלה ויש לי אותו בכיוון ובטווח ואני רואה אותו במכ"ם – אני יודע מי הוא. זאת היתה קפיצת מדרגה הנושא הזה.

ת. אנחנו אז עמדנו במצב שלא ידענו את כל זה וכאמור אמר לנו יצחק רבין, וזה מאוד כאב, כי לתותחנים אתה לא מדבר כך ולחיל האוויר בטח שאתה לא מדבר כך. אתה לא אומר: אם אתה לא מצליח בזה – לא יהיה חיל אוויר. אף אחד לא אמר דבר כזה. חיל האוויר קיים והוא ימשיך להיות קיים כל זמן שעמדה שלו בתור אבן-בוחן במערך הצה"לי הכולל הוא כפי שהוא היום.

חיל הים כמה פעמים במשך הזמן ההוא וגם הלאה, היה צריך לשמוע את ה-statement, של חיל האוויר בעיקר: אני מוכן לקחת על עצמי את המשימות של חיל הים. עזר וייצמן היה אומר: "יש לכם כך וכך כסף? תנו לי את הכסף הזה ואני מקבל על עצמי את משימות חיל הים". הפעם הראשונה שהוא אמר: אני לא לוקח את זה וזה לא נכון ויש לחיל הים את הזכות של עצמו, זה כשהוא נתמנה סגן הרמטכ"ל וקיווה שהוא יהיה רמטכ"ל. בתור חייל שמקבל בזכות חלק גדול ממה שהוא צריך לקבל ושלא צריך להילחם על זכות קיומו, כך היה המצב.

ש. איך הגעת לרעיון הבת-קול? זה היה עוד לפני שעברת לים 7 להיות איש ל"א?

ת. בים 7 נתתי נייר והיגשתי אותו לאיזי רהב ובנייר הזה נאמר: יש איום. ביקשת ממני לבדוק? בדקתי. ביקשת שאני אעשה את זה? עשיתי. לפי מיטב ידיעתי, מתוך מה שיש היום, יש איום!

עכשיו אתה בא בשאלה: תוכיח. אחד הדברים שאני רוצה לעשות, ועשיתי אותו כמעט במחתרת, לקחת junk, ולחבר את ה-junk הזה ביחד. לקחת שני גרוש מפה ושלושה וחצי גרוש משם ולבנות מערכת שיכולה להגיד שיש בכלל דבר כזה. זה היה הכל. ואת זה עשיתי, וזה הבת-קול. קודם כל מאיפה מוצאים כסף לדבר כזה? הולכים לנינו לוי⁴⁷ ואומרים: בוא נגנוב סוסים ביחד. אתה רוצה לעשות מערכת, מחפש לך כל מיני דברים לעשות. בוא תעזור לי להשיג קצת כסף ומהכסף הזה שישנו אנחנו נבנה מערכת ואנחנו נגיד שאנחנו רוצים את המערכת הזאת לא בתור מערכת למשחתת אלא בתור בית-ספר, שמבית הספר הזה אנחנו נלמד מה זה ל"א פסיבי ומזה אחר כך נלמד הלאה מה שצריך.

כשאני הגעתי הייתי כסומא בארובה. ממש לא ידענו כלום וכן הלאה.

ש. באותו זמן גם חיל האוויר לא התעסק בדברים האלה.

ת. כן התעסק. נאור התעסק.

ש. מה שנאור אז עסק זה איך לחקור את האויב כדי שהוא יפעיל את המשיב זע"ט.

קלטת שנייה – 2.3.1999

ת. הפסקתי את הקלטת הקודמת בזה שהתחלתי לתאר איך התחלתי לעבוד על המערך של ל"א, שלא היה קיים, שרציתי להכניס אותו לחיל הים, באמצעים הדלים שניתנו לי בשנת 1960 ומשהו.

הלכתי לקשתי, ולקשתי היה "קניפלי". אמרתי לו: יש לך מפעל באשדוד וזה מפעל פרובלמטי, מפני שאף אחד בכלל לא יודע איך קמים באשדוד, כי זה רחוק.

⁴⁷ ד"ר נינו לוי, אז המהנדס הראשי באלתא

ש. הוא לא היה אז באשדוד, הוא היה בתעשיות הקלות.

ת. אבל קשתי ידע שהוא רוצה להעביר אותו לאשדוד. אז קשתי אומר לי: "תשמע, נכון, באמת אני רוצה לעשות את זה ויש לי בעיה שמהנדסים אומרים לי שלא בריא לקחת מהנדס מחוץ לבית הגידול שלו. בית הגידול שלו, התעשייה האווירית, היה באזור לוד, ולקחת ולשים אותו במקום נידח, בחולות אשדוד. קח ותעשה את זה!"

ועל המיתר הזה ניגנתי כדי לקבל כסף. עכשיו צריך לקחת כסף גם מאלתא. אז הלכתי לשם ואמרתי: תן גם אתה כסף מההקצבות שיש לך ויחד עם זה נעשה מערכת כזאת.

אגב, באותו זמן עשיתי דבר דומה גם בשבילך. זאת אומרת אני קיבלתי הנחיה מקשתי ללכת ולעשות את ה"דגון" במבת, כי הוא רצה לעודד את מבת. אני ידעתי שזה לא ילך. במבת יש רצון עצום לקדם את מה שהם רוצים. אין להם את הרצון לקדם את המערכת שלהם, ועם זה הוא רצה ללכת ולבנות. אני אמרתי: בסדר. ואמרתי לך: עכשיו תן לי רגע לשחק. אני משחק קצת פוליטיקאי. ואתה "שיחקת" את זה למופת. קיבלתי פקודה לפנות למבת. אמרתי שאני רוצה שמבת יציב לי מה היכולת שיש לו, באיזה יכולת הוא רוצה, כדי לבנות את המכ"ם חיפוש. אורי אבן טוב בא לדיון הזה בלי להתכוון בכלל. אני כתבתי לו מכתב שאני רוצה לבוא בתאריך זה וזה, ואתי בא יחד עמוס דגן, ואנחנו נשב ונחליט איך אתה נכנס לעסק הזה. אורי בא לעסק הזה עם התכונות של חמש דקות. אני ראיתי אותו, ואני מכיר אותו טוב, וראיתי איך הגלגלים מסתובבים אצלו, ואז הוא אומר: "אני מציע לבנות את המכ"ם חיפוש שאתה קורא לו "דגון", על בסיס ה-SMA⁴⁸. זה היה כל מחקר השווקים שלו. לא היה לו ראש לזה. אני לא יודע באיזה צורה אתה תפשת שבאותו רגע נפלה אצלי ההחלטה, אבל באותו רגע אמרתי, ואני אוהב את אורי, שהוא לא יתמסר לבנייה של מכ"ם חיפוש.

SMA הוא מכ"ם שכבודו במקומו מונח, אבל אני רוצה ללכת ולעשות את העסק הזה. ואז הושבתי את נינו על השיפוד, חלק אתך וחלק בלעדיך, ורציתי שהוא יגיד לי מה הוא יעשה ואיך הוא יעשה. למשל, הבאתי אותו שהוא יודה בכך שהוא יצטרך את סרזי⁵⁰ ושהוא יצטרך אותו בצורה כזאת וכזאת. אני הבאתי לכך שהיתה לו יראת כבוד מפניך מאותו רגע ועד להודעהחדשה.

שאמרתי לו: "אני רוצה שעמוס⁵¹ ישמע, ואתה יכול להגיד לי שעמוס נודניק, אתה יכול להגיד שיעקב פז⁵² כן מסכים או לא מסכים, אבל אני רוצה שאם הולכים לעשות דבר כזה, אז ראשית תבוא אלי ותגיד לי שיש דברים גדולים, ואתה באת ועשית את זה, ואת הדברים האלה אני רוצה לעשות אותם אחרי שאנחנו משתכנעים שיש לך "fall back". ואגב חלק גדול מזה כן למדתי מאורי, כי אורי למד את ה-fall back והכניס אותו למערכת שלו. אני בשלב

⁴⁸ מכ"ם חיפוש ימי איטלקי

⁴⁹ ד"ר סרזי לנדסמן (ישראל בן ארצי) - מומחה בינלאומי למכ"ם.

⁵⁰ ד"ר סרזי לנדסמן (ישראל בן ארצי) - מומחה בינלאומי למכ"ם.

⁵¹ סא"ל עמוס דגן, ר' ענף אלקטרוניקה

⁵² מנהל המכירות באלתא

מסוים חשבתי שאני רוצה לעשות את הטיל עם homing all the way והוא הלך "לאכול אותי" נגד זה, ונלחם בי בשיניים ובציפורניים. הוא רצה את שתי המערכות - אחת, המערכת של הבינות, ואחת המערכת של CLOS⁵³ את זה למדתי ממנו: תכניס לך תמיד ב"קניפלי" שלך לא רק את הכסף, אלא תכניס אצלך את היכולת להכניס מערכת שיש לה גיבוי.

ש. אבל מבחינת לוחות זמנים, המכ"ם הוזמן ב-1967-1968, אחרי מלחמת ששת הימים, ואת ה-ל"א אתה בעצם עשית עוד לפני זה. את "אבשלוס" אנחנו בדקנו ב-1966. קראת לי וישבנו ב"מטאור"⁵⁴, שזאת הניידת ש-מבת הביא לנו, וישבנו שם ואני קראתי את ה-AGC ומזה עשינו חישוב חזרה מה בעצם ה-RCS ואיך הוא נפתח.

ת. כל זה היה תרגילים שהיו תרגילים עקרים עד אותו 21 באוקטובר 1967. ברגע שטובעה משחתת - סימני השאלה נגמרו, ואז פתאום היה כסף ל-ל"א.

ש. לא היה יכול לבוא כסף אם לא היה לנו הפתרון. אם לא היה לנו את הפתרון של אבשלוס...

ת. את הפתרון הזה נתנו גודי⁵⁵ והלמן⁵⁶, והם נתנו לא בגלל מה שהיה.

כשאני עשיתי את תכנית האב אז עשיתי את המערך של הגילוי הפסיבי ואת זה פיתחתי בעזרת הכספים שקשתי נתן לי באלתא. בנושא "אבשלוס" ו"אמנון", הלכתי לשמואל מרחב⁵⁷ במכון 3, בראשית שנות ה-60, ואמרתי לו: "את זה ואת זה אני רוצה בשביל שתעשה לי את זה לחיל הים. ואתה יודע שאני כאן כבר מרגל מוסמך ויש לי כניסה חופשית למכון 3. בוא תגיד לי מה אתה יכול לעשות". שמואל מרחב התחיל לגמגם. כל הזמן ישבו הלמן ומגד ולא היה להם מה לעשות. יום אחד נמאס להם אז הם הלכו לשמואל מרחב ואמרו לו: "או שאתה נותן לנו תכל'ס, איזה שהיא עבודה לעשות בכדי להגיע עם מה שאנחנו יודעים, או שתלך אתה או שאנחנו נלך". יושב שמואל מרחב, ואת זה שמעתי אחרי 21 באוקטובר 1967, ואמר: "תשמעו, יש פה יהודי, חרות צמח מחיל הים. לכו תראו מה יש לו להציע". הוא בא ושמע ואני אמרתי לו מה שאני רוצה.

ש. הרעיון שלך בא מה"שרמולי"⁵⁸.

ת. ה"שרמולי" זה ילד קטן. תלמד מה שאתה יכול לעשות מהטכנולוגיות שקיימות ב-Chaff, ואז עם זה תוכל לעשות פתרון פשוט for a navy. זה היה הדבר השני. הדבר השלישי היה "כתם פז"⁵⁹ וכל הדורות הבאים אחריהם. זה היה ה-ל"א. מה שאמרתי קודם שמחקתי, זה היה הרצון להשתמש בדברים שקיימים בשביל לעשות את זה.

לפעמים קשה לי להחזיק את הרצף שלי.

ש. גם לי קשה. אתה לפעמים עובר ומהאסוציאציה אתה חוזר חזרה.

⁵³ Command Line Of Sight

⁵⁴ קרון מכס בקרת אש, תוצרת סלניה איטליה, לניסויי החוף של גבריאל

⁵⁵ יעקב מגד (גודמן)

⁵⁶ ד"ר ד. הלמן

⁵⁷ ד"ר שמואל מרחב, מנהל שטח טילים ברפא"ל

⁵⁸ רקטת מוץ בריטית לשיגור ידני שנועדה לשימוש ע"י סירות הצלה במצוקה

⁵⁹ ל"א אקטיבי מתוצרת אלתא

ת. אמרתי: זה תתנו לי. ואז התחיל הריב הגדול בחיל הים שאמרו: תעזוב, ואל תבלבל את המוח.

21- באוקטובר 1967, יום שלא יישכח כתוצאה מטיבוע אח"י אילת, פתאום יש עדיפויות, פתאום מציבים לי את משה גולן⁶⁰ והוא מתחיל לעבוד על הנושא. פתאום באים אלי ממכון 3 ואומרים: מה אתה רוצה? אז אמרתי לגודי: "אתה זוכר שאנחנו דיברנו פעם על משהו שקוראים לו "אבשלום"? את זה תעשה!"

ש. אבל את הניסויים של "אבשלום" עשו...

ת. זה לא ניסויים של "אבשלום". לקחת את הרקטה ולראות מה שהיא עושה זה לא הניסויים של "אבשלום". בוא אני אגיד לך איך ומאיפה זה באמת קרה: גודי והלמן רצו לפתח מערכת מוץ שהיא תוכל מצד אחד להגיע לטווחים שעליהם דיברנו, typically whatever, ואני יכול להגיד את המספר אבל אני לא רוצה, ותוכל להגיע אתם לשם, ושם לקבל אחרי זמן קצר יחסית, מהירויות שיוט דומות למהירויות שיוט של רוח, כך שזאת תהיה הטעיה לגבי... זה מה שתעשה". אמר לי הלמן: "יש לי פתרון לעסק הזה בשבילך, אבל הפתרון הזה אני כתבתי פטנט. מה הבעיה? יש טילים עם בעירה הוריזונטלית ובעירה צירית ויש טילים עם בעירה אורכית. טילים עם בעירה אורכית עובדים מהר מאוד, זאת אומרת המאיץ שלהם נגמר מהר מאוד. כל השאר זה בליסטי - עף לאן שהוא צריך וזה הכל. אני רוצה לעשות פטנט: אני רוצה לעשות טיל שהוא יהיה אמנם עם בעירה אורכית אבל יבער בעירה אורכית מספיק זמן כדי להגיע לטווחים שעליהם אנחנו מדברים". איך אתה עושה את זה? הפטנט של הלמן היה כזה: אני לוקח את החלק שבפנים ועושה יציקה של החומר הפרופלנט בצורה כזאת שזה בוער באופן לא אחיד, זאת אומרת שהוא לא בוער מהר מאוד כמו בבעירה צירית ולא בוער לאט מאוד כמו בבעירה רדיאלית.

ש. עד כמה שאני זוכר היה שם משהו אחר. היה גם פטנט שמשחרר את המוץ.

ת. זה משהו אחר. אני רוצה שהוא יבער הרבה זמן, כך שאני אוכל לשחק עם כל הפרמטרים האחרים. את זה אני יכול לעשות באמצעות הפטנט של הלמן: לקחת את המערכת הזאת ולעשות בתוך הפרופלנט חוטים והחוטים האלה יגרמו לכך שהבעירה הצירית, כלומר הבעירה היא צירית ולא רדיאלית, אבל בתוך הבעירה הצירית לתבנות בעירה רדיאלית, שעל ידי כך אמנם הציר הוא עדיין πr^2 , אמר כך ארכימדס, אבל בזמן שהוא יעשה את זה, זה לא יבער לאורך כל הציר, אלא איטי. זאת אומרת אתה יוצר שטח חתך וירטואלי.

ש. מה שעשינו לפני מלחמת ששת הימים, בדקנו את היכולת שזה יכול לייצג שח"ם⁶¹ של כלי.

ת. זה לא יכול לייצג שחם של כלי ולא היו לי הכלים לייצג. זה היה משהו כדי שזה ימצא חן בעיני אדון שושן. אבל זה לא כלי.

⁶⁰ סא"ל משה גולן

⁶¹ שח"ם - שטח חתך מכס (RCS)

- ש. זה נתן לך את היכולת לבוא ולהגיד : יש בסיס ללכת ל...
 ת. את הבסיס שיש זה באותו חלק שמחקתי מההקלטה, זה ממני שאמר לי את האינפורמציה הזאת. זה היה הבסיס. שושן ידע גם את זה. בסך הכל מה שקרה, מכיוון שאני מצאתי את הדרך הזאת של הלמן, ומכיוון שהלמן היה מעוניין להכניס את הפטנט הזה ולשחק עם המערכת שלו, אז הוא קיבל את הכסף. ואז הוא עשה את ה"אבשלום". כדי לדעת אם אפשר לעשות את זה בכלל בשביל זה הייתי צריך את הפטנט של הלמן, ואת זה קיבלתי. ואחר כך לעשות את הגיאומטריה כך שהגיאומטריה תגיע בזמן הנכון ותעשה את זה במקום הנכון. זה כבר היה בהחלט עניין של סרגל חישוב.
- ש. זה היה ה"אבשלום". ה"אמנון" זה היה סיפור אחר.
 ת. אחרי שגמרנו את ה"אבשלום", והיו אתו כישלונות. באיזה שהוא מקום אני זוכר ששיגרנו את ה"אבשלום" ואני עומד צמוד כולי למערכות שליד הגג בסטלה מאריס, להסתכל ולראות איך הוא מתקדם, ואז נכנס אלי שלמה אראל, שהזמנתי אותו לראות את הניסוי, ואומר: "אולי אתה רוצה לראות את הטיל שלך? הנה הוא בוער כאן!"
- ש. אפוא כאן?
 ת. אפוא ששיגרנו אותו. הוא אמר: "תראה כאן אפוא שהוא בוער. אולי תראה גם את ההחזרים. אין לך החזרים". זאת היתה תקלה ולמדו לתקן אותה, וגנדי והלמן למדו לתקן אותה ואיך לעשות את העסק הזה. כי זה היה פטנט. כמו את ה"גבריאל" אי אפשר היה לעשות מהיום להיום.
- ש. גם שם היו כמה כישלונות.
 ת. היו כמה כישלונות.
- ש. הקונץ הוא שכשיש לך כישלון, שאתה אומר "יש כישלון. לא סגרנו. בוא נפיק ממנו את הלקחים ונדע מה לעשות הלאה".
 ת. זה בדיוק מה שקרה.
- ש. בשביל זה אתה עושה את הניסויים.
 ת. כשפיתחנו את "גבריאל 2", כבר כולו במבת, בלי שימוש של רפא"ל, לא היו אתו בעיות? ועוד איך היו בעיות.
- ש. אתה כאן נכנס ל-ל"א. בעצם הפכת מר ה-ל"א של מדינת ישראל כמעט.
 ת. לא. במדינת יוסף נאור היה לפחות כמוני, אם לא יותר. של חיל הים הייתי.
 ש. בחיל הים הפכת להיות האורים והתומים.
 ת. כן.
- ש. זאת האמת. אני זוכר שגם עשית את המערכת של תבליט.
 ת. השתמשתי בו בגלל שבני מימון ז"ל היה באנגליה, ואז הוא נתן לי את התמיכה כדי לעשות את העבודה שם.
- ש. זה בדיוק מה שמספק לנו את המודיעין האלקטרוני, שאנחנו צריכים אותו בשביל המערכות אחר כך.

ת. השתמשתי בעובדה שקנו צוללות ושאפשר מהצוללות להשיג דבר כזה וכזה כדי לעשות עוד דבר למען הצוללות.

אתה פרטנר מצוין, כי מעטים האנשים שאני יכול לדבר אתם בצורה הבלתי רצופה והם יוכלו להשלים את הדברים.