

עבודת מורשת חיל הקשר והתקשוב



התפתחות רכבי הקשר
רק"שים, תק"שים בצה"ל.

מגישים:

מפק"ץ חונך – סגן לידור אנצי
צוער - קמ"א תומר אגא
צוער - קמ"א ג'ורג' זימינסקי
צוער – סמ"ר שני בן עטיה

מנחים:

אל"מ (מיל") מיכאל נגל
אל"ם (מיל") אבנר שחק
בח"ק (דימ') רונן שלום
מנחה אורח – בח"ק משה בר-
שאול



תוכן עניינים

1.	הקדמה.....	4
2.	מבוא.....	5
3.	תקציר.....	5
4.	שיטת המחקר.....	7
5.	מילון מונחים.....	7
6.	התפתחות רכבי הקשר רק"שים, תקש"ים ורכבי הפיקוד בצה"ל	8
	רשימת כל הרק"שים /תק"שים.....	8
6.1.	השוואה בין דורות וסוגים.....	8
6.1.1.	הצ"ן (רד"ט).....	8
6.1.2.	גד"ים (גלים דצימטרים).....	8
6.1.3.	טרופו.....	9
6.1.4.	הטלגרף.....	10
6.1.5.	רק"ש רדיו.....	12
6.1.6.	חד –פס.....	12
6.1.7.	תק"ש מב"ם ופרישת אוגדה בשטח.....	12
6.2.	חידושים ושינויים מרכזיים בנושא התק"שים והרק"שים.....	15
6.2.1.	חידושים מכאניים.....	15
6.2.2.	חידושים בתקשורת.....	15
6.2.3.	חידושים בחשמל.....	16
6.2.4.	חידושים בחווית המשתמש.....	16
6.2.5.	תקש 555 –שינוי תפיסת התכנון.....	17
6.3.	התרומה המבצעית של הרק"ש/תק"ש.....	18
6.3.1.	מתי נכנסו הרק"שים ותק"שים והיכולות שהביאו עמם.....	18
6.4.	תק"שים ורק"שים בשטח.....	19
6.4.1.	תפעול תק"ש בשטח.....	19
6.4.2.	תחזוקה בשטח (דרג א' ו- ב').....	19
6.5.	תכנון ובנייה של התק"שים ורק"שים.....	20



-בלמ"ס-

- 6.5.1. תהליך דיגום תק"ש/רק"ש (מחזור החיים של התק"ש) 20
- 6.5.2. תכנון תק"ש/רק"ש – הבדלים מרכזיים בין העבר להווה 22
- 6.5.3. בניית הרק"שים תק"שים במש"א 25
- 6.5.4. תהליך האחזקה והשיקום של רק"שים/תק"שים 26
- 6.6. מורשת 26
- 6.6.1. עדות מהשטח 26
- 6.6.1.1. בעיות קשר בעורק רד"ט בתרגיל גדוד הקשר 373 26
- 6.6.1.2. הפעלת עורק צ"ן במצב חרום אזורי 28
- 6.6.1.3. עורק הגד"ם בציר המרכזי בסיני במלחמת ששת הימים 29
- 6.6.2. אירוע מרכזי בו הרק"ש/תק"ש היווה גורם מכריע (להוסיף) 33
7. דיון ותובנות 34
8. סיכום 34
9. ביבליוגרפיה 34
- נספחים שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.



-בלמ"ס-

1. הקדמה

" עם שאינו יודע את עברו, ההווה שלו דל ועתידו לוט בערפל "

(ציטוט הלקוח מספרו של יגאל אלון "מסך של חול")

משמעות המשפט היא שאם לא נלמד מהעבר שלנו אנחנו נחזור על אותן הטעויות שכבר עשינו, יהיה לנו קשה יותר לענות על השאלה "למה?" אנחנו עושים את מה שאנחנו עושים והעתיד שלנו יראה בהתאם. ידיעת העבר והמורשת של חיל הקשר מהווים גורם משמעותי בהתפתחותו של החיל, הם מקנים לנו כחיל את היכולת להסיק מסקנות ולהשתפר ומחזקים את תחושת "הזהות החיילית". לפי תיאורית הזהות החברתית מאחר והדימוי העצמי שלנו מבוסס בחלקו על המעמד של הקבוצות אליהן אנו משתייכים, אנו עשויים להתפתות לחזק את המעמד של הקבוצות הללו. המסקנה היא שככל שנהיה מחוברים יותר למורשת של החיל תגדל תחושת השייכות שלנו ותהיה לנו מוטיבציה גדולה יותר לתרום לחיל. זאת הסיבה שאנו רואים בכתיבת העבודה חשיבות רבה וסוג של שליחות.

רשימת המנחים:

- אל"ם (מיל) מיכאל נגר
- אל"ם (מיל) אבנר שחק
- בח"ק (דימ') רונן שלום
- מנחה אורח – בח"ק משה בר-שאול

אנו רוצים להודות לכלל המנחים שליוו אותנו במהלך הכנת העבודה על עזרתם הרבה והרצון שלהם לשתף את הידע הרב אותו צברו במהלך שירותם בחיל כדי שאנחנו נוכל להכין עבודה שתכבד את המורשת של חיל הקשר.



2. מבוא

הצורך בקשר בשדה הקרב מאז ומתמיד היווה את אחד הגורמים המשפיעים ביותר בניהול המערכה ובמקרים רבים גם הכריע את הכף. דברים שנראים לנו כה טריוויאליים היום כמו תקשורת של כוחות בשטח שאינה מוגבלת למס' ערוצים בודדים או תקשורת ארוכת טווח כגון תקשורת לוויינית, היו פעם נחשבים לפיקציה ולחלום של כל מפקד בשדה הקרב. כדי להבין את הגלגולים שעבר חיל הקשר והחידושים הטכנולוגיים שהביאו עימם צריך לחזור אחורה בזמן לתקופה של קום המדינה בה החל להתוות חיל הקשר. חיל הקשר הוקם ב' 14 באוקטובר 1948 על בסיס שירות הקשר של ארגון "ההגנה" והשתמש באמצעי קשר שבאו מעודפי ציוד של צבאות שלחמו במלחמת העולם השנייה. החיל היווה חלק מרכזי במאמץ המלחמתי בזמן מלחמת העצמאות שהביאה בסופו של דבר את ישראל לעצמאות. באותה תקופה בלטו בעיקר השימושים ביוני הדואר (מבצע חורב), שפת מורס ומכשירי קשר (שהיו בכמויות מוגבלות) כאמצעי תקשורת ארוכי טווח כאשר במקביל הוכשרו אנשי קשר כקשרים חטיבתיים, קשרי שריון, עובדי כתב סתר, סמלי וקציני קשר ועוד. בסוף מלחמת העצמאות, ביולי 1949, היו לחיל הקשר 12 יחידות קשר חטיביות, 25 יחידות קשר גדודיות ו-4 יחידות קשר למפקדות ברמת חזית. בסוף ינואר 1948 נסע מפקד שירות הקשר לארצות הברית למסע רכש מזורז שמטרתו רכישת אלפי מכשירי קשר נייחים וניידים, טלפונים וחלקי חילוף מעודפי הצבא האמריקאי. עם שידור ציוד הקשר בחיל, באמצע שנות ה-50 החלו להיכנס לצבא רכבי הקשר או בכינויים הרק"שים והתק"שים. אלה היוו מכפיל כוח ליכולת המבצעית בשטח. הבשורה שהביאו עימם רכבי הקשר היא האפשרות לנייד מפקדות ולקדמן לקרבת הכוחות הנמצאים במגע. תק"שים היו נפרשים בגבול המדינה העוינת ובעזרת המערכות קשר שבתוכם היו יוצרים תקשורת לכוחות שנעו בשטח האויב דבר שלא היה קיים לפניכן. ניתן לראות במעבר מתקשורת של יוני דואר לתקשורת מבוססת רכבי קשר את הצורך ליעל ככל שניתן את מרכיב הקשר, כבר אז הבינו את המשמעות והתרומה שלו בשדה הקרב. אותה מגמה ממשיכה למעשה עד היום, אנו כל הזמן עדים להכנסת מערכות קשר חדישות יותר, ששולבו בהם מערכות מחשבים וחוזי, שנותנות מענה מבצעי טוב יותר למפקדים ברמות השונות. ללא הקשר לא ניתן כיום לקבל תמונת מצב אמיתית של שדה הקרב ולקבל את ההחלטות הנכונות ובזמן אמת.

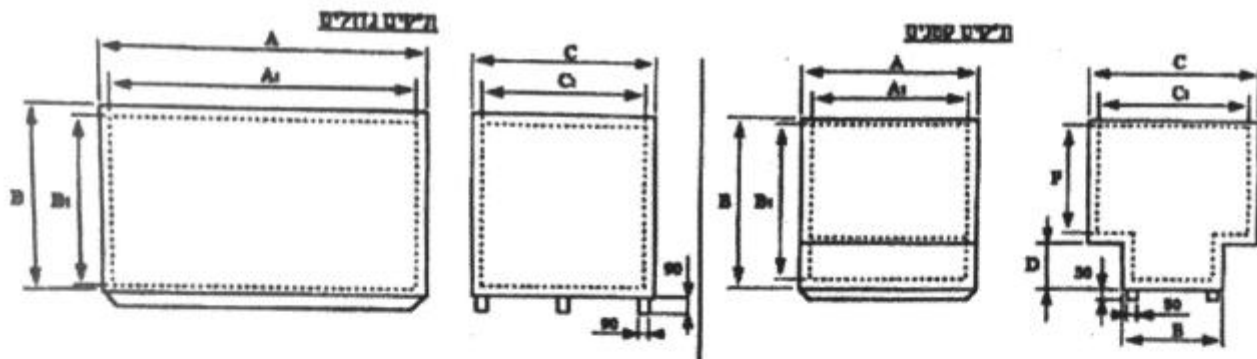
3. תקציר

בעבודה זו נציג את נושא הרק"שים והתק"שים בצה"ל תוך התמקדות בתחילת דרכם בצבא. התק"ש הוא תיבת קשר המותקנת על גבי פלטפורמה של רכב קשר. יש לציין שהתק"שים מתחלקים לשני סוגים עיקריים תק"שים גדולים ותק"שים קטנים (המידות מוצגות בהמשך). הרק"ש (רכב קשר) הוא פלטפורמה של רכב צבאי ואף אזרחי עליו מזווד ציוד קשר. בעבודה נפרט את סוגי התק"שים הראשונים שהופיעו בצה"ל ואת התרומה המבצעית שהביאו לחיל ולצבא כולו, נציג חידושים טכנולוגיים שהופיעו בעולם רכבי הקשר במרוצת השנים ונראה כיצד כל אלה משתלבים במורשת החיל. במהלך עבודה זו נתמקד בעיקר בטווח בין שנות ה-60 עד לשנות ה-70, נבין יחד כיצד השינויים שעברו רכבי הקשר במהלך שנים אלו השפיעו ישירות בקרבות ישראל באותה התקופה ונסקור כמה מסיפורי הגבורה הרבים של החיל. אין ספק שחיל התקשוב מהווה עד היום גורם מפתח בשדה הקרב ומסקירת כמה מסיפוריו אפשר לראות מורשת תרומה מבצעית עוד מימי קום המדינה ועד לימנו אנו.



-בלח"ס-

מידות התק"ש:



מידות בסנטימטר											ג	צד שמאל	צד ימין	מיסום דלת	משקל בק"ג	מק"ט	שם החלק	מס'ד		
דלת				פנימית				חיצונית												
רוחב	גובה	עובי דופן		F	1C	1B	1A	E	ד	C									B	A
860	1980	52.5			1804	2085	3404			1920	2170	3509	1	1	:	שמאל	550	3140-99907	1	1
860	1980	52.5			1804	2085	3404			1908	2170	3509	1	1	:	מרכז	550	3140-99915	2	12
780	1670	34			1930	1867	3354			2020	1955	3440				מרכז	550	3140-99869	3	S-141
930	1680	52.5			2073	1890	3500			2210	2030	3625				מרכז	640	3140-99966	4	S-280
930	1680	52.5			2073	1940	3500			2210	2100	3625				מרכז	650	3140-99532	5	280 ג
930	1680	52.5			2070	1892	4165			2210	2030	4290				סמייה קלה שמאלה	690	3140-99524	6	280 אל
810	1450	38.5	1160		1702	1590	1938	1180	430	1804	1700	2015				מרכז	340	3140-7680	7	S-250
620	1400	34/36	1000		1384	1473	1816	1130	470	1460	1550	1900			1	מרכז	200	3140-99788	8	25 ג
860	1980	52.5			2073	2085	5880			2210	2170	5995				מרכז	1250	3140-98005	9	30
					2340	2340	5830			2440	2440	6100				מרכז		2808-99224	10	מכלה



-בלמ"ס-

4. שיטת המחקר

את החומר המוצג בעבודה אספנו ממספר מקורות :

1. פגישות עם המנחים הרלוונטים לצורך איסוף מידע על המערכות והתכתבות במיילים.
2. סיורים בבסיס משי"א ובאתר ההנצחה של חיל הקשר.
3. חומר מקצועי מענף רק"שים – תק"שים בחט"ל.

במהלך העבודה עם המנחים שמחנו לשמוע ממקור ראשון את זכרונותיהם מימות הקרבות הקשים שפקדו את ישראל באותה התקופה ואת החשיבות והתרומה בשטח של החיל להצלחת הלחימה.

סיפורי הגבורה ששמענו חיזקו בנו את גאוות ההשתייכות לחיל וכקצינים לעתיד – הם תרמו להבנת החשיבות כדור המפקדים הצעיר שלו.

5. מילון מונחים

- 5.1. תק"ש – תיבת קשר
- 5.2. רק"ש – רכב קשר (ללא תיבה)
- 5.3. ר"ק – רכב קשר המיועד להובלה של התק"ש בלבד
- 5.4. מ"ק – מכשיר קשר
- 5.5. מקמ"ש – מקלט משדר
- 5.6. ת"ג – תדר גבוה
- 5.7. תג"מ – תדר גבוה מאוד
- 5.8. מג"ה – מגה הרץ
- 5.9. רד"ט – רדיו טלפון
- 5.10. גד"ים – גלים דצימטרים
- 5.11. טרופו – עורק רדיו המשתמש בהחזר הגלים משכבת הטרופוספירה.
- 5.12. ט"ג – מכשיר טלגרפיה
- 5.13. כ"ס – כתב סתר
- 5.14. צי"ד – צבא יבשה דיגטלי (שם כולל למערכות השו"ב המפותחות לזרוע היבשה)
- 5.15. משי"א – מרכז שיקום ואחזקה
- 5.16. רשת אדומה – רשת תקשורת מסווגת
- 5.17. רשת שחורה – רשת תקשורת בלתי מסווגת
- 5.18. צב"ד – ציוד בדיקה
- 5.19. חוזי- וידאו



-בלמ"ס-

6. התפתחות רכבי הקשר רק"שים, תקש"ים ורכבי הפיקוד בצה"ל רשימת כל הרק"שים /תק"שים

6.1. השוואה בין דורות וסוגים

קיימים סוגים שונים של רק"שים/תקש"ים הנבדלים בתכולה שלהם ובייעוד שלהם. בפרק זה נפרט את הסוגים השונים שהיו בשימוש צה"ל לאורך השנים וכיצד התפתחו מדור לדור.

6.1.1. הצ"ן (רד"ט)

רכב קשר מסוג רק"ש/תק"ש שהותקן בו ציוד רדיו וציוד נושא(צ"ן). ציוד נושא הוא מרבב של מספר אפיקי דיבור המועברים כאפנון על גבי תשדורת רדיו. מכשירי הרדיו ברכבי הצ"ן הראשונים עבדו בתג"מ בתחום של 70 עד 100 מגה"צ והוחלפו אח"כ במכשירים חדישים יותר שפעלו בתא"ג בתחום 690 עד 900 מגה"צ וכיום בתחום ה 2 מג"ה. המרבבים הראשונים היו בעלי 4 אפיקי שמע בלבד ולאחר מכן 8, 12 ו 24 אפיקים.

רכבי הצ"ן:

רקש-312 או זחל"ם רקש-321 צ"ן שכלל 2 משדרים ו 2 מקלטים, מבוקרי גביש, בתחום 70-100 מג"ה ומערכת רבוב ל-4 אפיקי שמע – טל 101 (CF-1) שניהם מעודפי מלחמת העולם השנייה. פרט למערכות הקשר הרכב כלל עמוד אנטנה שחיל המתרום לגובה 10 מטר, אנטנה יאגי בת 3 חוליות וגנרטור מוסע, כל זאת ע"ג נ.נ. 6X6 או זחל"ם.

6.1.2. גד"ם (גלים דצימטרים)

בדומה לצ"ן הגד"ם היה כלי רכב (רק"ש/תק"ש) לרד"ט ששימש להעברת אפיקי דיבור על גבי תקשורת רדיו, היתרון שלו על פני הצ"ן, בזמנו, היה שהכיל ציוד נושא (מרבב) ל- 24 אפיקים (בצ"ן 4 אפיקים) ואנטנה גבוהה וכוונית יותר שאפשרה תקשורת למרחקים ארוכים יותר (20 – 30 ק"מ) שבהם הצ"ן לא תמך. החיסרון היה שהיו בצה"ל באותו זמן רק 4 עורקי גד"ם שהופעלו על ידי גדוד הקשר הארצי (376), וסופחו למפקדות במקרים ספציפיים שהצריכו העברת מספר אפיקים רב יותר לטווחים גדולים יותר. (ראה פריסת עורק רד"ט במלחמת ששת הימים בסיני).

רכבי הגד"ם:

תקש 340 או 341 (ממסר) שכלל מערכת רדיו מק-800, בתחום 610-960 מג"ה ומרבב ל 24 אפיקי שמע. רכב העזר לגד"ם כלל אנטנה דו לוליינית, עמוד אנטנה שחיל המתרום לגובה 30 מטר ואת ציוד העזר להצבתו.



-בלמ"ס-

6.1.3. טרופו

כלי רכב להעברת אפיקי דיבור על גבי עורק רדיו. הטרופו כשמו כן הוא התבסס על תהליך הזירוי הטרופוספרי מה שאפשר קפיצת מדרגה רצינית בטווחי התקשורת שהיו קיימים בשטח. בנוסף לגידול בטווח השידור הטרופו כלל צ"ן מתקדם שתמך במס' רב יותר של אפיקי דיבור וטלגרפיה לעומת הגד"מ והצ"ן.

הסבר על תהליך הזירוי הטרופוספרי:

הזירוי הטרופוספרי הוא תהליך פיזור גלי רדיו לשכבת הטרופוספירה, המבוצע בדרך כלל לתועלתן של תחנות רדיו וטלוויזיה. מטרת הזירוי היא לאפשר לגלי הרדיו להגיע למרחקים גדולים במיוחד, כדי לשדר למרחק של מאות קילומטרים, גם לאזורים אליהם אין קו-ראייה ישיר. התקשורת מתבססת על אנטנות דיפול גדולות המשדרות אל שכבת הטרופוספירה אות רדיו בעוצמה גבוהה, המכוון לנקודה שבאמצע הדרך בין אתר השידור לאתר הקליטה. חלק מהאות המשודר מוחזר מהטרופוספירה בדומה לאפקט של מראה ונקלט באנטנות שבאתר הקליטה.

טבלת צ"ן/גד"מ/טרופו:

תק"ש / רק"ש	סוג המכונת	צ"ן/מכשירים עיקריים	מס' אפיקי דיבור	מרחק שידור / קליטה (ק"מ)	הערות
רקש 312 (צ"ן/רד"ט)	נושאת 6X6 עם כיסוי אברזין	טל – 401, טל-8, יכ 131/31 ו-מ.ק. 3.	4	8	מכונת צ"ן להקמת 4 אפיקי דיבור ברדיו – טלפון. מופעלת בדרג החטיבה ומעלה.
רקש 320 (צ"ן/רד"ט)	זחל"מ עם כיסוי אברזין	טל – 401, טל 8 ו-מ.ק. 3.	4	-	אפשר מתן 4 אפיקי רדיו טלפון
רקש 321 (צ"ן/רד"ט)	זחל"מ עם כיסוי אברזין	טל – 408, מק 1, טל 8 ויכ 124	8	8	אפשר מתן 8 אפיקי רדיו טלפון
תקש 322 (צ"ן/רד"ט)	זחל"מ או נ"נ 6X6	טל – 408, מק 200, טל 8 ויכ 124	8	8	מאפשר מתן 8 או 12 אפיקי דיבור רדיו טלפון
תקש 323 (ממסר לצ"ן)	זחל"מ או נ"נ 6X6	מק – 200, מק 408, טל 8, טל 312 ויכ 124.	-	-	תיבה לממסר של עורק רדיו – טלפון, לשימוש על עוצבתי.
תקש 340 (גד"מ)	משאית 6X6	טל – 412, מק 800 ו-טל 8.	12	30	נותן קשר רב אפיקי לצרכים מיוחדים – ברמת הפיקוד והמטכ"ל. מאפשר מתן 12 אפיקי רדיו – טלפון
תקש 341 (ממסר לגד"מ)	משאית 6X6	טל 406, טל 8 ומק 800	6	-	מכונת ממסר לגד"מ, מאפשרת מתן ממסר לעורק רדיו-טלפון תוך כדי "הורדת" 6 אפיקים
רקש 342 (גד"מ)	משאית 6X6 עם כיסוי אברזין	-	-	-	מכונת עזר לגד"מ. נתן מענה לקשר רב אפיקי לצרכים מיוחדים ברמת הפיקוד והמטכ"ל
תקש 350 (טרופו)	משאית ריאו	טל – 424	24	1000 - 100	-
רקש 351 (טרופו)	משאית 6X6	אנטנה	-	-	מכונת עזר לתק"ש 350

ניתן לראות שיפור במספר אפיקי הדיבור שניתן להעביר ובמרחק השידור.



-בלמ"ס-

6.1.4. הטלגרף

הטלפרינטר הינה מערכת להעברת מסרים טקסטואליים, הוספת מכשיר הטלגרפיה (ט"ג) אפשרה את המרת אותות הזרם הישר (DC) לתדרי שמע ואז העברתם כאפיקי שמע ישירים או על גבי רדיו. הטלגרף אפשר העברת מסרים יעילה למרחקים וכלל יכולות הצפנה (לפני הטלגרף שיטות ההצפנה בסיסיות ביותר והתבססו בעיקר על מתן שמות קוד למילים או החלפת אותיות לפי טבלאות המרה). אופן השימוש במערכת הטלגרף היה כדלהלן: כאשר הגיעה החטיבה או האוגדה לשטח היו פורסים את מערכת הטלגרף. תשתית הטלגרף הייתה מורכבת ממשדד קשר, רק"ש הצפנה (כ"ס) כדוגמת רק"ש כ"ס 450, ורק"ש שידור/טלגרף. למשדד הקשר הגיעו מברקים, בהתאם לסיווג הביטחוני הוחלט אם להצפין אותו או לא. אם היה צורך להצפין את המברק, הוא היה נשלח לרק"ש כ"ס שם הוצפן לכדי סרט נייר טלגרפי שהכיל את ההודעה המוצפנת. שנשלחה באמצעות הטלפרינטר דרך הטי"ג לרק"ש השידור שעמד בצמוד לרק"ש הכ"ס ושם שודר. בצד השני של הקשר הייתה תשתית זהה, ההודעה נקלטה ברק"ש הטלגרף ותורגמה לסרט טלגרפי שלאחר מכן נלקח לרק"ש כ"ס ופוענח. אחרי הפענוח ניתן היה לקבל את ההודעה במשדד הקשר. בתחילת דרכו בצה"ל הטלגרף היה מבוסס על שידורי ת"ג – גלי רקיע. גלי רקיע הם גלים שפוגעים בשכבת היוניספרה וחוזרים טלגרפיה חד-פס, שהתבססה על שידורי ת"ג – גלי רקיע. גלי הרקיע מאפשרים תקשורת לטווחים ארוכים מאוד, אך חסרונם לעומת התג"מ הוא הניחות בעוצמה שהם חווים במעבר מהארץ ליוניספרה ובחזרה.

דוגמא למברק שהגיע למשדד הקשר ונשלח ממנו למפקדת החזית, בסוף מלחמת העצמאות:

מס' סדורי במשדד הקשר:		טופס מברק		סל 1949	
נכנס	ביתר	מסל לקו זה לשימוש משדד קשר בלבד			
מאת:	מל"כ קצ"ר 12 באפריל 19 (אל"ן)				
אל:	מפקד קצ"ר חזית המלח				
רניל	נא לא אס השולח יצ"ן				
5	10	15	20	25	30
35	40				
זמן חביר		השולח:			
(03) 101600		שם:			
זמן עכבה		תפקיד:			
(מהחת לקו זה לשימוש משדד קשר בלבד)					
נחשקל	אמצעי	זמן	נשלה	אמצעי	זמן
נחשקל	אמצעי	זמן	נשלה	אמצעי	זמן

טופס 2001



-בלמ"ס-

רכבי טלגרפיה עיקריים היו: רקש 540 ותקש 541.

רקש 540:

משאית 6X6 עם מרכב פח סגור עליה הותקנו המכשירים הבאים: טפ – 4א, טפ – 3, טג – 9א, שט – 900 (מכשיר לשליטה מרחוק על מכשירי דב"ר), ממיר מתח 24/220, י"כ 124 וטל – 8 (טלפון שדה). טפ – 4א הוא טלפרינטר נייד המופעל בדרג האוגדה ומטה ויכול לעבוד בעורק קוי או ברדיו כאשר החיבור שלו לקו או למכשיר הקשר נעשה בעזרת יחידת בקרה לטלפרינטר טג – 8. כמו כן הוא יודע לעבוד מול טלפרינטרים אחרים כגון: טפ – 3, 5, 7, 10. טג – 9א יחידת בקרה המאפשרת הפעלת טלפרינטר דרך קו פיסה או רדיו בתנאי שדה ומשמשת בעיקר לקשר מהחטיבה לדרג הממונה. טפ – 3 הוא טלפרינטר נייד המופעל בדרג הפיקוד והמטכ"ל ומחובר לקו בעזרת טג – 8 או טג – 9. כדי להפעיל את הטפ – 3 בתק"ש היה צורך בממיר מתח 24/220 מהסיבה שהי"כ 124 (גנרטור) ידע להוציא רק 24 וולט בעוד שהטפ – 3 עובד על 220 וולט.

תקש 541:

תיבת קשר המורכבת על גבי משאית 6X6 וכללה את המכשירים הבאים: 5 יח' של טפ – 10, 4 יח' של טג – 4, 4 יח' של טג – 162 ו- 3 יח' של טג – 8. הטפ – 10 הוא טלפרינטר להעברת מברקים ברמת הפיקוד והמטכ"ל ברשת המקומיים (מרכזי קשר מרחביים). את הטפ – 10 היה ניתן לקשר לקו טלפון בעזרת טג – 8 שהוא יחידת בקרה עבור הטלפרינטר. טג – 162 הוא מכשיר טלפרינטר רב אפיקי המאפשר העברת 3 אפיקי טפ' במקביל.

בגלגולים מאוחרים יותר של הטלגרף החלו להופיע תק"שים כדוגמת תקש-428 שהותקן על גבי זחל"מ ותקש-429 שהותקן ע"ג משאית ריאו ושהתבססו על שידורי תדר גבוה ואפשר תקשורת למרחקים גדולים (100 ק"מ ומעלה).

רק"ש משרד קשר:

- ❖ רקש – 175 משרד קשר נייד בדרג החטיבה. מכשירים עיקריים: מ.ק 47, מרכ 22 (מרכזת שדה) ו- טל – 312.
- ❖ רקש – 560 משרד קשר נייד בדרג מפקדת האוגדה והפיקוד. מכשירים עיקריים: טפ – 3, מכ – 8 וטל – 8.

רכבי כ"ס:

- ❖ תקש – 427א/425: תיבת קשר קטנה לדרג החטיבה והאוגדה. מותקנת על משאית 6X6 או זחל"מ. תכולת התיבה: ציוד כ"ס וטל – 8.
- ❖ רקש – 450: מכונית כ"ס (משאית 6X6) לדרג האוגדה והפיקוד עליה מותקן ציוד כ"ס, מכ – 254 וטל – 8.

כ"ס רדיו

עם ההתפתחות הטכנולוגית הצליחו למזג את מכשיר ההצפנה עם מכשיר הרדיו (טלגרף) ופותח תק"ש כ"ס רדיו שלמעשה איחד את התק"ש טלגרף עם רכב כ"ס. השינוי הוביל להקטנת תשתית הטלגרף בשטח. דוגמא לכ"ס רדיו הוא תקש 436.



-בלמ"ס-

6.1.5. רק"ש רדיו

כלי רכב להעברת תקשורת רדיו. טבלת השוואה:

רכב	תכולה	סוג רק"ש
ני"ן 4X4 פרגו	מק 128 ויכ 20	רקש 105
ני"ן 6X6	מק 128, טל 8 ויכ 20	רקש 110
ני"ן 6X6 עם מרכב פח	מק 128, טל 8 ויכ 20	רקש 120

ניתן לראות שיפור מרקש 105 לרקש 110 בכך שהוא נתן אפשרות לתקשורת טלפון הודות לטל 8 (טלפון שדה) שהתווסף. בין רקש 110 לרקש 120 אין שיפור מבחינת הציוד קשר אבל יש שיפור מכאני, ברקש 120 יש מרכב פח סגור שמחליף את הכיסוי ברזנט שקיים ברקש 110.

6.1.6. חד פס

רכבי קשר העובדים בתחום התדר הגבוה (ת"ג). תקשורת חד פס מבוססת על גלי רקיע שפוגעים בשכבת היוניספרה ומוחזרים חזרה לקרקע (אפקט מראה), היא מאופיינת בטווחי שידור גדולים (100 ק"מ ומעלה) וניחותי הספק גדולים.

רכב	תכולה	סוג רכב
זחל"ם או משאית 6X6	מק 708, טפ 4, טג 9 וטל 8	תקש 126
זחל"ם	מק 106, מק 44, מק 46, טל 8/312	זחל"ם פיקוד
נגמ"ש M-113	מק 106, מק 44, מק 24	נגמ"ש פיקוד

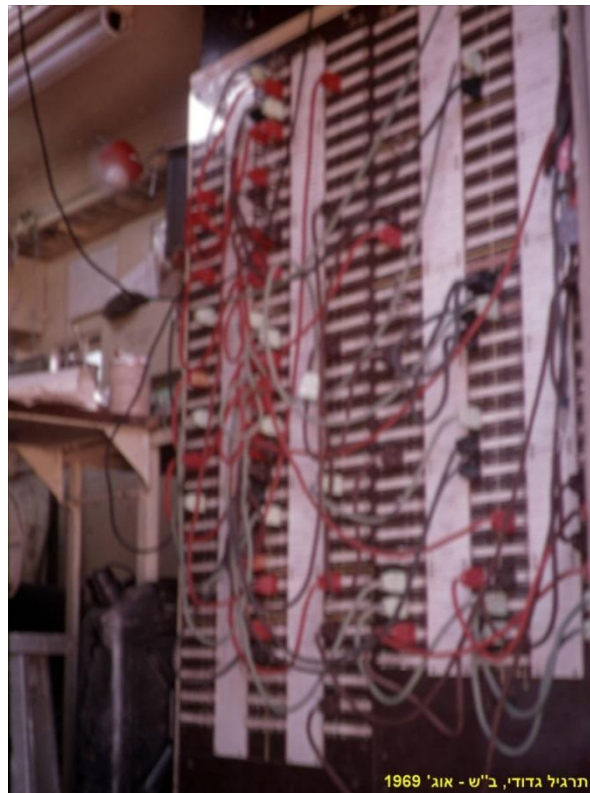
6.1.7. תק"ש מב"ם ופרישת אוגדה בשטח

תפקיד המב"ם הוא לנתב אפיקי תקשורת פיזיים, בין הרק"שים השונים לבין המרכזייה או מרכזיות וצרכני הקשר בחמ"לים השונים, במפקדה נפרסת. בדרך כלל מחובר כבל רב זוגי בן המב"ם לכל אחת מהפונקציות הנ"ל. הקצה בכל חמ"ל מתפצל לטלפונים, טלפרינטרים כ"ס וכדומה. קצה הכבל במב"ם מחובר אל לוח הניתוב, דרכו הוא מנותב (מתחבר) לפונקציות מתוכננות מראש בחמ"ל, אפיק במרכזייה ואפיקי הרד"ט. כאשר יש צורך בשנוי הניתוב (לדוגמא: חיבור זוג 3 בכבל המרכזייה לזוג 3 בכבל הבא מחמ"ל מודיעין במקום החיבור המתוכנן לזוג 8 בכבל הבא מגבעת הצ"נים) משתמשים בכבל ניתוב (Patch Cord) בין האפיקים הרצויים ועל ידי כך גם מבטלים את הניתובים המתוכננים מראש של כל אחד מהאפיקים שחוברו מחדש.



-בלמ"ס-

כך נראה לוח הנתוב במב"ס :

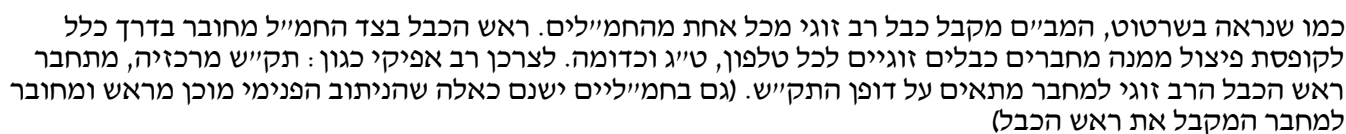


תק"שי המב"ס :

הערות	רכב	תכולה	סוג רק"ש
תק"ש זה מוכר כצק"ס, מוחלף עם תק"ש 361 או 362. תפקידו היה למרכז ולמסגר את החיבורים לכל הקשר הטלפוני והטלגרפי בדרג האוגדה והפיקוד	משאית 6X6	לוח חיבורים ראשי וטל - 8	סוג רק"ש תקש 360
תק"ש מב"ס לדרג האוגדה ומעלה	משאית 6X6	טג - 2, מסדים	תקש 361
תיבת מרכזיות המחוברת למב"ס	משאית 6X6	4 רכזות 30 קו כ"א	תקש 362



פרישה אופיינית של מפקדת אוגדה (שנות ה-70):



שרטוט הפרישה הוא אופייני לאוגדה ודומה לו תהיה פרישה של מפקדת פקוד אם כי עם יותר עורקי רד"ט (כולל גד"ס וצ"ן). חמ"לים כמו בשרטוט נפרשו החל מ 1970 ואילך כאשר שנויים חלו במספר האפיקים שהתקבלו מכל צ"ן ושנויים שנוספו לאחר מכן עם כניסת המחשוב ואפיקי הוידאו. בשרטוט כל חמ"ל / מכלול כלל 2-4 זחל"מים / נגמ"שי פיקוד שעל הדופן הפונה למרכז נפרשו ש"טים ורמקולים המחוברים למכשירי הקשר שבתוך הזחל"ים / נגמ"ש. בין הכלים נפרש אוהל ובתוכו נפרשו המפות ושולחנות עליהם הונחו טלפונים ומערכות שמע אחרות ומאוחר יותר מחשבים וצגי מחשב.

מרשם קשר – בנספח ד'.



-בלמ"ס-

6.2. חידושים ושינויים מרכזיים בנושא התק"ש והרק"שים

6.2.1. חידושים מכאניים

לאורך השנים, לצד ההתפתחות הטכנולוגית, בוצעו גם שיפורים ניכרים בהיבט המכאני של התק"ש והרק"שים. שיפורים אלו השפיעו גם על חווית המשתמש וגם על ההיבט המבצעי.

- "פטנט הצפרדע" "רמשא": פטנט הצפרדע הוא שיטה מהירה לפריקה והעמסה של תק"ש על גבי ר"ק. בעבר התבצעה העמסה של תק"ש על גבי הר"ק באמצעות מנוף וכבלים שהרימו את התק"ש ורתימת התיבות לרכב נעשתה בעזרת "מותחנים", שיטה זו הייתה איטית יותר, פחות בטיחותית ומסורבלת. כיום מתבצעת ההעמסה והפריקה בדומה להעמסת פחי אשפה ("צפרדע") על גבי משאית זבל. זה תורם להיבט המבצעי בכך שתהליכי ההעמסה והפריקה הרבה יותר מהירים, דבר אשר מזרז את תהליך פריסת הציוד בשטח, פריקה/העמסת תק"ש אורכת דקות בודדות

- "טוויסטלוק": הטוויסטלוק הוא מנגנון נעילה אשר מקבע את התק"ש על גבי הר"ק בצורה יעילה ובטיחותית. מנגנון זה מחליף את דרך הקיבוע שהייתה נפוצה בעבר, שבמסגרתה לאחר שהועמס התק"ש, הוא נקשר לר"ק באמצעות כבלים. דרך זו הייתה לא יעילה ומסורבלת, והיה צורך ביצירת פלטפורמה ייעודית שתקבע את התק"ש לגוף הרכב. כיום רוב הרכבים והתק"שים מתממשים זה אל זה באמצעות הטוויסטלוק. שיטה זו מקובלת בשינוע ועיגון מכולות וכיום גם תיבות קשר חדשות.

- "מהפכת המסילות": בעבר בעת הרכבת התק"ש/רק"ש, היו מקבעים את הציוד והמכשור לקורות מתכת הנמצאים בתוך דפנות התק"ש. שיטה זו הגבילה את מיקום הציוד, לא היה ניצול מרבי של המרחב בתק"ש ואפשרות להכניס את כל הציוד הנדרש מבצעת וכן הקשתה לתכנן פריסה שתהיה נוחה וארגונומית למפעילים. כדי להתמודד עם הבעיה, הותקנו מסילות אשר מתחברות לאותן קורות, עליהן ניתן לקבע את הציוד בכל נקודה במרחב ובכך לנצל את התיבה בצורה יעילה יותר.

- מתקן מנהלתי- כדי להפעיל את התק"ש נדרש ציוד עזר וציוד מנהלתי רב כדוגמת גנרטור י"כ, ג'ריקן מים ודלק, כבלי מתח, כבלי תקשורת, אנטנות ואפילו שולחן וכסאות, כל אלו הועמסו בתוך התק"ש ולעיתים גרמו לנזק. כדי לפתור בעיה זו תוכנן מתקן מנהלתי שהועמד יחד וצמוד לתק"ש על רכב ריאו ארוך ובו אוחסן הציוד.

6.2.2. חידושים בתקשורת

- **תקש"ב מול קשר**: כיום המושג המוביל הוא לא קשר אלא תקש"ב שהינה מערכת מוכללת הכוללת את כל תחומי העברת המידע הדיגיטלי כולל דיבור, תמונות, סרטים, מפות, דואר אלקטרוני, אינטרנט וכו' ולא רק דיבור או מורס.
- **מחשוב**: פריצת דרך טכנולוגית משמעותית נוצרה ע"י תק"שי המיחשוב (863, וזידיה) שהם סללו את הדרך לצי"ד, מאוד בולטת יכולת העברת המידע שבתחילת הדרך יכולנו להעביר שיחות טלפון בודדות או מברק וכיום ניתן להעביר אלפי שיחות כולל וידאו, מידע מגוון, מפות וכו' בו זמנית, אם דיברנו בכמות השיחות שניתן להעביר, מדברים כיום על ניפחי תקשורת.



-בלמ"ס-

- **ציוד אזרחי:** שינויים משמעותיים אנחנו גם רואים בהכנסת ציוד אזרחי לתק"שים, דבר שגרר כניסה לטכנולוגיות חדשות, והגדלת נפחי תעבורת מידע.

6.2.3. חידושים בחשמל

- **י"כ מול תחנות כח:** בתחילת הדרך היו מצבר רכב ויכ' (יחידת כח קטנה), כגון יכ-220, יכ-124, עברו לגנרטור ניגגר כגון רקש-650, ועברו לתחנות כח בתצורת מכולה כמו בצי"ד וכן למתקן גנרטורים גדולים בתוך תיבת הקשר תוך מתן פתרון לרעש, לרעידות ולפיזור חום.
- **מערכות חשמל:** בתחילת הדרך היו בתיבות לוחות חשמל שהכילו מפסקים בלבד, מצבר ומטען שמוותקנו בתוך התיבה. לאחר מכן עברו למסדי כח שכללו לוח פיקוד ובקרה ממוחשבת על כל המערכות, מערכות התרעה על בעיות וחריגות מתח, הופך פאזות, מיצבי מתח, מצברים יבשים, מטענים, ממירים, מסננים וכו'.

6.2.4. חידושים בחווית המשתמש

- במהלך תכנון התק"ש מושקעת מחשבה רבה בחווית המשתמש כדי להקל כמה שניתן על המפעיל המבצעי בשטח. כאשר מדברים על חווית המשתמש, אחד הדברים העיקריים הוא תכנון נכון של הציוד המרכיב את תכולתו של התק"ש. תכנון נכון הוא לדוגמא נגישות לציוד קשר והכנסת כל התכולה הנדרשת תוך שמירה על מרחב עבודה תקין. להלן מס' חידושים שהופיעו עם השנים הקשורים לעולם חווית המשתמש:
- **מרחבי עבודה:** מעבר מתיבות קטנות לגדולות ואחר כך למכולות וכיום לתיבות מתרחבות נתן מרחבי עבודה גדולים ומרווחים, אם תיבה קטנה היתה במידות של 2X2 מטר, תיבה גדולה היתה כבר במידות 3.5 X2 מטר, מכולה 6X2.4 מטר ומכולה מתרחבת (כדוגמת צי"ד) 6X6 מטר !
- **צבע התק"ש:** התכנון מגיע עד הפרטים הקטנים כגון הצבע בתוך התק"ש. עם השנים החלו לצבוע את פנים התק"שים בצבע ירוק בהיר בגלל השפעתו הפסיכולוגית המרגיעה על המפעיל המבצעי.
- **תנאי האקלים בחוץ ובתוך התק"ש:** על מנת למנוע התחממות מיותרת של התק"ש פיתחו צבע חיצוני דוחה קרינת שמש, באופן זה התק"ש סופג פחות קרינה מהשמש ולכן מתחמם פחות. באותו אופן, על מנת למנוע עומס חום בתוך התק"ש, מותקנת מערכת מיזוג אוויר. חשוב לציין שבדרך כלל קיים מיזוג אוויר ייעודי החיוני לתפקוד תקין של הציוד בתוך תק"ש ורק אחר כך לרווחת המפעילים.
- **הגנה נגד חל"כ:** לעיתים הצבע אינו עניין אסטטי בלבד אלא מהווה כלי הגנה עבור הנמצאים בתק"ש. לדוגמא בתקופת מלחמת המפרץ, היה חשש לשימוש בנשק כימי מצד המדינות העוינות, והיה ניסיון לצבוע את התק"שים בצבע שאינו סופח חל"כ.
- **הרמת התורן:** לאורך השנים התווספו חידושים נוספים אשר הקלו על תפעולו של התק"ש בידי המפעיל, לדוגמא בעבר התורן היה ידני, כלומר היה צורך להשקיע מאמץ פיזי על מנת להרים את התורן חוליה-חוליה, וכיום קיים תורן פנאומטי הנשלט באמצעות בקר ולא מצריך מאמץ פיזי של המפעיל.



-בלמ"ס-

- תק"ש-מטוס: כדי לשפר את אסתטיות ומראה פנים התק"ש ניבנו דפנות כפולות כדוגמת דפנות פנימיות במטוסי נוסעים, שמאחריהם הוסתרו כל הכבלים ושאר התשתיות.
- כדי לתת קירור טוב יותר לציוד וכן להפחית את רמת הרעש שבו נמצא המפעיל, החלו לבנות תק"שים הבנויים משני חללים נפרדים – חלל אחד בו נמצא כל הציוד וחלל שני בו נמצא המפעיל וביניהם מחיצה שקופה.

6.2.5. תקש 555 – שינוי תפיסת התכנון

ייחודה של תיבת ה"קשת" (שתוכננה בשנת 1969) הייתה היותה מערכת שנעה, הוקמה ופורקה כמעט מדי יום גם בשגרה זאת בניגוד לרוב תיבות הקשר שיועדו לחירום ונוידו רק מספר מועט של פעמים בשנה לצורך תרגילים, מבצעים ומלחמה. בניגוד לרוב תיבות הקשר בהם היה הצוות פעיל בעיקר בהקמה ובפירוק, פעילות הצוות בתיבת ה"קשת" הייתה רצופה מהקמתה ועד פרוקה. בשל סיבות אלו, למרות התכנון החפז, הוריש תכנון תיבת הקשת מספר מגמות שיושמו בתיבות הקשר שתוכננו לאחריה והביאו לשינוי מהותי לכל הקשור לתכנון תיבות קשר. השינויים המהותיים שהביא תק"ש "קשת" :

- הפיכת התק"ש לתיבה אינטגרלית המאפשרת העברתה מרכב לרכב ללא צורך במתקן מלבד רתימה. הדבר נעשה ע"י הכנסת המצברים לתוך התיבה והתקנת עמוד האנטנה על דופן התיבה ולא על הרכב הנושא. הרכבים עליהם הותקנו התק"שים באותה תקופה היו שאריות של מלחמת העולם השנייה ולכן הם היו מאוד ישנים ולא אמינים והתקלקלו בתדירות גבוהה. ההשלכות היו שלעיתים לא היה ניתן להשתמש בתק"ש לא בגלל בעיה בתק"ש אלא בגלל בעיה מכאנית ברכב הנושא את התק"ש דבר שהיה יכול לצמצם את אחוזי השמישות של המערכת. ברגע שהתק"ש נהיה אינטגרלי ולא תלוי ברכב, בזמן תקלה של הרכב היו מעבירים פשוט את התק"ש לרכב אחר וממשיכים להשתמש בתק"ש מבלי להיות תלויים ברכב התק"ש.
- התקנת ארגזים לנשיאת הכבלים על דופן או גג התיבה לפי צרכי ההתקנה ושינוי צורת העגינה של התיבה לרכב בעקבות נסויי דרך שנעשו לראשונה ברק"ש ה"קשת". כל אלו תרמו לחווית המשתמש בתק"ש ואפשרו לו לעשות את העבודה שלו בצורה טובה יותר.





-בלמ"ס-

6.3. התרומה המבצעית של הרק"ש/תק"ש

6.3.1. מתי נכנסו הרק"שים ותק"שים והיכולות שהביאו עמם

הרק"שים והתק"שים הראשונים הגיעו לשימוש צה"ל בשנות ה-50 והם היו מאוד ישנים מאופי היותם מזוודים בציוד של מלחמת העולם השנייה. המענה העיקרי שהתק"שים והרק"שים באו לספק הם ניידות. אם בעבר התקדמות הכוחות בשטח הייתה מוגבלת ע"י פריסת קווי טלפון, התק"שים והרק"שים סיפקו תקשורת לכל מקום אליו הכוחות הגיעו. הניידות הייתה חסרון של מפקדות החטיבות בצה"ל, שלא יכלו לדלג בעקבות הכוחות ולא יכלו לשלוט על מרחב גדול כי לא הייתה להם פריסה בשטח. הרק"שים והתק"שים היוו הגורם המקשר בין הכוחות בשטח למפקדה ונתנו מענה לצרכי הקישוריות ולצרכי תקשורת מתקדמים שהופיעו עם הקמת האוגדות בצה"ל שהוקמו כפיתרון לחוסר הניידות של החטיבות.

התק"שים והרק"שים העבירו את המפקדות והמפקדים לקדמת הלחימה. במקום להיות במקום סטאטי – בפיקוד או במבנה, הם אפשרו למפקדה לדלג, להיות בתוך השטח ולנוע בעקבות הכוחות. ממסרים ניידים הם אלה שאפשרו לדבר בין הכוחות הקדמיים לבין הפיקוד. בתחילת הדרך ממסרי הרדיו היו ממסרים אנושיים שהעבירו בדיבור את התקשורת. תפקידם היה לקשר בין שני צדדים שקלטו את המסר אך לא אחד את השני. טכנולוגיות ה- VRC וה- GRC, הביאו עמם ממסרים אוטומטים ולא היה צורך יותר בממסר אנושי.

הניידות לא הסתיימה בתקשורת. הרק"שים והתק"שים סיפקו מכלול עצום של שירותים – החל מחפ"ק, מעבדות ניידות, מחסנים ועד ללוחמה אלקטרונית, כח אנרגיה ומחשוב. חפ"קים נבנו בתיבות, במכולות ע"ג משאיות, בנגמ"שים וע"ג רכבים קלים. חפ"ק של מפקד אוגדה קיבל את היכולת לדלג יחד עם הכוחות באמצעות זחל"מי/נגמ"שי הפיקוד ששימשו כרק"שים ואלה סיפקו לו אמצעי שליטה על הכוחות מקרוב וקשר למפקדה ממונה. יתרון נוסף הוא היכולת להחליף מפקדה קיימת במידה וזאת נפגעת, במידה והמפקדה הראשית משתתקת, יכלה המפקדה הקדמית, שהייתה מושתתת על רק"שים, להחליף את המפקדה שנפגעה. הרק"שים והתק"שים היוו תרומה גם ללוחמה אלקטרונית. לא תמיד אותו מיקום סטאטי של כוחות ל"א כיסה את האזור הרצוי, והרק"שים נתנו פריסה טובה יותר ואפשרות לחסימות בקטעים מול האויב אליהם לא ניתן להגיע ללא ניידות.

נוסף על יתרונות אלה, הרק"שים והתק"שים היוו פיתרון בנושאי תחזוקה. על מנת לתת מענה תחזוקה בשטח השתמשו ברקש 500 – מעבדה ניידת ברמה האוגדה. כוחות של חיל הקשר עם רק"שי מעבדה ניידת וציוד קשר חלופי היו חלק מהלוגיסטיקה לצד יחידות המזון, דלק, רכב ומכונאי שתחזקו את הכוחות מקדימה.



-בלמ"ס-

6.4. תק"ש"שים ורק"שים בשטח

6.4.1. תפעול תק"ש בשטח

תפעול התק"ש בשטח כלל הגעה למיקום, פריסת הציוד ויצירת הקשר. תחילה יצא סיור לשטח שכלל נציג מכל אגף באוגדה יחד עם סגן קצין קשר כדי לשרטט את פריסת המפקדה על מנת לדאוג שהפריסה מתאימה לתפעול יעיל של מערכת הקשר.

על כל מכלול ציוד היה צוות שהיה אחראי על פריסתו ותפעולו – לדוגמה לצ"ן היה צוות בעל ארבעה אנשים – נהג, טכנאי, ושני מפעילים. הקמה ופירוק של המערכת במהירות ובמיומנות הייתה קריטית כי היה צורך לספק קשר מיידי למפקדים. לכל אחד היה תפקיד ספציפי שהוא אחראי עליו בעת פריסה ופירוק על מנת לייעל תהליכים, לדוגמה חיבור יתד הארקה או קיפול ערכות צד של ש"ט.

לאחר ההגעה לשטח ופריסת הציוד, נעשה שלב יצירת הקשר. השלב היה שונה כתלות בציוד, ועל יצירת כלל הקשר ותקשורת שוטפת ברמת האוגדה היה אחראי מפקד גוף הקשר הנייד. עבור צ"ן שהיה צריך ליצור קשר עם צ"ן אחר, הוקמה אנטנה והיה צורך להתכוון אחד מול השני. אם היה צורך, התבצעו תיקונים נדרשים בכיוון האנטנה עד שהעורק עבד. הליך זה נעשה עבור כל שני צ"נים בעורק כדי לוודא תקשורת מקצה לקצה. עבור ציוד רדיו, שהיה כלל כיווני, היה צריך להיכנס לרשת הנכונה ולוודא שנוצר קשר עם שאר המשתמשים ברשת. לעומת זאת עבור רק"ש כ"ס או טלפרינטר בריכוז של חפ"ק או מפקדה, מחלקת התקשורת הייתה מחברת את הקווים בין כולם מהמב"מ ודואגת שמערכת הקווים באתר תעבוד. החפ"ק הפיקודי עבד מול כלל החפ"קים של הכוחות בשטח.

לאחר השלב הראשוני של יצירת הקשר, הצוות היה אחראי על תקשורת שוטפת כתלות בתזוזות של הכוחות בשטח. לדוגמה בעת מלחמה, הייתה תזוזה כל כמה שעות לפיכך התק"ש צריך לזוז עם הכוחות בשטח ועליו להישאר בקשר שוטף בעת התזוזה. לעיתים במהלך קרבות, עורקים זזו בשלמותם יחד עם החפ"ק והיה צורך לוודא שהתקשורת עם החזית נשמרת.

היו לא מעט אתגרים נוספים שצצו בשטח. קרה לא פעם שתוך כדי פעולה קרו שיבושים בקשר או תקלות בציוד, והיה צורך לרוץ לאורך כל העורק ולבדוק איזו חוליה לא עובדת. בנוסף הרבה פעמים תק"שים התמקמו במיקומים אסטרטגיים אך בולטים בפני השטח. כאשר באו להפציץ את המיקום, היה עליהם להתפזר ולהתמקם שוב – תוך כדי שמירה על קשר שוטף.

6.4.2. תחזוקה בשטח (דרג א' ו- ב')

התק"שים והרק"שים הם כלים נושאי טכנולוגיה מורכבת – ועל כן לא פעם פגשו מפעילי התק"שים בתקלות בשטח, לעיתים אף במהלך לחימה. התיקונים בשטח היו לרוב דרג א' וכללו בדרך כלל החלפת ציוד – החלפת מקמ"ש, טלפון או מכשיר. על מנת לבצע תיקוני דרג ב' היה צורך במעבדה ניידת שהייתה זמינה ברמת החטיבה – לשם כך השתמשו בתקש-500 ותקש-700 של חלקי חילוף. אם בשלב זה לא נפתרה הבעיה, התקלה הייתה מועברת לדרג ג' – רמת הפיקוד, ושם אם זה לא נעצר, זה היה ממשיך לבסיס אחזקה ואז למש"א. הייתה תקופה בה הוכשרו חשמלאי תק"שים בקורס בבה"ד 7, אך כאשר הגיעו לשטח בפועל התברר שלא יכלו לתפעל תקלות כנדרש, מה שנבע מחוסר ניסיון וכמובן ממערכות מורכבות ומסובכות.

האחראים על טיפול בתקלות בשטח היו בדרך כלל מפעילי הציוד או טכנאי. באילוצי השטח, הם נאלצו לאלתר, לעבוד עם מה שיש ולעשות כל מה שהם יכולים על מנת לדאוג שהכל יעבוד. לפיכך נפוצים סיפורים על פתרונות יצירתיים בשטח של מפעילי ציוד בעלי רקע טכני אך לא לכולם היה ידע מעבר ולרוב מפעילי הציוד לא ידעו לזהות תקלות בגלל חוסר הבנה של כלל המערכת. מלבד החלפת מכשיר בשלמותו, הם היו מוכשרים בחיבור לרשת או חיבור לחשמל. על כן בהיעדר יכולת טכנית של המפעילים בשטח, רוב התקלות היו מגיעות למש"א.



-בלמ"ס-

בגלל חוסר הידע בכלל מכלול התק"ש, הרבה פעמים הבעיה לא אובחנה כראוי – לדוגמה התקבלה תלונה על מזגן שתקול, אך למעשה מקור התקלה היה בהיפוך פאזות בחיבור החשמלי ולא במזגן עצמו, או לעיתים תפעול הבעיה הסתכם בהרמת מפסק. במקרים מסוימים התקלה הייתה מזוהה – הייתה התראה בצידוד באמצעות נורית אדומה שהייתה נדלקת יחד עם צפצוף. התראה זו הייתה מספקת מידע לדרג ד' לגבי אופי התקלה, והם יכלו לסייע למפעילים בשטח לתפעל את התקלה. במקרים אחרים התקלה כלל לא זוהתה, והיה צורך בצוות טכני שהגיע מהמש"א. תקלות בשטח שחזרו על עצמן הרבה פעמים, למשל היפוך פאזות, קיבלו פיתרון אוטומטי מובנה ע"י הוספת "הופך פאזות".

לעיתים קצין טכני שהיה מגיע לאתר פריסה של תק"שים באוגדה היווה נכס רב – היה לו הרבה יותר ידע טכני מאשר למפעילי הכלים, לפעמים הוא היה יודע לאתר או להצביע על תקלה. כמובן שהצלחתו הייתה תלויה בניסיון עבר שצבר, לפיכך בעבר היה נפוץ שדרג א', ב' או קצין טכני היו מנסים לפתור את הבעיה ובמידה וכשלו היו מזמינים צוות ממש"א. פרק הזמן בין איתור התקלה לתיקונה היה נמשך מחצי יום עד יום, ולעיתים זמן זה היה יקר. לפיכך השתנתה התפיסה, וכיום במהלך מלחמה, תרגיל או מבצע, יש צוות ממש"א לאחזקת תק"שים שנמצא בשטח קרוב מאוד לאוגדה וזמין לכל תקלה וקריאה בזמן אפס. כיום גם החלפים נמשכים מראש לפיקודים, ולכן אין צורך למשוך אותם מהמש"א או ממצ"ח. בדרך זאת, באמצעות הפקת לקחים מהעבר, קיבלנו מערכות זמינות ומתפקדות ברצף.

6.5. תכנון ובנייה של התק"שים ורק"שים

6.5.1. תהליך דיגום תק"ש/רק"ש (מחזור החיים של התק"ש)

קיים תהליך רישמי ומוסדר וכן תהליך מקוצר המופעל בעיקר בחרום, במבצעים מיוחדים או מול יחידות מיוחדות. בתרשים מתואר תהליך המקובל והמוסדר:





-בלמ"ס-

הסבר על השלבים :

1. אפיון מבצעי :

הדרישה באה מהשטח, אנשי מבצעים, מז"י, מקש"פ, ק' טכני, יח' מיוחדות וכו'. במסמך זה הם מפרטים את "מה הם צריכים" לעתיד או למבצע מסויים וכו', מכיל מידע על :

- כמה עורקים,
- סוגי מידע נדרשים,
- תקשורת למזל"ט,
- זמן פריסה וקיפול,
- עצמאות אנרגיות בשטח וכו'.
- שטחי הפעילות, שדה, כבישים, מדבר וכו'
- תיבה, נגמ"ש...

2. אפיון טכני :

מתקבל מלוט"ם או יח' התקשור"ב מגוף טכני אחר. במסמך זה מפורטים הדברים הבאים :

- איזה פלטפורמה הם רוצים , סוג תיבה/מכולה, גודל, צבע, שיטות שינוע, סוג הרכב הנושא,
- תכולת הציוד וכמויות, כולל מכשירים תרנים ואנטנות.
- סכימת פריסה עקרונית
- תכולה וכמויות ציוד העזר : כבלים, ציוד רזרבי, ג'ריקנים למים/דלק, יתדות הארקה, כלי עבודה וכו'.
- אספקת אנרגיה : גנרטור/רשת נייחת/מצברים, זמן פעולה ללא מתח רשת,
- דרישות מיגון כגון אדום/שחור
- דרישות מפורטות לקשר/תקשור"ב

3. תכנון הנדסי : (מש"א)

התכנון במש"א כולל מספר שלבים ומפגשים עקרוניים מול הלקוח ולוט"ם : CDR , PDR, SOW , *

מהנדסי המש"א מקבלים את האופיון הטכני, בודקים ייתכנות ואפשרות ביצוע הפרוייקט, כגון : האם כל הציוד יכנס בתיבה, ביצוע חישובי אנרגיה ומאזן בין אספקת המתח לבין סה"כ צריכת חשמל, ביצוע חישובי מאזן חום : איזה מזגן נדרש, פתחי איורור וכו', מיקום הציוד, ביצוע חישובי איזון משקלי ויציבות הרכב, תכנון ושרטוט פריסה עקרוני בהתאם לכללי הארגונומיה ונוחיות המפעיל ומציגים זאת ללקוח במפגש PDR כולל הצגת מודל תלת ממדי (3D).

לאחר קבלת האישור מהלקוח נכנסים לתכנון מפורט של התק"ש, שרטוטי פריסה מכנית, שרטוטי חשמל, שרטוטי תקשורת, תכנון של כל המקבעים המסדים וכו'. תכנון זה מוצג ללקוח/לוט"ם בפגש CDR. הכנת רשימות חלפים לרכש (BOM)



-בלמ"ס-

4. ייצור דגם : (מש"א)

לאחר קבלת אישור הלקוח מועברת רשימת רכש חלפים וציוד למחלקות עתודה ורכש ולמצל"ח, כאשר במקביל מגיעים שרטוטי יצור מכין לקו הייצור. כמו כן מתקבלים שרטוטי ההרכבות והחלפים מרכש ומתחיל תהליך בניית דגם התק"ש/רק"ש.

5. בחינה ואישור חימושי : דגם התק"ש/רק"ש מועבר לחיל חימוש לביצוע ניסוי יציבות וניסוי דרך.
6. בחינה ואישור מבצעי : מבוצע ע"י גורמי החייל, ענף טכני בלוטס והלקוח. העברת הערות ולקחים למש"א לתיקון/שיפור הדגם.
7. ביצוע השיפורים : מתבצעים שיפורים בדגם ע"י המש"א והעברתו ללקוח כולל תיקון שרטוטי הייצור.
8. יצור סדרה (מש"א).
9. אחזקה (מש"א) :

התארגנות לאחזקה בדרגים השונים ובעיקר במש"א, לימוד הפרויקט, רכש חלפים לאחזקה וכו'. התארגנות עם צוותי אחזקה (חוליות חוץ) למתן אחזקה בשטח, בחרום, בתרגילים ובמבצעים. התארגנות לביצוע שיקום עמוק דרג ד'.

10. שו"שים (מש"א) : הכנסת שינויים ושיפורים לתק"ש לפי דרישות וההתפתחות הטכנולוגית וביצועם בתק"שים ע"י המש"א.

הסבר על התהליך המקוצר :

לעיתים כאשר נושא מאוד דחוף שאנשי ענף טכני/לוטס יושבים ישירות מול מהנדסי המש"א ואנשי הייצור כדי להגדיר את הצרכים וביצוע הדיגום בהתאם ליכולות המש"א לתת פיתרון מיידי. בדרך זו התהליך הינו מקוצר ולא כולל את רוב השלבים האמורים וכולל בעיקר פריסת הציוד, בדיקת יציבות, מאזן חשמל ומאזן תרמי, ייצור והתקנה.

בנספח ד' : הגדרת דרישות פרויקט לפני תחילת פיתוח מוצר חדש.

6.5.2. תכנון תק"ש/רק"ש – הבדלים מרכזיים בין העבר להווה

לפני כל בנייה של תק"ש מבוצע תכנון והעמדה של כל התכולה שלו, תוך דגש על ארגונומיה ונוחיות המפעיל, איזון משקלי ויציבות הרכב, איזון תרמי, ומאזן צרכני חשמל והספקים. תהליך הבנייה מתחיל בתכנון עמדות, ממשיך בתשתיות וציוד קשר שעתיד להיות מותקן בו וכלה בבדיקות היתכנות. בעבר, שלב התכנון נעשה באמצעות בניית מודל עם קופסאות עץ שהותקנו בתוך התיבה אשר דמתה תק"ש. כיום יכולת התכנון הרבה יותר יעילה ומתקדמת, ובמהלכה משתמשים באמצעים טכנולוגיים מתקדמים. לדוגמא התכנון מתבצע במחשב, בתוכנה ייעודית לתכנון מודלים ורכיבים תלת ממדית, אשר באפשרותה להפיק תיק שרטוטים המדמים את התק"ש ותכולתו. בימינו אף אפשר להדפיס מודל תלת מימד שתוכן במחשב באמצעות מדפסת 3D כדי לקבל המחשה מעשית לתוצר, לפני שמיוצר בפועל.

כך נראה התק"ש בתוכנת המודלים :



-בלמ"ס-



כך נראה מודל של תק"ש שהודפס במדפסת תלת- מימד :



-בלמ"ס-





-בלמ"ס-

6.5.3. בניית הרק"שים תק"שים במש"א

בניית התק"ש מתחלקת למס' שלבים מרכזיים :

- השלב הראשון הינו בניית/רכש התיבה. תיבת קשר מקובלת בנויה מאלומיניום ועלותה הוא כ 50 אלף דולר. אחד העקרונות החשובים בבניית התיבה הוא יצירת שתי דפנות שביניהן יש מוליכות חשמלית לצורך סיכוך חשמלי. בין דופן לדופן יש "shield" - רשת סיכוך המעבירה זרם בין שתי הדפנות כך שהתיבה משמשת כ"כלוב פרדיי", המונע מהשדה האלקטרומגנטי מבחוץ להיכנס פנימה. באותו אופן נמנעת דליפה של שדה אלקטרומגנטי הנוצר בתוך התק"ש לסביבה החיצונית. אחת הסיבות להפרדה היא למנוע פגיעה בתקשורת ובציוד קשר הנמצא בסביבה הקרובה. סיבה נוספת ולא פחות חשובה היא ביטחון מידע – ההפרדה של הסביבה הפנימית של התק"ש מהסביבה החיצונית מונעת מאויב בעל יכולת האזנה לגלים אלקטרומגנטיים להקשיב לשידורים של התק"ש.
- השלב השני אשר מתבצע במש"א הוא התקנת תשתיות ותעלות החשמל והתקשורת, . לדוגמא מועברים כבלים של מידע וכבלי החשמל בתעלות התק"ש, כאשר התעלות עצמן בנויות מחומרים מתאימים כדי למנוע זליגה של אינפורמציה. חשוב לציין שהתקנת התשתיות נעשית תוך התחשבות באילוצים כגון (Radio Frequency) RFI (Interference) ובפרט זליגות מידע בין רשת אדומה לרשת שחורה והקפדה נוקשה על הפרדות לפי כללים שהוכתבו ע"י חיל הקשר. נדגיש גם כי כבלים שמותקנים בתק"שים מיוצרים בתוך מש"א. הכבלים עונים על צרכים מבצעיים כגון עמידות בתנאים קיצוניים וסיכוך של גלים אלקטרומגנטיים. השלב השלישי הוא למתקן את המקבעים והתשתיות לצורך התקנת ציוד קשר בתוך התיבה תוך כדי שימוש בתשתיות שהוטמעו בתיבה בשלב הראשון
- השלב האחרון הינו שלב בדיקת תקינות התק"ש במהלכו מתבצעות בדיקות כמו: בדיקה מכאנית של כל ההתקנות, בדיקה של תקינות כל מערכות התשתית והחשמל, בדיקת הארקה שנעשית באמצעות צב"ד, שבה מוודאים שכל ציוד קשר מוארק לתוך גוף התיבה כמו שצריך, כדי למנוע פגיעה בציוד ובמשתמש. בדיקה נוספת היא ווידוא ההפרדה בין תקשורת אדומה לשחורה לפי הכללים שנדרשו. כמו כן מתבצעת בדיקת חיבורים והתממשקות לר"ק.
- השלב הסופי הינו ביצוע ניסוי דרך (בראש סידרה בלבד) לבדיקת תקינות מכנית ועיגון טוב של הציוד בתנאי דרך קשים וכן בדיקת הפעלה המבוצעת ע"י הלקוח.



-בלמ"ס-

6.5.4. תהליך האחזקה והשיקום של רק"שים/תק"שים

תהליך האחזקה והשיקום של התק"ש במש"א מתבצע במחלקת שיקום ואחזקה. לשיקום מגיעים תק"שים מהשטח אשר עם הזמן, בעקבות השימוש המבצעי, התבלו ומצריכים שיפוץ. השיפוץ כולל פרוק, שיפוץ והשמה של כל הציוד וההתקנים השונים, צביעה מחודשת של התק"ש, החלפת ציוד פגוע ותיקון פגמים נוספים למשל בשלדת התק"ש וכמובן תיקון או החלפת כבלי חשמל ותקשורת פגועים. בתהליך השיקום של התק"ש לוקחות חלק מס' מחלקות במש"א: הנגריה אשר מספקת תוצרי עץ, המסגריה אשר אחראית על תיקוני המתכת, המצבעה, מחלקת מזגנים ומחלקת השיקום שמרכיבה את תוצרי המחלקות בתק"ש. בסוף תהליך השיפוץ עובר כל תק"ש סידרת בדיקות בדומה לתק"ש חדש שיוצא מהמש"א.

בנוסף, המש"א נותן אחזקה בדרג ב' לתיקוני תק"שים, כאשר ציוותי המש"א יוצאים לשטח לפי קריאה של היחידות, או בתרגילים ובזמן מבצעי, ישנם צוותי אחזקה שייעודם טיפול ותיקון תקלות בשטח ואף ביצוע תיקונים פשוטים המתאפשרים בשטח. כיום, בזמן חרום/מלחמה/מבצע מוצמדים ציוותי תחזוקה של המש"א ליחידות הקשר ונעים יחד איתם, כך שכל תקלה מטופלת בזמן אמת.

6.6. מורשת

6.6.1. עדות מהשטח

6.6.1.1. בעיות קשר בעורק רד"ט בתרגיל גדוד הקשר 373.

עדות של אל"מ מיכאל נגל כמ"פ הפלוגה הקווית של גדוד 373 בזמן תרגיל פרישה של הגדוד שנערך במרץ 1967:

רקע

בתחילת חודש מרץ. שנת 1967 קיים גדוד הקשר הפיקודי של פקוד הדרום תרגיל פרישה מלא. אני, במנוי חרום (מנמ"ש) תורגלתי כמ.פ. הפלוגה הקווית של הגדוד.

הפלוגה הקווית הייתה ממונה על כל הפרישה הקווית והרדיו טלפון (רד"ט) במרחב הפיקוד. במסגרת התרגיל נפרש עורק רד"ט מגבעה הסמוכה לבאר שבע לכוון הערבה. העורק כלל עורק גד"ם (מסופח מגדוד הקשר הארצי – 376) עם ממסר מחובר גב לגב לעורק צ"ן עם ממסר שקצהו היה כאמור בערבה. העורק לא הצליח לספק אפיקי דבור מקצה לקצה והנסיונות להחיותו ממפקדת הפיקוד לא צלחו. לפנות ערב הורה לי המג"ד, למרות מחאותי, בגלל עומס הבעיות האחרות בפלוגה, לנסוע לאורך הנתיב ולהחיות את העורק.

הביצוע

עברתי מחוליה לחוליה בעורק תוך תאום תדרים ובדיקה העורק לכיוון הפקוד עד שהגעתי לממסר הצ"ן שהיה ממוקם מעל מעלה העקרבים ממנו היה קשר לפיקוד אך לא קדימה לקצה שהיה בכביש הערבה.

איתרתי שתי סיבות לבעיה:

1. כתוצאה מחוסר קו ראייה ומרחק גדול בין הממסר לקצה ניחות הנתיב גדול מדי
2. אחד המשדרים איננו משדר באופן רציף לפעמים משדר ולפעמים לא.

פתרון הבעיה הראשונה



-בלמ"ס-

כדי להתגבר על בעיית הניחות הוריתי לצ"ן שבערבה להפנות את אנטנת ה"יאגי" לכוון הנגדי ל"תוך" הרי אדום ששימשו כאנטנה מחזירה (רפלקטור) ואכן כאשר שתי האנטנות כוונו למזרח בעיה זו נפתרה.

פתרון הבעיה השנייה

להשגשת המשדר ניסינו להשתמש בחלקי החילוף שהיו ברק"ש אך ללא הועיל. התיישבתי מול המשדר הבעייתי ובעזרת ידע חלקי שהיה לי מתקופת היותי מדריך של טכנאים ובעיקר בעזרת תיחקור טכנאי הצוות וסכמה שכנראה הייתה מודפסת על המכסה הבנתי לבסוף מה הבעיה (הבעיה מפורטת בהמשך).

בוקר העז ששרר במקום, בסביבות 3 לפנות בוקר, בקשתי מאנשי הצוות מטבע. שמתי את המטבע בין מכסה המשדר לקופסא, כך שהמכסה לא ייסגר במלואו, דחפתי את המשדר חזרה לתוך הארגז ממנו קיבל את אספקת החשמל וראה זה פלא תוך כמה דקות החל המשדר לפעול. הושג קשר מקצה לקצה והוכרז על סיום התרגיל.

ההסבר (ראה תמונה למטה)

המשדר כולל שפופרות אלקטרוניות שלצורך פעילותן עליהן לקבל מתח נמוך לחמום הקטודות (לפליטת אלקטרוניים) ומתח ישר גבוה (כ 200-250 וולט) בין הקטודה לאנודה להאצת האלקטרונים מהקטודה לאנודה דרך סריג השולט על עוצמתם. להארכת חיי השפופרות הוכנס בקופסת המשדר גשש טמפרטורה מכוון מראש (בי-מטל) שמאפשר את אספקת המתח הגבוה רק לאחר שהשפופרות התחממו.

על מכסה המשדר מותקן מאוורר המקבל מתח הפעלה דרך תקע במכסה המתחבר לשקע בקופסה, כאשר המכסה סגור. בגלל המקום הצר בארגז הנשיאה לא ניתן להפעיל המשדר עם מכסה פתוח. בגלל הטמפרטורה הנמוכה ששררה במקום והמאוורר שקירר את פנים המשדר, על אף חימום השפופרות לא הגיע החום בקופסת המשדר לטמפרטורה שגשש החום יופעל ומתח גבוה יסופק לשפופרות. עם הרמת המכסה עד לגובה שגרם לניתוק המאוורר ממתח ההפעלה עלתה הטמפרטורה במשדר, מתח גבוה סופק והבעיה נפתרה.

מסקנה

דבקות במטרה דורשת לעיתים עקשנות נבונה



במעלה העקרבים בקיפול למחרת

מק-1 בארגז נשיאה / התקנה

תמונה: רק"ש הצ"ן
בבוקר



-בלמ"ס-



6.6.1.2. הפעלת עורק צ"ן במצב חרום אזרחי

עדות של אל"מ מיכאל נגל כקצין טכני בגדוד הקשר הפקודי 373 בזמן שיטפון בנחל באר שבע בשנת 1965:

רקע

בתחילת 1965 ארע שיטפון גדול בנחל באר שבע שגרם להתמוטטות חלק מהגשר הטורקי הישן שנבנה מעליו. השיטפון גם גרם לניתוק כבל הדואר שעבר תחתיו ועקב כך נותקו קוי הטלפון בין מרכז העיר, בה שכן מחנה מפקדת פיקוד הדרום, לבין חלקה המזרחי של העיר ומחנה נתן שמדרומה.

הביצוע

לבקשת דואר ישראל פרס גדוד הקשר של הפיקוד עורק צ"ן בין שתי גדות הנחל שנתן מספר קווי חרום עד לירידת המים ותיקון הכבל.



-בלמ"ס-



בתמונה: רק"ש הצ"ן (רקש-312) וארבעת אנשי הצוות בגדת הנחל המערבית בזמן ששני אנשי דואר ישראל עוסקים בתיקון הכבל שנקרע. באותו זמן שירתי כקצין טכני בגדוד הקשר הפיקודי (373).

6.6.1.3. עורק הגד"ס בציר המרכזי בסיני במלחמת ששת הימים

עדות של אל"מ מיכאל נגל כמ.פ. קוי בגדוד הקשר של פיקוד הדרום (373) בזמן מלחמת ששת הימים:

רקע

בתחילת מרץ 1967 קבלתי מנוי משנה (מנמ"ש) כמ.פ. קוי בגדוד הקשר של פיקוד הדרום (373) וכשהחלה הכוננות במאי 1967 סופחתי לגדוד בתפקיד זה. הפלוגה הקווית הייתה אחראית להפעלת הצ"נים ולכל פריסת הקוים ומערכת הנתוב (מב"ס, מרכזיות) במרחב שבשליטת הפיקוד.

בהתחשב במרחבים הצפויים בסיני סופחו לפלוגה שני עורקי הגד"ס מגדוד הקשר הארצי (376) על צוותיהם. כל עורק כלל 2 קצוות וממסר, בכל אחד תק"ש גדול ורכב עזר שגרר גנרטור גדול. שנייהם ע"ג משאיות 6X6 מעודפי מלחמת העולם השנייה.

המשימה

בבוקרו של היום השלישי למלחמה (יום ד' ה 7 ליוני) היה כבר עורק גד"ס פרוס בין מצפה שבטה, בו הייתה "הורדה" של 24 זוג מכבל של דואר ישראל ("בזק" של אז), לקצה ב"טרת אם בסיס" בסיני (כ-8 ק"מ מגבול ישראל). משם הועברו אפיקים דרך רק"שי צ"ן לאוגדות הלוחמות ולחפ"ק הפיקודי שלידו התמקמו.



-בלמ"ס-

קבלתי הוראה להוביל קצה גד"ם ומספר רק"שי צ"ן מהפיקוד ומ"טרת אם בסיס" לגיבל ליבני, לשם דילג בינתיים החפ"ק הפקודי, ומשם לספק אפיקי רד"ט (רדיו טלפון) לחפ"ק הפקודי ולאוגדות השועטות מערבה. הקצה בטרם אם בסיס נותר כממסר בין הקצה בשבטה לקצה שיתמקם בגיבל ליבני.

הביצוע

העברת השיירה על דרך שנחרשה מהטנקים שעברו בה לפנינו ובין שיירות האספקה התקועות בה דרשה התערבות אנשי המשטרה הצבאית, שנתנה לנו עדיפות בדרך.

כשהודעתי לקציני הקשר האוגדתיים על ניתוק הצ"נים, בטרם אם בסיס, העלה ק. הקשר של אוגדה 31 את מפקד האוגדה (האלוף יופה) על הקו והוא ביקש שלא לנתק את אוגדתו, הנמצאת בעצומם של קרבות. השארתי את הצ"ן מחובר וניתקתי צ"ן אחר שהוספתי לשיירה.

החפ"ק הפקודי התמקם במרחק של 400-500 מטר מהכביש, במורדות ההר (גיבל ליבני). האזור סביב היה חשוד במיקוש, לכן השתדלנו לנסוע בעקבות שהותירו הרכבים שנכנסו לשם לפנינו ("קוליי"). שכבת הלס העליונה התפוררה מלחץ כלי הרכב ששקעו בחול הדרך מתחתיה והתקדמו בקצב איטי מאוד רק כשזרקנו אבנים קטנות מתחת לגלגלי הרכב. הכניסה נמשכה להערכתי יותר משעה.

כאשר מקמתי כל כלי במקומו החלו הצוותים להתקין את הציוד ולהקים את הקשר מול הצד השני. התקן להקמת עורק הגד"ם היה מספר שעות אך הצוות פעל בזריזות וכעבור כשעה כבר ראיתי מזחל"ם הפקוד של האלוף את האנטנה מתחילה להתרומם.

באמצע שיחת טלפון מהזחל"ם למפקדת הפיקוד בבאר שבע, לשם תאום תדריים ואפיקים, קופלה לפתע רשת ההסוואה ונותקו הקוים בין הזחל"ם לצ"ן, ע"י קצינים בכירים. כשבררתי מה הסיבה לכך קבלתי הוראה לפזר, לאורך הכביש, את כל הרק"שים שהחלו כבר להתמקם. כל זאת בשל התראה על רביעיית מטוסים מצריים המוזנקת לתקוף את המקום. גלוי מקומו של החפ"ק יכול היה להיות בגלל האזנה או תצפית בה מתגלים בעיקר האנטנות האופיניות לרק"שי הקשר במפקדות.

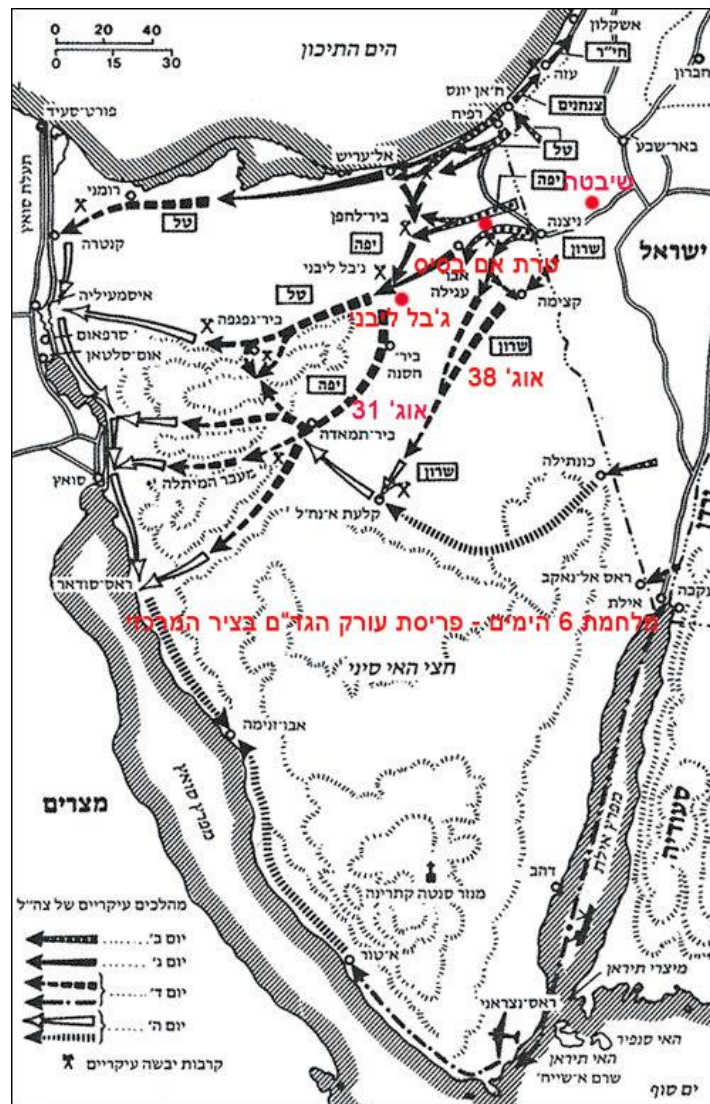
הוריתי לצוות הגד"ם, שהיה הקרוב ביותר לזחל"ם הפיקוד, להתקפל ולצאת לכביש. המשכתי לצוותי הצ"ן האחרים וכשהגעתי לכביש כעבור כ-10 דקות גיליתי להפתעתי שצוות הגד"ם פרק והעמיס את האנטנה והצליח לצאת לכביש במהירות רבה הרבה יותר ממה שנכנס לשם באותה דרך.

סוף סיפור : רבעייה מחיל האויר שלנו פגעה והניסה את המטוסים המצריים לפני שאלו הגיעו אלינו.

לאחר המקום מחדש ויצירת הקשר דילג החפ"ק הפקודי לעבר המחנה הצבאי "גיבל ליבני" ונשאר שם עד סיום הקרבות. הגד"ם הצ"נים וחלק מהקוונים נשארו במחנה שהקמנו במקום זה עוד מספר שבועות וספקו ותחזקו קשר טלפוני ליחידות שהתמקמו במרחב.



-בלמ"ס-



טלפון ל"ארץ"

לאחר שאיפשרנו לחיילי האבטחה מגדוד החרמ"ש, שסופחו אלינו, להתקשר למשפחתם ב"ארץ" דרך אפיק הטכנאים, נפוצה השמועה במרחבי סיני ומאז השתרך תור ארוך של חיילים לפתח הרק"ש משך רוב שעות היממה. זוהי כנראה התחלה ל"ניידות טלפון חיילים" שהונהגה במלחמת יום כיפור.



-בלח"ס-

ניתוב אפיקים

להלן צילומים של טבלת חלוקת האפיקים בגד"ס ביום השלישי לקרבות וחלוקת האפיקים ליחידות שנשארו להחזקת השטח לאחר הפסקת האש. הצילומים מתוך מחברת שבה רשמתי לעצמי הערות והנחיות לבצוע בזמן ההמתנה ובמהלך הלחימה ואחריה.

7 יוני 1967 - חלוקת אפיקי גד"ס ג'בל ליבני - יולי 1967

מיקום	מיקום	מיקום
60 ג	300 ג	1
60 ג	300 ג	3
60 ג	300 ג	8
-	-	9
700 ג	501 ג	2
700 ג	501 ג	4
400 ג	300 ג	5
-	400 ג	11
-	1001	6
-	1001	7
700 ג	300 ג	13
700 ג	300 ג	14
700 ג	300 ג	15
700 ג	300 ג	16
700 ג	300 ג	10
700 ג	300 ג	12

מיקום	מיקום	מיקום
1	300 ג	1
2	-	2
3	300 ג	3
4	-	4
5	300 ג	5
6	-	6
7	-	7
8	300 ג	8
9	300 ג	9
10	300 ג	10
11	300 ג	11
12	300 ג	12

מתוך מחברת מ.פ. קווי גדוד קשר 373
מיכאל נגל



-בלמ"ס-

6.6.2. אירוע מרכזי בו הרק"ש/תק"ש היווה גורם מכריע (להוסיף)

הקטע הבא לקוח מאלבום "מלחמת 4 הימים" והוא עוסק בתרומה של חיל הקשר להצלחה של מלחמת ששת הימים. אחד הגורמים העקריים שהביאו להצלחה של צה"ל במלחמה היה גורם ההפתעה, מדינות ערב לא ציפו שמדינת ישראל תתקוף ראשונה מה שלבסוף נתן לה את היתרון האסטרטגי. כדי לממש את אותו גורם ההפתעה על גורמי הביטחון היה לשמור על חשאיות ולהבטיח שלא ידלוף כל מידע שיעזור לאויב להבין את מה עתיד להתרחש. כדי לתת קשר בין הכוחות בשטח למפקדים ומהמפקדים למפקדותיהם היה נהוג להשתמש במכשירי קשר אלחוטיים, הביעה במכשירים אלו היא שהתשדורות היו מועברות בטווח אל חוטי למרחקים גדולים ללא הצפנה מה שאיפשר בצורה קלה יחסית לאויב להאזין ולפענח אותן. כדי להבטיח את ביטחון המידע חיל הקשר פרש מערכות קשר בשטח (השטח לא תמיד נוקה מאויב וצוות הממסר היה צריך גם להילחם בנוסף להכל) שהתבססו על רכבי הקשר כתחליף למכשירי הקשר האלחוטיים וע"י כך מנע את יכולת האזנה של האויב תוך מתן יכולת התקשרות מלאה בין המפקדים לכוחותיהם בשטח.

האם אתה שומע אותי, עבור..

באלחוט משך ימים מרובים.

משך ארבעת ימי המלחמה ניהלו אנשי חיל הקשר לא רק את התקשורת בין הכוחות אלא הוצרכו מדי פעם לגלות את יכולתם כלוחמים מן השורה. וזאת מבלי שתפסק עבודתם השוטפת ולו גם לדקה אחת. ידוע אותו מקרה של יחידת ממסר באוגדתו של האלוף יפה, שהת-מקמה על גבעה והציבה שם את הא-נטנות שלה. רק אז גילתה כי היא מור-קפת במצרים שעדיין לא נכנעו. "שילחו עזרה" ביקשו אנשי הקשר הבודדים מכוח שריון שפרץ קדימה, עד שהגיעה העזרה המיוחלת ניהלו הקשרים קרב קצר, בו גברו על עשרות מצרים, שבחלקם נהרגו או נישבו וחלקם הקטן ברח, "אין צורך בעזרה" היה השדר ששיגרו הקשרים, מפקד האוגדה נשם לרווחה. או באותה יחידה קטנה שמוקמה דוקא בעורף (בש-טח ישראל), ואשר מיקומה על גבעה איפשר לה לנהל משך פרק זמן, את מהלכי העוצבה שכבשה את רצועת עזה, לא חשש הקשר (סמל במילואים) לומר למפקדו (סא"ל יהודה): "המפקד, תפנה את הגל". אחרי המלחמה ידע מפקד העוצבה לספר כי "הגנרל היה אותו קשר".

או אותה יחידת קשרים שיצאה לסיוור לאורך תעלת סואץ מיד לאחר הכיבוש ונותק עמה המגע עד שהודיעו, "היו כמה מצרים שניסו לחצות את התעלה חיסלנו אותם, עבור".

רבים הסיפורים ועדים המעשים. בין שתהיה זו דממת האלחוט, או קיום ה-קשר. הקשרים והרצים, הצפניות והטכ-נאים, הטלפוניסטיות והמפענחים, כל אלו כולם, קשר אחד. אמר עליהם אחד ממפקדי האוגדות: "אלו העורקים, הורי-דים והנימים של המלחמה".

משנגמרה המלחמה, ידעו פרשנים צבאיים מן העתונות העולמית, לספר לקוראיהם על הנצחונות העצומים של צה"ל במלחמת ששת הימים. הם מנו מספר גורמים אשר הביאו לדעתם, "הפתעה הגדולה", שהיתה הנשק הסודי של הצבא הישראלי. בפרטם את צורות וגורמי ההפתעה לא פסחו על חיל הקשר הישראלי שמלבד היותו פעיל ביותר משך ימי המלחמה, ידע להחזיק קשר מלא בין הכוחות הפרושים בכל דרומה של הארץ.



קשרית, צפנית וטלפונאית מתפקידי החן במדבר

זאת במשך תקופה של שבועיים, בד-ממה אלחוטית מלאה, דבר ששיבש ל-חלוטין את תקוות המודיעין המצרי לקלוט ולפענח את הנעשה בצד הישראלי. ואמנם קוימה דממה זו ולא שובש הקשר בין הכוחות השונים, תודות לפעילותו ופעולותיו של חיל הקשר, אשר ידע למצא תחליפים מתאימים למכשירי הא-לחוט. לא רק למצוא, אלא גם להציב ולהפעיל יכולת התקשרות מלאה בין המפקדים לכוחותיהם הפרושים ובין ה-מפקדים למפקדותיהם.

מספר סגן אלוף דן, קצין הקשר הראשי בפקוד דרום: "קיבלתי פקודה וביצעתי אותה, אין חוכמות ואין בעיות, מבצעים. מעצם היותי שותף לדיונים ולתיכנונים שנעשו בימי הכוננות הראשונים (וגם לאחר מכן) אצל האלוף גביש ואנשי מפקדו, הבנותי עד כמה חשובה ואולי גורלית דממת האלחוט שנכפתה בהסכמתי, אבל בל יהיה הדבר קל בעינכם. הוראות התוזה לגדודים ולחטיבות, בקשה לש-לוח משאית ש"ס, דרישה לתחמושת וקביעת פגישות בפקוד או במטכ"ל, כל אלו באלפים ליום, דרשו קשר מתמיד, שוטף ובטוח. בין שתהינה אלו היחידות המרוחקות המעבירות מברקים למפקדו-תיהן ועד לרופא המבקש בדחיפות לה-עביר לו חומרי רפואה נוספים. רק מש-פרצה המלחמה ידענו עד כמה היה לדממת האלחוטית חלק בהפתעה וב-הבקעה".

מתוך אלבום "מלחמת 4 הימים" - פקוד דרום



-בלמ"ס-

7. דיון ותובנות

במהלך הכנת העבודה נחשפנו בצורה מעמיקה לעולם רכבי הקשר. המחקר שערכנו לקראת העבודה תרם לחיזוק וגיבוש הזהות התקשובית שלנו ובמהלכו הבנו לעומק את החשיבות המבצעית של חיל ומערך התקשוב. מדהים לראות איך חיל הקשר היווה גורם מפתח במלחמות ישראל והיה גורם קריטי להצלחת המשימות השונות בעת הקרב.

מערך התקשוב הינו הגוף שאחראי לספק את התקשורת הנייחת והניידת ללוחמים וככזה, חשיבותו המבצעית הינה גבוהה מאוד. בזכות מציאת הפתרונות היצירתיים והמהירים, הנחישות והאיתנות של חיילי מערך התקשוב, הם אפשרו ללוחמים להמשיך רצף לחימה גם מעבר לגבולות ישראל, תוך שמירה על קשר עם מפקדיהם הפרוסים בעורף ובשדה הקרב ולעיתים הדבר אף היווה גורם מציל חיים.

התקשורת הניידת בזמן חירום אפשרה ללוחמים לשנות טקטיקות לחימה לפי תגובת האויב ולהמשיך לחימה בעומק, בשטחים סבוכים שאינם אופטימליים עבור פריסת תקשורת רגילה.

8. סיכום

במהלך הכנת העבודה הכרנו עולם תוכן תקשובי שלם שלא נחשפנו אליו בעבר. את רוב המחקר ערכנו בשיתוף צמוד לותיקי החיל ושמענו מהם סיפורי גבורת החיל ממקור ראשון, הדבר היה מיוחד והעצים את חווית המחקר אודות החיל. בתור קציני החיל העתידיים אנו מרגישים שהעבודה תרמה רבות לחיזוק תחושת המחויבות לחיל ולערכים המובילים אותו והיא העצימה את הגאווה להשתייך אליו ולבצע את תפקידנו בצורה הטובה יותר מתוך ההבנה שהעבודה שאנחנו מבצעים במסגרת התפקיד משפיעה בצורה משמעותית על הכוחות בשטח.

9. ביבליוגרפיה

- ראיונות אישיים עם המנחים.
- חומר מארכיון אישי של המנחים.
- חומר שאספנו מאתר ההנצחה ביהוד: פנקס כיס לקצין הקשר, מרשם קשר פריסת אוגדה בשטח ועוד.
- חומר שקיבלנו מענף רק"שים-תקש"יים בחט"ל: תזכיר תקשוב 1 רק"שים/תקש"יים במערך התקשוב.
- סיור במחלקות השונות במש"א.



-בלמ"ס-

נספחים



-בלמ"ס-

נספח א': נתונים על ציוד קשר



-בלמ"ס-

1. מק 1/3/4:

- א. תחום תדרים: 70 מגה"צ עד 99.99 מגה"צ מחולק ל- 300 אפיקים (אפיק לכל 100 קה"צ).
ב. הרכב:

מק-4	מק-3	מק-1	
3	2	1	מח-2
3	2	1	מח-3
4	2	1	אנ-19
תחנת-ממסר לעורק רדיו של סל-401	תחנת-רדיו בעורק רדיו של סל-401	תחנת דב"ר	שימוש עיקרי

- ג. הספק שידור: 40 וואט/ 5 וואט (שתי דרגות מבוקר ע"י מתג חיצוני).
ד. אנטנות:

א. יציאה לאנטנה קואקסיאלית, עכבה נמוכה.
ב. האנטנה התקנית אנ-19 (אנטנה ספילית, 3 אלמנטים).
ג. עבודה חד-מגמית עם אנטנה אחת משותפת למשדר ולמקלט.
ד. עבודה דו-מגמית עם שתי אנטנות נפרדות, או עם אנטנה אחת משותפת, אגב שימוש במסנן-הסתעפות BF-85 והקצבת-תדרים מחאימה.
ה. אנטנת שוט חאנ-52 עם מתאם מח-312/מח-320 המותקן ברקש - 320/312 (מחייב שינוי אנ-200 העובדת מול אנטנה זו, לקיטוב אנכי).

2. מק 106:

- מקמ"ש ומגבר ת"ר, תג-חדפס לדב"ר וטג"ר לשימוש ניח ונייד.
א. תחום תדרים: 2 – 29.999 מגה"צ (מרווח בים אפיקים 1 קה"צ).

- ב. הספק המשדר (עם המגבר ת"ר):

- 400 וואט – חדפס PEP.
- 400 וואט – את"נ.
- 200 וואט – טג"ר (CW).
- 200 וואט – היזז-תדר (FSK).

- ג. אנטנות:

- אנטנה שוט 4.575 מטר.
- אנטנה דיפול 4.575 מטר.



-בלמ"ס-

3. מק 708:

א. תיאור כללי:

א. השינוי בין מק-708 לבין מק-708 לב הוא קופסת פיקוח שונה לחיפוס האנסנה:
(1) מק-708, כולל קפ-618.
(2) מק-708 לב, כולל קפ-618 לב, המרחיבה את תחום התדירים של מק-708 לב ל-2-30 מה"צ.
ב. שאר הנחונות שלהלן זהים בשני המכשירים.
ג. משדר/מקלט חדפס, אח"נ ל-דב"ר ול-טג"ר
ד. שימוש - נייד (מוחקן על רכב).
ה. מכיל ומקמש. מה-618, ארגז אג-618, מהפך ז"י סכ-708, קופסת פיקוח ותיאום אנסנה קפ-618 או קפ-618 לב.

ב. תחום תדירים:

א. מק-708: 2.000 - 11.999 מה"צ ברווחים של 1 קה"צ.
ב. מק-708 לב: 2.000 - 29.999 מה"צ ברווחים של 1 קה"צ.

4. מק 800:

א. תיאור כללי:

א. מקמ"ש בחחום ה-תא"ג-את"ד להעברת רוחב פס בין 0.3-120 קה"צ.
ב. מורכב משלושה ארגזים, מורכבים זה על-גבי זה, המכילים:
(1) דרגת גלים-זעירים.
(2) דרגת-הגברה.
(3) ספקי-כוח.
ג. מופעל ממחקן נייד או מוחקן על רכב.

ב. תחום תדירים: 610 - 960 מה"צ.



-בלמ"ס-

5. מק 101:

א. תיאור כללי:

א. מכשיר ציוד-נושא המאפשר הפעלת 4 מעגלי-ח"ש ושני מעגלי-ספח על עורק קווי 4-חילי, או הפעלת 4 מעגלי-ח"ש בלבד על עורק רדיו דו- מגמי; חוץ שימוש בתחום-התדרים 0-12 קה"צ.
ב. טל-101 נחוץ בארגז אחד; טל-101ב מחולק לשני ארגזים נפרדים.

ב. תכונות:

א. תחום-התדרים של כל אפיק הוא 200 - 2800 הרץ.
ב. תחום-התדרים של 4 האפיקים:
1) אפיק מס' 1 - 200-2800 הרץ (ח"ש מוגבר)
2) אפיק מס' 2 - 3100-5700 " (הנושא-5900 הרץ)
3) אפיק מס' 3 - 6050-8650 " (הנושא-8850 ")
4) אפיק מס' 4 - 9000-11600 " (הנושא-11800 ")
ג. לצורך צלצול יש להוסיף למערכת מפצ-101.
ד. הפעלת מעגלי-טלפרינטר על כל אפיק - על-ידי השימוש בטג-6א, טג-9 או טג-152/153.

ג. טווח:

1. עד 44 ד"ב ב- 11 קה"צ, במעגלים שקטים.
2. טיב נראה של המעגל : 4 - 6 ד"ב.

6. טל 312:

א. כללי:

א. טלפון שדה.
ב. שני הטלפונים זהים בתכונותיהם החשמליות והמכניות פרט לאפשרות חיבור מעד-144 חיצוני בטל-312.
ג. גוף הטלפון מוחקן בחיבה בלתי חדירה למים, הנמצאת בחור נרתיקנשיאה מברזנט עם רצועת נשיאה.
ד. צלצול ידני על-ידי מחולל-יד 90-100 וולט ז"ח, 20



-בלמ"ס-

ב. מקורות מתח:

3 וולט ז"י (2 סוללות בט - 30).

7. טל 401:

א. תיאור כללי:

א. מכשיר צ"נ המאפשר העברת 5 מעגלי ת"ש על עורק קווי 4 חילי או על עורק-רדיו דו-מגמי.
ב. נחון בחור ארגז-עץ.

ב. תכונות:

א. תדרים				חדר הנושא בקה"צ
אפיק שמע (שרות) (ORDER WIRE)	300	-	3500	הרץ
אפיק מס' 1	4500	-	7700	הרץ
אפיק מס' 2	8500	-	11700	הרץ
אפיק מס' 3	12500	-	15700	הרץ
אפיק מס' 4	16500	-	19700	הרץ

ב. מאפשר חיבור המנוי בשיטה דו-חילית או 4 חילית.

ג. אין צורך בציוד חיצוני להפעלת צלצול, כי ה-מפ"צ נמצא בחור המכשיר. באפיקים מס' 1 ו-2 יש אפשרות לנתק את ה-מפ"צ הפנימי לחיבור ציוד S + DX.

ד. מכיל מכשיר מדידה הנותן מדידה יחסית ומאפשר בדיקת כל מעגל בנפרד וכן סיור העורק, ועל-ידי כך מקל על איכון הקלקול.

ה. חדר בקרה של 4 קה"צ נשלח באופן קבוע על הקו ונותן אזעקה במקרה של נחק. כן קיים ויסות אוטומטי פנימי בגבולות מסויימים לשינויים ברמת אפיקי-הנושאים.



-בלמ"ס-

8. טל 408:

א. תיאור כללי:

א. המכשיר משמש להעברת 8 (עם אפשרות להגדלה ל-12) שיחות טלפון על רדיו או קו.
ב. ההפעלה על קו תיעשה על-ידי הוספה חיצונית של ציוד קווי מתאים.
ג. המכשיר טרנזיסטורי ובנוי לעבודה בשדה במתקן נייד או נייד.

ב. תחום תדריס:

א. המכשיר מסופק עם 8 אפיקים ללא אפיק שירות, עם אפשרות להשתמש באפיק השירות של ציוד הרדיו. קיים מקום להוספת 4 אפיקים נוספים כולל תיול.
ב. קבוצה A 6 - 38 קה"צ (בתחום 6 - 54 קה"צ).
קבוצה B 76 - 108 קה"צ (בתחום 60 - 108 קה"צ).
ג. המעבר מהקבוצה A לקבוצה B על-ידי מתג.

9. טל 424:

א. תיאור כללי:

א. מכשיר צ"נ המאפשר הפעלת 24 אפיקי דיבור על עורך רדיו דו-מגמי.
ב. בנוי 3 מסדים ובהם יחידות נתקעות לאפיקים ולקבוצות הניתנות להחלפה לפי הצורך.
ג. משמש עם ציוד זירווי טרופוספרי תקש-350.

ב. תכונות:

א. תדריס:
(1) תחום השמע של מ' אפיק: 300-3400 הרץ.
(2) רוחב הפס הבסיסי: 12-116 קה"צ.
ב. מאפשר חיבור המינוי בשיטה דו-תילית או 4-תילית, ברמה של 0 פלוס מינוס 2 דב"מ.



-בלמ"ס-

10. טל 412:

א. תיאור כללי:

א. מכשיר-צ"נ המאפשר הפעלת 12 מעגלי-ח"ש בעורק קווי נושא
דו-חילי או ארבע-חילי או בעורק רדיו דו-מגמי עם מק-800.
ב. נחון בארגז-מהכת.

ב. תכונות:

א. תחום-החדרים של כל אפיק (ח"ש) הוא 300-3400 הרץ.
ב. תחום-החדרים הכולל של המעגלים הוא:
(1) בכוֹן A - 54-6 קה"צ.
(2) בכוֹן B - 108-60 קה"צ.
שני המכשירים, מחוברים במקביל, יכולים לספק 24 מעגלי-ח"ש,
שתחום-החדרים שלהם הוא 108-6 קה"צ.
ג. רמת-מבוא ח"ש דו-חילי - 0 דב"מ על 600 אוהם.
ד. רמת-מוצא ח"ש דו-חילי - מינוס 7 דב"מ על 600 אוהם; ניתן
להגדיל עד מינוס 3.5 דב"מ.
ה. רמת-מוצא חדר נושא ברדיו - פלוס 4 דב"מ עד מינוס 9 דב"מ על
150 אוהם.
ו. רמת-מבוא חדר נושא ברדיו - מינוס 46 דב"מ עד פלוס 9 דב"מ
על 150 אוהם.
ז. המכשיר מכיל מעגל צלצול פנימי:



-בלמ"ס-

נספח ב': הגדרות מונחים ותהליך בפרויקט תכנון תק"ש



-בלמ"ס-

תהליך הפיתוח

המש"א עובד לפי שלבי פיתוח המוצר הנהוגים בתעשייה, הכוללים שלבי הגדרת דרישות, תוכן ראשוני, פרטני והכנה לייצור שלבי התכן המותאמים לדרישות כל פרויקט על פי צרכיו ודרישותיו הפרטניות.

פירוט שלבי העבודה:

1. "SOW- "Statement Of Work

הגדרת דרישות הפרויקט, יעדים ותוצרים סופיים רצויים. (מפורט בתחילת המסמך)
מסמך SOW דרוש לצורך ניסוח הצעת המחיר, ויעשה ע"י המזמין בשיתוף לוט"ם ומש"א.

2. "Review Requirements SRR – "System

שלב SRR הינו שלב מחקרי הכולל הגדרות ומחקר ראשוני לפי צרכי הפרויקט, סקירת ספרות ומציאת כיווני פתרון וכיווני תכן ראשוניים. במידת הצורך, תבוצע סקירה של מוצרים קיימים, בדיקת טכנולוגיות קיימות בשוק, מציאת כיווני פתרון הנדסי והתייעצות עם מומחים מהתחום. הממצאים יפורטו ללקוח/לוט"ם. לאחר ביצוע הסקירה, ניתן לעדכן את הגדרות הפרויקט בהתאם לממצאים.

3. SDR System Design Review

בשלב SDR מתחילים לבצע מידול ממוחשב וסקיצות ידניות ברמת קונספט הבסיסי, מבלי להיכנס לפרטי המוצר. בסוף שלב SDR ניתן לראות במחשב את חלקי המערכת העיקריים בוורסיות שונות לפי כיווני חשיבה שונים, בכדי לבחון את הרעיונות המתאימים ביותר לפרויקט. במקרים מסוימים השלב יכול תכנון ע"י דיאגרמת בלוקים, פירוט אלגוריתם או צורת הצגה אחרת שאינה בהכרח כוללת מידול תלת ממדי.

4. Preliminary Design Review PDR

שלב PDR הינו שלב התכן הכללי בפרויקט. בשלב זה הופכים את אחד הקונספטים המתאימים להדמיה תלת ממדית מלאה, ע"י שימוש בתוכנות Computer Aided Design, שרטוטים וחישובים ראשוניים. בסוף שלב PDR מתקבלות הדמיות ממוחשבות של רכיבי המוצר, ברמת קונספט מתקדם. הקבצים המתקבלים בסוף שלב זה עדיין אינם מוכנים לייצור אב טיפוס, אך הם דרושים לצורך בחינת הקונספט, התחלת ביצוע חישובי חוזק וסימולציות במידת הצורך, והדמיה ממוחשבת תלת ממדית של המוצר. **שלב התכן הכללי כולל במידת הצורך:**

- 4.1. ביצוע חישובים ראשוניים, איתור רכיבים והחלטה על נתונים כמותיים דרושים.
- 4.2. תכן (שרטוט ומידול) רכיביו של הקונספט המתאים ובחירת רכיבי מדף במידת הצורך.
- 4.3. שילוב מעצב (בהתאם לצורך).
- 4.4. מידול בתלת מימד במחשב, בתוכנת Solid-Edge על פי כללי התכן המקובלים בתעשייה ובצורה מודולארית המאפשרת ביצוע עדכונים לאחר סיום התכן.
- 4.5. יצירת מודל D3 (במדפסת תלת ממד) של התק"ש והצגתו ללקוח.



-בלמ"ס-

5. CDR Critical Design Review

שלב CDR הוא שלב תכן פרטני, בו מכינים את הקבצים שתוכננו בשלב PDR לייצור אב טיפוס.
השלב כולל בדר"כ:

- 5.1. תכן פרטני של הקונספט הנבחר, הערכת משקלים, מאמצי חומר ושיקולים נוספים במידת הצורך.
- 5.2. בחירת חומרים אופטימאליים ושיטות ייצור מתאימות עלפי דרישות המוצר.
- 5.3. הפקת שרטוטים וקבצים לייצור אב טיפוס.
- 5.4. הפקת רשימת רכיבים (BOM) והוראות ייצור אב טיפוס.

בניית אב טיפוס.

אב הטיפוס הינו מוצר ראשוני, הדומה מאוד בצורתו ותפקודו למוצר הסופי המיוצר בייצור סידרתי.

6. תיקונים והתאמות

לאחר בניית אב הטיפוס, לעיתים מתעורר צורך לבצע שינויים מינורים והתאמות לתכן מש"א מבצע את השינויים, מתקן תיק הנדסי ומתאימו ליצור סדרתי.



-בלמ"ס-

נספח ג': רכבי הקשר מתחילת שנות ה-60 ועד אמצע שנות ה-70



-בלמ"ס-

נספח ד': רכבי הקשר שנמצאים היום בשימוש צה"ל



-בלמ"ס-

נספח ה': מרשם קשר