



כ"ו באלול תשע"ט
26 בספטמבר 2019
4000-0806-2019-0000081

שלום רב,

הנדון: תשובות לשאלות הבהרה - מכרז 4/19

להלן תשובות לשאלות הבהרה שנשלחו בכתב על ידי המציעים למכרז מכרז פומבי מס' 4/19 לרכש משדר ומגנטרון מתן שרותי תחזוקה למכ"מ הגשם (להלן: "המכרז") עד למועד האחרון שנקבע ליום 18.09.2019 בשעה 10:00:

מובהר בזאת, למען הסר ספק, כי התשובות לשאלות הבהרה שניתנו במסגרת מסמך זה מהוות חלק בלתי נפרד ממסמכי המכרז. במקרה של סתירה בין מסמך התשובות לשאלות הבהרה לבין מסמכי המכרז, יגבר האמור במסמך זה. בהתאם למסמכי המכרז על המציע לצרף קובץ תשובות לשאלות זה – חתום בראשי תיבות על-ידי מורשי חתימה במציע.

בברכת הצלחה ושנה טובה,

און מינץ

סגן בכיר למנהל השרות המטאורולוגי
מנהל החטיבה לתשתיות טכנולוגיות



<u>מס"ד</u>	<u>מכרז/</u> <u>חווה/</u> <u>נספח</u>	<u>פרק</u>	<u>מספר</u> <u>סעיף</u>	<u>פירוט השאלה</u>	<u>תשובה</u>
1.	מכרז	לכל אורכו	לכל אורכו	במקרה שניתן יהיה להציע אלמנט שידור אשר אינו דווקא Magnetron SFD373, אלא לדוגמא מבוסס על קליסטרון (או טכנולוגיה אחרת), האם למרות זאת נדרשת אספקת מגנטרון?	כן.
2.	מכרז	ב'	5.1	יצרן המגנטרון. האם הדגם המדובר הוא דגם נדרש או שניתן להגיש דגם חלופי? כמו כן נשמח לדעת שם היצרן.	ניתן להגיש Magnetron SFD373 המיוצר ע"י יצרן אחר אשר אינו CPI אשר הוא היצרן כיום.
3.	מכרז	ב	5.2.1.2	האם ניתן להבין א הדרישה Compatible to Magnetron SFD373, כך שניתן יהיה להציע אלמנט שידור אשר אינו דווקא Magnetron SFD373, אלא לדוגמא מבוסס על קליסטרון (או טכנולוגיה אחרת)?	כן.
4.	מכרז	ב	5.2.1.8	האם הדרישה "using no Thyatron or other type of tube" , מונעת את האפשרות להציע משדר מבוסס על אלמנט שידור שפופרתי ?	ניתן להציע משדר מבוסס שפופרת שידור (מגנטרון, קליסטרון וכד'), ובלבד שלא יכיל מתגים שפופרתים (Thyratron).



מבלי לפגוע בכלליות סעיף 5.3.1, רצ"ב דו"ח מסכם של הערכת מצב טכנו לוגיסטית אשר בוצעה בשמ"ט בקיץ האחרון.	אבקש לקבל את דוחות הבדיקה האחרונות (כולל דוחות צד ג דיאגנוסטיים וכמותיים) שביצע השמ"ט לרבות תמצית פעולות האחזקה שביצע השמ"ט (מעבר לנספח טז) באופן ישיר או על ידי צד ג' לרבות קבלני משנה ומשתתפים אחרים במסגרת הצעה זו כל מנת להעריך את שמישות המערכת והסיכונים בפרויקט. האם השמ"ט ניתח קיום מערכות אובסוליט ו או בסטטוס EOL במערכת הקיימת	5.3.1	ב	מכרז	5
כל ספקי הכח המזינים את המשדר.	מה הם ספקי הכח אותם השמ"ט מעוניין להחליף	5.3.2	ב	מכרז	6
לא.	בסעיף זה הנכם דורשים: "ביצוע כל ההתאמות הנדרשות לרבות המכניות והחשמליות (והחלפת כבילה במידת הצורך) וזאת לצורך שילוב מלא ותקין של המשדר החדש בתוך מערכת המכ"ם הקיימת". האם ניתן לתמחר בנפרד ובנוסף את העלויות הנגזרות מביצוע ההתאמות?	5.3.3	ב	מכרז	7
כן. ככלל, הזוכה יתעד ויעדכן בספרות המכ"ם, את כל השינויים וההתאמות אשר יבוצעו על ידו במהלך ההתקשרות לרבות בשלב הבדיקות, ההתקנות והתחזוקה. בדגש על: - השרטוטים החשמליים - הוראות התחזוקה ומערכי הכיול והבדיקה - רשימות החלפים	בסעיף זה הנכם דורשים: "ביצוע כל ההתאמות הנדרשות לרבות המכניות והחשמליות (והחלפת כבילה במידת הצורך) וזאת לצורך שילוב מלא ותקין של המשדר החדש בתוך מערכת המכ"ם הקיימת". שאלתנו היא: האם על הזוכה לעדכן גם את ספרות המערכת בהתאם לשינויים אשר בוצעו?	5.3.3	ב	מכרז	8



במסגרת שבעת הימים לא ימנו תקלות אשר אינן במסגרת השירותים המפורטים במכרז.	מה אחריות השמ"ט ו או הקבלן לתרחיש של תקלה באמצעים שלא סופקו ע"י הקבלן במסגרת ההצעה, אשר פוגעים בזמינות שמישות המערכת	5.3.6	ב	מכרז	9.
לא. במסגרת הבדיקות בתקופת ההרצה המוגדרת בסעיף זה, יידרש הזוכה לעשות כל שנדרש על מנת שהמכ"מ יפעל בצורה תקינה ומלאה ללא כל תקלה לרבות סעיף 5.4.1 למכרז. עוד בהקשר זה נא ראה התשובה הבאה שלהלן.	האם השמ"ט מתחייב לספק מערכת תקינה למעט הרכיבים שיוחלפו במסגרת הליך התקשרות זה עד לבדיקות הקבלה כולל	5.4	ב	מכרז	10.
נוסח הסעיף נותר בעינו	תוכנת VAISALA ותוכנות אחרות באחריות השמ"ט	5.4	ב'	מכרז	11.
ראה סעיף 5.6.3 למסמכי המכרז.	מי אחראי לאספקת רכיבים ומכלולים תקולים	5.6	ב	מכרז	12.
במסגרת הבדיקות אשר יערוך הזוכה טרם תחילת העבודה, ככל שתמצאנה תקלות או פגמים סמויים, יידרש הזוכה לתקנם. במקרה זה תשולם תמורה בהתאם לקבוע במכרז.	לא ברור מה מחויבות הקבלן או השמ"ט בתקלות ופגמים סמויים טרום הליך הרכש בפרויקט ובמהלך התחזוקה	5.6	ב	מכרז	13.
ראה תשובה לשאלה 5	אבקש לקבל סטטוס שמישות מכלולים ודוחות תחזוקה מונעת אחרונים	5.6.1	ב	מכרז	14.
כמפורט בסעיף 5.6.1.2	כמה פעמים נדרש ביצוע תחזוקה מונעת?	5.6.1.2	ב'	מכרז	15.
ראה 5.6.2.7 "הזוכה יישא בעלות העבודה, וכל הכרוך בכך למעט עלות חלקי החילוף הנדרשים לביצוע התיקון, בעלות זו ישא השמ"ט".	חלפים נדרשים ירכשו על ידי השמ"ט	5.6.2	ב'	מכרז	16.



ראה גם סעיף 5.6.3.					
ראה תשובה לשאלה 5	אבקש לקבל סטטוס שמישות מכלולים ודוחות תחזוקת שבר אחרונים	5.6.2	ב	מכרז	.17
ככל שיוכח כי מקור התקלה אינו בתקלת תוכנה בלבד.	זמן פתרון התקלה לא כולל נושא של בעיות תוכנה.	5.6.2.5	ב'	מכרז	.18
נוסח הסעיף נותר בעינו.	עבודה ברצף בשעות עבודה 00:00-19:00: כאשר תיקוני מעבדה לא כלולים (תיקון חלפים)	5.6.2.6	ב'	מכרז	.19
הבקשה נדחית.	האחריות שתינתן הינה לשנתיים. החלפה במידת הצורך תחויב בהוצאות שילוח ושחרור ממכס כולל הובלה.	5.6.2.8	ב'	מכרז	.20
ראה תשובה לשאלה 5	מבקש לקבל רשימת מלאי: חלפים, מכלולים וחלקי חילוף לרבות שמישותם	5.6.3	ב	מכרז	.21
ראה תשובה לשאלה 5	מבקש לקבל דוחות מפורטים של ריכוז נספח טז	5.6.4	ב	מכרז	.22
נוסח הסעיף נותר בעינו.	האם השמ"ט ירכוש משדר או מגנטרון במהלך השנתיים הראשונות או רק לאחר מכן	5.6.5	ב	מכרז	.23
תשלום נוסף עבור עבודות נדרשות נוספות ישולם בהתאם לשעות העבודה אשר יושקעו בפועל ועפ"י המחיר אותו נקב המציע בהצעת המחיר בסעיף 3 לנספח ב' למסמכי המכרז. עבודות נוספות יוגדרו בהקשר למכ"מ ותשתיותיו במידת ועפ"י הצורך.	מה בנוגע לתשלום נוסף עבור עבודות נדרשות נוספות? ומה הכוונה בסוג העבודה הנדרשת? נא להגדיר באופן ספציפי יותר.	5.6.6	ב'	מכרז	.24
יובהר כי הצב"ד אשר יסופק ע"י הזוכה לביצוע מחויבויותיו, יהא צב"ד אשר הנו רכוש הזוכה ובעלותו.	נא הבהר יסופק, האם הכוונה לאספקה או שימוש	5.7	ב'	מכרז	.25



הזוכה יישא באחריות לאספקת הגרסאות העדכניות, התקנתן והטמעתן.	מי אחראי לאספקת גרסאות תוכנה \ חומרה עדכניות , התקנה והטמעה	5.8	ב'	מכרז	.26
הזוכה אחראי למעקב אחר רכיבי EOL obsolete	5מי אחראי למעקב אחר רכיבי EOL obsolete				
לא.	האם חוסר זמינות מלאי נכלל במניית הזמנים	6.4	ב'	מכרז	.27
אי העברת מידע כמפורט במסמכי המכרז לרבות סעיף 6.2 למסמכי המכרז.	נא הבהר " אי העברת המידע כנדרש "	6.6	ב'	מכרז	.28
הבקשה נדחית.	אבקש להגיש את ההצעה בצורה דיגיטאלית ולא מודפסת משיקולים סביבתיים במידת הצורך נמסור מקור ועותק מודפס והשאר על מדייה כדוגמת DOK	14	ד'	מכרז	.29
הבקשה נדחית.	הביטוח למוצר שניתן יהיה ביטוח ואחריות של הספק ומקצועיות	21	ה	מכרז	.30
ראה סעיף 26.5	התשלום לחצי שנה – לא כולל תיקון חלפים ותוכנה.	26.3	ה	מכרז	.31
הבקשה נדחית.	גובה פיצוי שעת איחור רק אחרי GRACE של X שעות ובעיות . FORCE MAJOR יעשו מיטב המאמצים אך לא תמיד התקלה ברורה ופתירה ולכן ניתן להגדיר שב- 90% מהמקרים ברמת ודאות של 90%.	27.2.1	ה	מכרז	.32
הבקשה נדחית.	הפיצוי המוסכם (הקנסות) גבוהים ביותר ואנו מבקשים לקבוע להם סף כי זה פתוח ובנוסף מבקשים שהשעות יהיו שעות עבודה בעיקרון.	27.2.2	ה	מכרז	.33
הבקשה נדחית.	אם השמ"ט ראה שלמרות מיטב המאמצים התקלה לא תוקנה עקב סיבוכה, סעיף זה לא יתפוס.	27.2.2	ה	מכרז	.34



הבקשה נדחית.	יום עבודה	27.2.3	ה	מכרז	.35
הבקשה נדחית.	האחריות הינה גב אל גב עם ספק הציוד החדש (משדר) חברת EEC	39	ו	מכרז	.36
מבלי לפגוע בסמכות ששמרה לעצמה הוועדה במסמכי המכרז לרבות סעיף 2.6 למכרז ונספח י"א הרי שכל מקרה ייבדק לגופו. עם זאת, בשים לב לעובדות המקרה המתואר בשאלה, דהיינו כי העבירה בוצעה לפני כעשור, ומאז ועד היום לא הייתה כנגד החברה ו/או מי מטעמה חקירה ו/או הרשעה בעבירה פלילית ולא הוגשו נגדה הליכים משמעותיים, בתחום דיני התחרות ובכלל (דהיינו זו הרשעתה היחידה) – אזי האם היא יכולה להגיש הצעתה למכרז בשים לב לסעיף 2.6 למכרז ונספח י"א?			נספח י"א + סעיף 2.6 למכרז		.37



26 ספטמבר 2019

מר און מינץ
סגן בכיר למנהל השרות המטאורולוגי

הנדון: בחינת מצב מכ"מ מז"א של השרות המטאורולוגי – דו"ח סופי
סימוכין: א. בל"מ השירות 18901118 מתאריך 26 אוגוסט 2018

ב. הצעתנו 16-276 מתאריך 12 ספטמבר 2018
ג. הזמנת השרות 4501688118 מתאריך 23 דצמבר 2018

הדו"ח כולל את הפרקים הבאים:

- פרק א': רקע
- פרק ב': תמצית מנהלים
- פרק ג': תיאור העבודה שבוצעה
- פרק ד': הערכת מצבם הטכני של מכלולי המכ"מ
- פרק ה': הכרת מכ"מים פוטנציאליים / תת מערכות להחלפה
- פרק ו': בחינה טכנולוגיסטית
- פרק ז': חלופות אפשריות וניתוח החלופות
- פרק ח': מסקנות
- פרק ט': המלצות



○ נספח א: רשימת מרכיבי מכ"מ קיימים ונדרשים, כולל ניתוח קיום חלפים והאפשרות לתחזוקה

בברכה,

מבצע העבודה: יורם כהן

יועץ לנושא מכ"מ

אומניסיס בע"מ



פרק א': רקע

המכ"מ הקיים בשירות המטאורולוגי, תוצרת חברת EEC, נרכש לפני כ-23 שנה, ומתפקד מאז באופן רציף. המכ"מ מופעל באופן רציף במשך למעלה מ-7 חדשים בשנה, וביתר 5 החדשים מופעל באופן חלקי. לפני כ-10 שנים הוחלט להחליף את מערכת הקליטה ועיבוד האות של המכ"מ, ונבחרה מערכת קליטה ועיבוד אות מתוצרת חברה שונה – VAISALA. התקנת מערכת הקליטה ועיבוד האות החדשה כללה גם שילוב (אינטגרציה) מלא מול מערכות השידור, האנטנה והנעת האנטנה ליצירת מערכת משולבת הפועלת בצורה אופטימלית.

לשירות אין יכולת תחזוקה עצמאית, ומאז ההתקנה הראשונית תחזוקת המכ"מ מבוצעת בקבלנות משנה על ידי חברה אזרחית. במהלך השנים התחלפו מספר חברות במשימה זו (בהתאם לזכייה במכרזים).

בחצי השני של 2018 השירות המטאורולוגי, בהסתכלות עתידית, ביקש לערוך בחינת מצב למכ"מ, המכונה בחינה טכנולוגיסטית – בדיקת מצב טכני של המכ"מ ותת היחידות שלו, האפשרות להמשיך לתחזקו למשך שנים נוספות (גם מבחינת "הזדקנות" המערכת וגם מבחינת המשך הסתמכות על הטכנולוגיות הקיימות), לבחון חלופות שונות, ולהמליץ על חלופה מועדפת / חלופות מועדפות.

בתחילת 2019, לפני תחילת ביצוע הבחינה הטכנולוגיסטית, אירעה תקלה מהותית במכ"מ. תיקון התקלה ארך מספר חודשים, והשתתפו בתהליך איתור התקלה ותיקונה גורמים שונים. מצד אחד, התקלה מוכיחה את הצורך בבחינה הטכנולוגיסטית. מאידך, אין להסתמך על תקלה בודדת לצורך הסקת מסקנות והמלצות כאילו התקלה הבודדת מתארת מצב ארוך טווח. עם זאת, תהליך פתרון התקלה והמשך המאוד ארוך שנדרש לאיתור התקלה, ולבסוף צורת הפתרון מלמדים על מספר בעיות תחזוקה, מחייבים התייחסות מעמיקה, ולבסוף נדרשת קבלת החלטות לשיפור המצב.



פרק ב': תמצית מנהלים

1. כללי

במהלך החודשים האחרונים ביצעתי הערכת מצב למכ"מ השמ"ט, המכונה בחינה טכנולוגיסטית. המטרה היא לסקור את מצבם של כל רכיבי המכ"מ על מנת לבחון האם ניתן להמשיך להפעיל אותו בתצורתו הנוכחית, האם נדרש להחליף את כולו או חלק מהמרכיבים, האם ניתן לשפר נוהלי תחזוקה וכו'.

מטרת פרק זה בעבודה - תמצית מנהלים – היא לרכז את עיקרי העבודה, מסקנות והמלצות, ובכך לספק תמונת מצב מיידיית למקבלי ההחלטות. הפרקים הבאים בעבודה מפרטים את שלבי העבודה, ניתוח, מסקנות, המלצות וכו'.

2. מצב קיים

המכ"מ הנוכחי של השירות מיושן ברובו (מערכת שידור ואנטנה בנות 23 שנה ומעלה, מערכת קליטה ועיבוד אות במות 10 שנים). לגבי מערכות מכ"מ, לאחר תקופה של 20-25 שנה נדרש לבצע שיפוץ ושדרוג מערכות, הכולל גם החלפת טכנולוגיות ישנות בחדשות יותר.

המכ"מ הקיים מתפקד בצורה סבירה, אך המערכות מתיישנות, הידע הרלוונטי לטכנולוגיות הישנות הולך ואוזל, ובעתיד הקרוב גם לא יהיה ניתן להשיג חלק מחלקי החילוף הנדרשים.

בנוסף, תחזוקת במכ"מ אינה אופטימלית, ומחייבת שיפור.

3. חלופות שנבחנו

נבחנו 3 חלופות אפשריות:

- המשך תפעול המכ"מ הקיים, ללא שום שינוי;

- רכש מערכת שידור חדשה ושילובה עם המערכות הקיימות האחרות;

- רכש מכ"מ חדש, בטכנולוגיות מתקדמות.

4. ניתוח חלופות

a. חלופה א' – השארת המכ"מ בתצורתו הנוכחית היא חלופה לשנים בודדות בלבד, תוך לקיחת סיכון גדול של תקלות חוזרות כדוגמת התקלה המהותית שאירעה בתחילת 2019. הסיבה – מערכת השידור מתבססת על רכיבים בטכנולוגיה מיושנת, שאת חלקם לא ניתן, או לא יהיה ניתן להשיג בשוק כבר בטווח הזמן הקצר.

b. חלופה ב' – החלפת מערכת השידור כולה, ושילוב המערכת החדשה עם המערכות הקיימות של המכ"מ. חלופה זו תאפשר את פתרון הבעיות של מערכת השידור הנוכחית, ולמעשה תאריך את חיי המכ"מ כולו ב-10 עד 15 שנים נוספות.

c. חלופה ג' – רכש מכ"מ ידש מלא, הממומש בטכנולוגיות העדכניות ביותר כיום.

5. מסקנות עיקריות

a. מערך השידור של המכ"מ מחייב החלפה, טכנולוגית וגם כתוצאה מהתיישנות רכיבים.



b. מכ"מי מז"א בטכנולוגיות העדכניות ביותר עדיין לא נמצאים בשירות מבצעי, כולל לא אצל האמריקאים. תהליך הניסויים והכנסה לשירות יאריך עוד מספר שנים.

c. ביצוע התחזוקה למכ"מ הקיים (באמצעות חברה חיצונית) לוקה בחסר, בעיקר בשל בעיית ידע, אך גם בשל ביצוע חלקי של הוראות תחזוקה מונעת. נדרש לשפר תחום זה, במסגרת המכרז החדש העומד להתפרסם.

6. המלצות

לאור האמור לעיל, המלצותי העיקריות הן:

- לצאת מיידית למכרז לרכש מערכת שידור חדשה ושילובה המושלם עם המערכות האחרות של המכ"מ.

- להשלים חלקי חילוף למכלולים הישנים שייתרו (מערכת האנטנה והנעת האנטנה).

- במסגרת המכרז לדרוש שהחברה הזוכה גם תתחייב לביצוע תמיכה תחזוקתית מלאה למכ"מ כולו למשך כל תקופת השירות החזויה.

- לגבי מכ"מ חדש בטכנולוגיות מתקדמות, מומלץ לעקוב אחר ההתפתחויות אצל שירותים מטאורולוגיים אחרים (בעיקר האמריקאים, אך גם האירופיים), ולאחר שאצלם יתחיל תהליך הכנסת מכ"מים חדשים, להוציא מכרז למכ"מ כזה.

- בכל מקרה, גם לאחר רכש מכ"מ מתקדם, מומלץ להמשיך ולהפעיל את המכ"מ המשודרג (עם מערכת השידור החדשה), אם כמכ"מ משני ואם כמכ"מ גיבוי.



פרק ג': תיאור העבודה שבוצעה

7. לימוד המכ"מ הקיים

- a. בתחילת העבודה בוצע שלב לימוד יסודי של המכ"מ הקיים, וסקירת הספרות הקיימת ברשות השירות המטאורולוגי (תפעול ותחזוקה).
- b. בשלב שני, בוצע סקר טכנולוגיות המיושמות במכ"מ, על מנת להעריך את היכולת (בישראל ומחוצה לה) לתמוך בטכנולוגיות אלו.
- c. בהמשך, נלמדו פתרונות חדשים בעולם למימוש מכ"מ מי מז"א, חלקם כבר ביישום מבצעי וחלקם עדיין "על לוח השרטוט".
- d. לבסוף, בהסתמך על כל המידע שנאסף, בוצעה הערכה טכנולוגיסטית המיועדת להעריך את היכולת להמשיך לתמוך במכ"מ הקיים על בסיס הטכנולוגיות המיושמות במרכיבי המכ"מ הנוכחיים (בישראל ומחוצה לה). במסגרת זו, נבחן כל מרכיב במערכות המכ"מ הקיימות (אנטנה, מערכת הנעה, שידור, קליטה, עיבוד אות, תכנה, וכו').

8. לימוד נושא מכ"מ מז"א כתחום התמחות וחידושים בתחום זה

- a. באופן עקרוני, מכ"מ מז"א אינו שונה במהותו ממערכות מכ"מ אחרות – בתיאור המופשט, נשלח אות לאויר, ומשהוא פוגע במטרה הוא מוחזר למכ"מ ומנותח (בהשוואה לאות ששודר). התוצאה של ההד המנותח אמורה לספק את המידע הנדרש על המטרה – גודל, טווח, מהירות וכו'. יוצא מתוך כך שההבדלים בין המכ"מים השונים הם בתחום ניתוח האות המוחזר, כלומר התמקדות במידע הייחודי למטרה המעניינת. במקרה של מכ"מ מז"א הכוונה כמובן למאפייני עננים, שמהם ניתן לחזות תופעות של גשם / ברד / שלג, וכד'.
- b. ההבדל הנוסף, המהותי מאוד, הוא הטכנולוגיות שבהן נעשה שימוש במכ"מ המסוים. ההתקדמות הטכנולוגית המתמדת (רכיבי מצב מוצק, יחידות עיבוד מידע מהירות, אלגוריתמיקה המאפשרת ע"י כך, וכו') מאפשרת קבלת ביצועים שלא היו אפשריים בעבר הרחוק ואפילו הקרוב.
- c. לימוד נושא מכ"מ מי מז"א העלה שרוב מכ"מ מי מז"א המותקנים ברחבי העולם עדיין ממומשים בטכנולוגיות שידור המבוססות על טכנולוגיה "שמרנית". היתרון הוא בכל שמכ"מים אלו נהנים מניסיון ממבצעי נרחב, בעוד הדור המתקדם יותר נמצא עדיין בשלבי ניסויים שונים. יהיה נכון לעקוב אחר ההתפתחויות, על מנת לקבל בעתיד החלטת הצטיידות אופטימלית מבחינת התצורה הטכנית, ובזמן הנכון ביותר. לשם השלמת המידע ייאמר שהטכנולוגיות החדשות מיושמות זה מספר שנים במכ"מ מי בקרה שונים (צבאיים ואזרחיים), אך בתחום מכ"מ מי מז"א טרם נקלטו טכנולוגיות אלו באופן מלא (כאמור, מכ"מים מסוג זה נמצאים בשלבי ניסויים).

9. הערכת מצב למרכיבי המכ"מ הקיים



- a. שלב הערכת המצב למרכיבי המכ"מ נועד לאפשר ניתוח חלופות שונות לטיפול במכ"מ, שכן במידה ואין אפשרות להמשיך ולתחזק את המכ"מ כולו, או חלק ממרכיביו, החלופה להמשיך ולהשתמש בו (או לפחות באותו מרכיב) אינה קיימת למעשה.
- b. בוצע ניתוח של כל אחת מיחידות המכ"מ, עד רמת מרכיבים בודדים, בחלוקה לשלוש קטגוריות:
- מצב כללי לא טוב – דוגמאות של חלודה, חלקים שבורים, חוטים רופפים, וכו';
- רכיבים העומדים על סף הגעה ל"זמן סוף חיים";
- רכיבים שלא ניתן יותר (או בקרוב לא ניתן יהיה) להשיג עבורם חלקי חילוף ו/או לתקנם.
- c. בהיבט זה ראוי להוסיף עוד היבט רלוונטי – מוסדות הלימוד (בתי ספר טכניים, בתי ספר להנדסאים, מכללות ואוניברסיטאות) אינם כוללים בתכולת הלימוד טכנולוגיות ישנות! יוצא מכך שכבר כיום קיים חוסר בצוותים טכניים המכירים טכנולוגיות המיושמות במכ"מים הישנים. תופעה זו תלך ותחריף כאשר המהנדסים והטכנאים המבוגרים יצאו ממעגל העבודה בעוד מספר שנים. המסקנה – במקרים מסוימים נדרש להתקדם לטכנולוגיות חדשות גם כאשר הציוד הקיים מתפקד היטב!

10. לימוד נושא תחזוקת מכ"מי מז"א בישראל

- a. מתברר שבישראל, למרות היותה מדינה קטנה בשטח, קיימים לפחות 7 מערכות מכ"מ מז"א – אחת בשירות המטאורולוגי, 4 בחיל האוויר, אחת ברשות המים, אחת בנתב"ג.
- b. שלב זה נדרש על מנת להבין האם מערך התחזוקה הקיים כיום בשמ"ט זהה או שונה מהאחרים, והאם במסגרת העבודה ניתן להמליץ המלצות גם בהסתמך על הידע והנהלים שהצטברו במהלך הפעלת ותחזוקת המערכות על ידי הגופים האחרים.
- c. נערכו פגישות אחדות, בעיקר עם אנשי ח"א, על מנת ללמוד מהניסיון שלהם לגבי תחזוקה, חלקי חילוף, וכו'.



פרק ד': הערכת מצבם הטכני של מכלולי המכ"מ

11. סביבת העבודה של המכ"מ

- a. סביבת העבודה של המכ"מ נוחה יחסית:
– האנטנה מחופה ע"י ראדום השומר עליה מפגעי מזג האוויר;
– מכלולי המכ"מ האחרים ממוקמים בחדר סגור ובטמפרטורה מבוקרת. עם זאת, ש להדגיש שמיזוג האוויר אינו אופטימלי (לחות גבוהה ויצירת עובשים), ונדרש תכנון ייעודי למערכת מיזוג האוויר.
- b. התוצאה של סביבת העבודה הנוחה של המכ"מ היא איפשר עבודה בתנאים טובים (טמפרטורה, לחות – לא אופטימלית, ניקיון אויר, וכו'), ובכך הארכת משך החיים של המכ"מ!

c. נושא הלחות - כתוצאה מפעולה לא רציפה של מערכת מיזוג האויר קיימת תופעה של הצטברות לחות בחדר – נדרש שיפור מערכת מיזוג האוויר.

12. מכלול האנטנה והנעת האנטנה

- a. תתי מערכות מכלול האנטנה נסקרו ויזואלית על מנת לגלות פגמים מהותיים.
- b. באופן כללי, המערך מתוחזק היטב ונמצא במצב תחזוקתי טוב! אין שום סיבה תחזוקתית המחייבת החלפת המכלולים השונים!
- c. ניתן להשתמש בחלקי החילוף הקיימים, ובמקרה הצורך ניתן יהיה גם לתקנם.
- d. מכיוון שההמלצה היא להמשיך להשתמש במערכות האנטנה והנעת האנטנה, מומלץ לרכוש עוד מספר רכיבים למערכת הנעת האנטנה כחלקי חילוף.

13. מערכת השידור

- a. כללי
- b. מערך השידור ממומש בטכנולוגיה שפופרתית, שפותחה בראשית ימי המכ"מ (אמצע המאה העשרים). גיל המכלולים הוא כ-25 שנה.
- c. באופן מוזר, מערך השידור ממומש בצורת רכיבים מבוזרים, שאינם מאוגדים ביחידות גדולות יותר שנוח להחליפן.
הערה: בדרך כלל, לצורך נוחיות בתחזוקה, המכ"מ מאורגן ביחידות המוחלפות בדרג העבודה הישיר במכ"מ (LRU – Line Replacable Unit), ואלו מחלוקות ליחידות המוחלפות ומתוקנות בדרג תחזוקה גבוה יותר (SRU – Shop Replacable Unit) ואלו ממומשות ע"י



רכיבים בדידים. במכ"מ השמ"ט לא ממומשת תפיסת תחזוקה זו, והמשדר כולו ממומש בצורת רכיבים בדידים. ברמה הכללית, מצב המכלולים הוא טוב (אין פגיעות, וכו').

אפשרות תחזוקה - כאמור, הבעייה העיקרית היא התיישנות הטכנולוגיה, וכתוצאה מכך:

- כבר כיום קיימת בעיית ידע, שתלך ותחריף;

- הרכיבים (בני כ-25 שנה) הולכים ומתיישנים;

- לחלק מהרכיבים והמכלולים לא קיימים מקורות רכש כבר כיום (לדוגמה: מודולטור) ולחלקם לא ניתן יהיה למצוא מקורות רכש זמינים בתוך טווח זמן קצר יחסית.

d. מכלולים המוגבלים ב"משך חיים" מוגבל (מגנטרון, טירטרון) – אין נתונים מדויקים לזמן החיים המצטבר של כל אחד, אך מנגד קיימים חלקי חילוף. מכך נובע שלפרק הזמן המידי עדיין ניתן לתחזק את המשדר.

e. למרבה ההפתעה, מרכיבי המשדר העיקריים (מגנטרון, טירטרון, מודולטור) אינם זהים לאלו הממומשים במכ"מים אחרים בישראל (ח"א ואחרים), למרות שהם תוצרת אותה חברה – EEC.

f. אנשי השמ"ט מעידים על כך שבעטייה של ההתמודדות עם תקלת משדר המכ"מ בחורף האחרון, לא הצליחו למצא תיעוד הנדסי אצל יצרן המכ"מ אשר יסייע לתיקון המודולטור (אשר כזכור, יוצר לפני יותר מ-23 שנים).

14. מערכת הקליטה ועיבוד האות

a. כאמור, מערך הקליטה ועיבוד האות הוחלף כולו לפני כ-10 שנים.

b. מערך הקליטה ממומש בטכנולוגיה ספרתית, מלפני כעשרים שנה.

c. אין בעיית תחזוקה כיום למכלולים אלו. עם זאת, ההתקדמות בטכנולוגיות הספרתיות היא עצומה, ומשך החיים של מערכות מחשב, לדוגמה, הוא שנים בודדות. המשמעות היא שבעוד מספר שנים יהיה צורך לבחון החלפת מערכת שלמה / מכלולים גם במערכת הקליטה ועיבוד האות.

d. מצב המכלולים הוא טוב מאוד.

e. אין מכלולים המוגבלים ב"משך חיים" מוגבל.





פרק ה': הכרת מכ"מים פוטנציאליים / תת מערכות להחלפה

15. כללי

המוטיבציה ללמוד מערכות מכ"מ מז"א נוספות היא על מנת להבין האם, בנוסף למימוש באמצעות טכנולוגיות מתקדמות, מתקבלים גם ביצועים טובים יותר. בנוסף, חשוב לשמור על קומונליות עם מערכות אחרות, קודם כל עם אלו הנמצאות בשימוש בישראל, אך גם עם ההתקדמות בעולם בתחום זה.

16. סוגי מכ"מי מז"א כיום

- a. מכ"מ דופלר "קלאסי"
סוג מכ"מים זה, ה"קלאסי" הינו זהה בקונספט למכ"מ הנוכחי של השמ"ט. הטכנולוגיה מבוססת על שפופרות שידור השולחות פולס וקבלת החזר.
- b. Dual Polarization
במכ"מ זה משדרים פולסים בו זמנית בשני צירים. הוכח, גם תיאורטית וגם בניסויים, ששימוש בטכנולוגיה זו מאפשר קבלת נתונים מדויקים יותר (חזית הגשם ו"עומקה", צפיפות הגשם, סיכוי ירידת גשם, וכו').
- c. AESA – Active Electronically Scanned Array
במכ"מים אלו, מיושמת טכנולוגיה של מודולי שידור בדידים, המותקנים על האנטנה, ויצירת אלומות השידור והקליטה מתבצעת במרחב, ע"י סופרפוזיציה של האלומות הבדידות של כל אחד מהמודולים. מימוש מכ"מ בטכנולוגיה זו מאפשר קבלת יתרונות רבים – הספק גבוה יותר (גם בשידור וגם בקליטה!), עיבוד אות ברמה גבוהה מאוד, רמת אמינות גבוהה הרבה יותר, ועוד.

17. מימוש בעולם

הנכון ביותר הוא לעקוב אחר המימוש ע"י שירות מז"א האמריקאי, שהוא המתקדם ביותר בעולם בכל אחד מהתחומים, מקיים מחקרים שוטפים, ובנוסף הוא בעל מערך מכ"מים גדול במיוחד (למעלה מ-50 מכ"מים רק לשירות – בנוסף ישנם מאות בשדות תעופה, חילות האויר וכו').
האמריקאים נמצאים בתהליך הסבת מערך מכ"מי מז"א שלהם לטכנולוגיות החדשות – חשוב לעקוב אחריהם, ולהצטייד לאחר שהם אספו כבר את כל הלקחים התפעוליים והתחזוקתיים.



פרק ו': בחינה טכנולוגיסטית

18. כללי

הבחינה הטכנולוגיסטית עוסקת במספר נושאים:

- a. הערכת מצב תחזוקתית של כל אחת מהיחידות המרכיבות את המכ"מ, ואחר כך כל אחד מהרכיבים המרכיב את אותה יחידה. במונח הערכת מצב תחזוקתית הכוונה לבחינת מצב אותו רכיב – האם הוא שמיש? האם יש בו פגמים הנראים לעין? האם הוא מתפקד בביצועים הנדרשים?
- b. האם יש רכיבים בעלי מגבלת "זמן חיים"?
- c. הערכת הידע הקיים לצורך תחזוקת המערכת כולה, וכל אחד ממרכיביה.
- d. האם קיים ציוד התחזוקה הנדרש לביצוע פעולות תחזוקה עיתיות, וציוד בדיקה הנדרש לאיתור תקלות?
- e. האם קיים מלאי חלקי חילוף הנדרש להמשך תפעול המערכת למשך שנים נוספות (צריך להגדיר למשך כמה שנים רוצים עדיין להפעיל את המערכת)?
- f. האם יש פריטים שהפסיקו לייצרם (טכנולוגיות המוגדרות כמושנות, שיקולים עסקיים שונים, מקורות רכש שכבר לא ניתן לרכוש מהם וכו')? לגבי פריטים כאלו, האם קיימים מקורות רכש פוטנציאליים תחליפיים?

19. אופן ביצוע העבודה

a. הבחינה הטכנולוגיסטית התבצעה במספר שלבים:

a. סקירה ראשונית של המכ"מ, וכל אחד מהמרכיבים.

b. לימוד מפורט לגבי תפקידו של המרכיב הספציפי במערכת.



c. סקירת ספרות התחזוקה של המכ"מ.

d. הבנת תפיסת התחזוקה ויישומה בפועל.

e. סקירת חלקי החילוף הקיימים, ציוד הבדיקה הנדרש וכו'.

b. בשלב הבא, בוצע ניתוח הכולל את המרכיבים הבאים:

i. האם ניתן להמשיך ולתפעל את המכ"מ כולו, וכל אחת מהמערכות למשך זמן נוסף? למשך כמה זמן?

ii. לגבי פריטים שניתן להמשיך ולתחזקם – האם קיים הידע הנדרש לביצוע פעולות תחזוקה עיתיות ופעולות תחזוקה הנדרשות לצורך איתור תקלות?

iii. לגבי פריטים שניתן להמשיך ולתחזקם – האם קיימים חלקי חילוף בצורה מספקת? במידה ולא, האם קיימים מקורות רכש זמינים?

20. מערכת האנטנה

a. פדסטל

i. הפדסטל במצב טוב, לא דורש טיפול חריג.

ii. לא צפויה התיישנות של פריט כלשהו המרכיב את היחידה.

iii. לא נדרש פדסטל נוסף בתור חלק חילוף.

b. אנטנה

i. האנטנה במצב טוב, לא דורשת טיפול חריג.



ii. לא צפויה התיישנות של פריט כלשהו המרכיב את היחידה.

iii. לא נדרשת אנטנה נוספת בתור חלק חילוף.

c. מערכת הנעת האנטנה

i. נכון להיום, מערכת הנעת האנטנה היא במצב טוב, ונדרש רק טיפול תחזוקה מונעת סדיר, בהתאם להוראות הספרות הטכנית.

ii. לא צפויה התיישנות של פריט כלשהו המרכיב את היחידה. עם זאת, יש לזכור שמדובר בחלקים נעים, ומטבע הדברים כתוצאה מהשחיקה המכנית יש לצפות לתקלות מעת לעת. הפתרון הוא בקיום מלאי חלקי חילוף.

iii. נכון להיום, קיימים מנועים להחלפה, וכן יחידת סינכרו. בהתאם להחלטה לכמה זמן מחליטים להמשיך ולתפעל את המכ"מ, יהיה צורך לשקול האם לרכוש חלקי חילוף נוספים. בנספח א' למסמך זה מפורטים חלקי החילוף הקיימים, ובנוסף מספר חלקי חילוף שמומלץ לרכושם לצורך תחזוקת מערכות המכ"מ שימשיכו בשירות.

iv.

d. מערכת העברת אותות לאנטנה וממנה למערכת הקליטה

i. נכון להיום, מערכת העברת האותות היא במצב טוב, ונדרש רק טיפול תחזוקה מונעת סדיר, בהתאם להוראות הספרות הטכנית.

ii. לא צפויה התיישנות של פריט כלשהו המרכיב את היחידה. עם זאת, כתוצאה מהשחיקה המכנית יש לצפות לתקלות מעת לעת. הפתרון הוא בקיום מלאי חלקי חילוף.

iii. נכון להיום, קיימים מלאי מברשות להחלפה במידה מספקת. בהתאם להחלטה לכמה זמן מחליטים להמשיך ולתפעל את המכ"מ, יהיה צורך לשקול האם לרכוש חלקי חילוף נוספים. בנספח א' למסמך זה מפורטים חלקי החילוף הקיימים, ובנוסף מספר חלקי חילוף שמומלץ לרכושם לצורך תחזוקת מערכות המכ"מ שימשיכו בשירות.



e. ראדום

- i. הראדום במצב טוב, לא דורש טיפול חריג.
- ii. למרות קרינת השמש המתמדת, לא צפויה התיישנות הראדום, וגם לא בליעת קרינה כתוצאה מהתיישנות זו.
- iii. לא נדרש ראדום נוסף בתור חלק חילוף.

21. מערכת השידור

- a. מערכת השידור מבוססת על טכנולוגיה שפופרתית. לעובדה זו מספר תוצאות שליליות:
 - התיישנות שפופרות, כולל זמן חיים מוגבל;
 - התמעטות מקורות הרכש הפוטנציאליים (אם בכלל);
 - בעיית ידע של המהנדסים והטכנאים.כתוצאה מכך, בדרך כלל מומלץ להחליף את המערכת כולה לדור מתקדם יותר.

b. מגנטרון

- i. רכיב בעל זמן חיים מוגבל.
- ii. לא קיימת רזרבה תחזוקתית למגנטרון.
- iii. נדרש לעקוב אחר שעות השידור שלו (כאמור, זמן חיים מוגבל).
- iv. נדרש להצטייד במגנטרון נוסף אחד לפחות, על מנת לתמוך במכ"מ עד להחלפת מערכת השידור.

v.

c. טירטרון



i. רכיב בעל אורך חיים מוגבל.

d. קיים מלאי של יחידה אחת בלבד. יש להצטייד במלאי בהתאם לקצב ההחלפות הנדרש. מודולטור

i. שונה מרכיבים אחרים המצויים בישראל.

ii. אין ולא ניתן להשיג יחידה רזרבית (נבדק מול החברה המייצרת במהלך תיקון התקלה בחורף 2018 / 2019)!

e. במהלך התקלה בתחילת 2019 הוכח שכמעט לא קיים ידע לתיקון היחידה, ובסופו של התהליך היה צורך לייצר (!!!) רכיב תחליפי לרכיב שהתקלקל, ולצורך כך לאתר בעלי מקצוע ייחודיים ונדירים. רכיבים נוספים במערכת השידור – קיימים חלקי חילוף לרכיבים העיקריים. יחד עם זאת, בשל "גילה" של הטכנולוגיה איתור רכיבים חלופיים מהווה קושי.

f. לדעתי, החלטה לא להחליף את מערכת השידור אינה סבירה, והמשך תפעול המערך הנוכחי (כולל המודולטור הבעייתי) תגרום להישנות תקלות מהסוג שחווינו, וגם במקרים נוספים תהליך התיקון עלול להיות ארוך מאוד ויגרור השבתה ארוכה של המערכת.

22. מערכת הקליטה ועיבוד האות

a. מערכת זו חדשה יחסית (ההצטיידות הייתה לפני כ-10 שנים), וממומשת בצורה ספרתית.

b. הידע הנדרש לתחזוקת המערכת הוא מעודכן וקיים. כנ"ל ספרות תחזוקה.

c. קיימים חלקי חילוף ברמה מספקת.

d. עם זאת, ההתקדמות הטכנולוגית בתחום מערכות ספרתיות היא עצומה, ומדי מספר שנים מתחלף דור טכנולוגי, במיוחד במערכות מחשב. בעוד מספר שנים יהיה צורך לבחון האם נדרש להחליף את מערכת הקליטה ועיבוד האות במלואה או בחלקה.

23. מערכות תומכות

a. מערכת ייבוש (Dehydrator) – רכיב לא בעייתי. קיים גם רכיב נוסף בתור חלק חילוף.

b. ציודי בדיקה – קיימים למערכת בתצורתה הנוכחית.



כ.כ. כבלים – כנ"ל.



פרק ז': חלופות אפשריות וניתוח החלופות

24. כללי

בהתייחס למצב התפעולי / תחזוקתי של המכ"מ הקיים, החלופות האפשריות הן:
- המשך תפעול המכ"מ הקיים, ללא ביצוע שום שינוי, למשך מספר שנים נוספות;
- החלפת מערכת השידור המיושנת במערכת המתבססת על טכנולוגיה מתקדמת יותר;
- רכישת מכ"מ חדש לחלוטין, במקום המכ"מ הקיים.
25. חלופה א' – המשך תפעול המכ"מ הקיים

- a. כאמור, מסקנת הבחינה הטכנולוגיסטית היא שמצב המכ"מ סביר באופן כללי, למעט מערכת השידור שלא ניתן להתבסס על אמינותה.
- b. המסקנה המתבקשת היא שלא ניתן להמשיך ולהפעיל את המכ"מ בתצורתו הנוכחית לאורך זמן, ללא החלפת מערכת השידור.
- c. יודגש שהחלטה להמשיך להתבסס על המכ"מ הקיים במצבו הנוכחי תחייב היערכות תחזוקתית מיוחדת (לא ריאלי) – איתור בעלי מקצוע המכירים את הטכנולוגיות הישנות, הצטיידות בחלקי חילוף נוספים אשר בחלקם ספק אם קיימים, ומוכנות "לסבול" השבתות ארוכות.
26. חלופה ב' – החלפת מערכת השידור בלבד
- a. תוצאת מימוש חלופה זו היא יצירת מכ"מ "עדכני", שניתן לתפעלו מספר שנים רבות נוספות (להערכתי – כעשור).
- b. מימוש חלופה זו מחייב קיום תהליך מכרז, תוך הגדרת תנאי סף ברורים:
- c. הזוכה במכרז יתחייב לבצע שילוב מושלם בין מערכת השידור החדשה המוצעת ומערכות הקליטה ועיבוד האות הקיימות, ולהוכיח פעולה אופטימלית של מערכת המכ"מ המשודרגת.
- d. הזוכה במכרז יתחייב לספק שירותי תחזוקה למכ"מ המשודרג כולו, למשך שנות השורות הצפויות.
- e. יש לציין שמימוש חלופה זו ייצור חלופת מכ"מ די ייחודית, וזהו אינו מצב רצוי (הרצוי הוא השגת קומונליות עם מערכות מקבילות, לפחות כאלה המופעלות בישראל).



f. מימוש חלופה זו יארך שנה-שנתיים – ראשית תהליך המרכז, ולאחר הזכייה תהליכי הפיתוח, השילוב עם מערכות הקליטה ועיבוד האות, ולבסוף ביצוע ניסויי הקבלה. במהלך תקופה זו נדרש להמשיך ולהפעיל את המכ"מ בתצורתו הנוכחית!

27. חלופה ג' – רכש מכ"מ (מתקדם) חדש

a. חלופה זו היא אופטימלית מבחינת התבססות על טכנולוגיות עדכניות, קומונליות עם השוק העולמי, קבלת ביצועי מכ"מ משופרים, הורדת עלויות תחזוקה ועוד.
הערה: ברור שביום מן הימים, ירכש מכ"מ חדש לשמ"ט.

b. עם זאת, מכיוון שאף גוף במדינת ישראל עדיין לא החליט להצטייד במכ"מ מדור זה, מימוש חלופה זו הינו צעד חלוצי. יודגש שגם השירות האמריקאי עדיין לא הגדיר במדויק את התצורה הסופית של מכ"מ מי מז"א העתידיים שלו.

c. מימוש חלופה זו לא חייב להיות במקום חלופות א' או ב', אלא ניתן לבצע במקביל או במדורג עם אחת מחלופות אלו שתיבחר.



פרק ח': מסקנות מהעבודה

28. מצב מכ"מ קיים

מצבו הכללי של המכ"מ הוא סביר! המכ"מ מותקן בתנאים טובים (נטנה בתוך ראדום, מערכת מכ"מ בתוך חדר סגור), שכמובן שומרים על היחידות ומאריכים את חייהן.

קיימת בעייה של ידע תחזוקתי מעמיק, ותהליך פתרון התקלה האחרונה הוכיח בעייה זו. חלק מהבעייה נובע גם כתוצאה של ביצוע חלקי בלבד של תהליכי תחזוקה נדרשים.

יחידות שידור מסוימות ממומשות בטכנולוגיה מיושנת. תוצאות הלוואי הן:

- ביצועים פחות טובים ממערכות מתקדמות;
- התיישנות מכלולים המוגדרים כבעלי "זמן חיים" מוגבל;
- בשלב מסוים יהיה קשה להשיג חלקי חילוף בשוק העולמי;
- הידע לגבי מערכות אלו מצוי בידי מהנדסים וטכנאים מהדור הישן. בעלי מקצוע צעירים כמעט אינם מכירים טכנולוגיות אלו!

29. החלפת מערכת השידור

מסקנה עיקרית היא שהחלפת מערכת השידור של המכ"מ הינה הכרחית, ותוך פרק זמן קצר! המשך ההתבססות על המערכת הישנה מזמין צרות, שילכו ויתעצמו!

קיום מכרז להחלפת מערכת השידור בלבד הינו אתגר הנדסי וניהולי, ומחייב הגדרות ברורות מאוד.

גם במקרה שמוחלט לממש חלופה זו, יש לזכור שבמשך שנה-שנתיים יהיה צורך להמשיך ולתמוך במכ"מ הקיים! המשמעות היא התארגנות יותר טובה לביצוע תחזוקה מונעת ושיפור הידע המקצועי!



הדגש העיקרי בתהליך המכרז צריך להיות שילוב מושלם בין מערכת השידור החדשה לבין מערכות הקליטה ועיבוד האות הקיימות, ובמקביל התחייבות לתמיכה תחזוקתית ארוכת טווח.

30. רכש מכ"מ חדש

יש לזכור שבעוד מספר שנים תמומש חלופה זו. עם זאת, כפי שנכתב, להיות "חלוץ לפני המחנה" מהווה אתגר גדול, שלדעתי "גדול" על השמ"ט כגוף מתפעל ולא מפתח.

האופציה המועדפת היא לעקוב אחר ההתפתחויות בשוק הישראלי והעולמי, ובבוא הזמן להסתמך על ההחלטות שיתקבלו במיוחד ע"י חיל האויר, שהוא הגוף המפעיל את כמות המכ"מים הגדולה ובמקביל בעל מערך תחזוקה עצמאי וטוב.

פרק ט': המלצות

31. כללי

יודגש שההמלצות הרצ"ב הן שלי בלבד, מתבססות על הבחינה הטכנולוגיסטית שביצעתי, וכמובן על הניסיון ההנדסי והניהולי שצברתי לאורך השנים. מאידך, לכל ארגון יש מערכות שיקולים נוספות, תקציביות, ניהוליות, פרסונליות וכו'. את שיקולי השמ"ט איני מכיר, ולכן צריך להתייחס להמלצות הרצ"ב כבסיס להחלטות בלבד.

32. המשך התבססות על המכ"מ הקיים

המכ"מ, בתצורתו הנוכחית, לא יוכל להמשיך לשרת במשך זמן רב. הסיבה העיקרית היא התיישנות המרכיבים השונים, שחלקם מבוססים על טכנולוגיות מיושנות, שבעוד מספר שנים לא ניתן יהיה לתמוך בהן - גם מבחינת חלקי חילוף וגם מבחינת הידע.

לפיכך, החלופה של "לשבת ולא לעשות כלום" אינה מומלצת. נדרשת פעולה מיידית לפתרון הבעיות הקיימות, תוך הסתכלות עתידית על ההתפתחויות בשוק העולמי.

33. חלופה לרכש מערכת שידור המבוססת על טכנולוגיות חדשות

מבחינתי, זוהי החלופה המועדפת בשלב זה. מימוש החלופה, שיארך שנה-שנתיים, יאפשר את הארכת חיי המכ"מ הקיים לטווח של 10-15 שנים נוספות.

מימוש חלופה זו מחייב תהליך מכרז מאוד מדויק, תוך הדגשת מחויבות הזוכה לביצוע שילוב מושלם בין מערכת השידור החדשה לבין מערכות הקליטה ועיבוד האות הקיימות, ובהמשך להתחייבות לתמיכה תחזוקתית ארוכת טווח.



34. רכש מכ"מ חדש.

חלופה זו תתממש בכל מקרה בעוד מספר שנים.

מבחינתי, איני ממליץ על חלופה זו בשלב זה, ממגוון הסיבות שהוסבר.

עם זאת, יתכן שתהליך המכרז לרכש מערכת שידור חדשה ייכשל (למשל מכיוון שלא יימצאו חברות שירצו להשתתף במכרז). במקרה זה, יהיה צורך לשקול שוב מתי לצאת לרכש מכ"מ חדש.

35. שיפור מערך התחזוקה למכ"מ הקיים

בכל מקרה, המכ"מ הקיים ימשיך לתפקד במשך השנים הקרובות, בהתחלה בתצורתו הנוכחית, ובתקווה שאחר כך בתצורה של מערך שידור חדש. עובדה זו מחייבת לפתור את בעיות התחזוקה הקיימות (ביצוע תחזוקה מונעת, שיפור הידע, קיום חלקי חילוף וכו'). יש כמובן להחליט למשך כמה זמן יש כוונה להמשיך לתפעל את המכ"מ הקיים, ובהתאם לרכוש חלקי חילוף, לבחור בחלופת התחזוקה המיטבית, וכו'.

למרות שזה לא חלק מהעבודה שהתבקשתי לבצע, תוך כדי לימוד המצב הקיים התוודעתי לבעיות התחזוקה הקיימות, כולל למערך התחזוקה של חיל האויר עבור מכ"מים כמעט זהים. ברור שלא ניתן להשתלב במערך התחזוקה של חיל האויר, אך מכיוון שטכנאי חיל האויר משתחררים לאזרחות, ניתן לדרוש במכרז התחזוקה שהחברה הזוכה תתחייב להעסיק טכנאים הבקירים במכ"מי מז"א.

36. החלופה המומלצת - שילוב פתרונות

בשלב המידי יש לשפר מיידית את מערך התחזוקה של המכ"מ הקיים, גם ללא קשר למכרז לרכש מערכת שידור חדשה.

במקביל, מומלץ לצאת מיידית לתהליך מכרז לרכש מערכת שידור חדשה, שילובה עם מערכות הקליטה ועיבוד האות הקיימות, ותמיכה תחזוקתית ארוכת טווח.

רכש מכ"מ חדש לחלוטין מומלץ לבצע בעוד מספר שנים, תוך התבססות על ההתפתחויות בשוק הישראלי והעולמי.

בכל מקרה, לא מומלץ להשבית את המכ"מ הקיים, גם לאחר רכש המכ"מ החדש בעוד מספר שנים. ההמלצה היא להכשיר את המכ"מ הקיים לשירות ארוך טווח, אם בתור מכ"מ משני, ואם בתור מכ"מ גיבוי, שניתן להחזיקו במצב "הקפאה", ולהפעילו רק במקרים מיוחדים.





נספח א' – ניתוח טכנולוגיסטי למרכיבי המכ"מ

מקרא

– חלק אשר לא קיים יותר במכס וזאת כתוצאה מהחלפת המקלט
 – חלק חילוף קיים במלאי
 – חלק חילוף שמומלץ לרכוש



No.	Component	Original Manufacturer	PN	Task in the Radar System	Technology / Availability challenge	Existing Spare Parts	Required additional Spare Parts	Source of purchasing	Comments
	<u>Unit 0 - Accessories</u>	EEC		<u>Testing</u>				EEC	Existing
1	0A2 – Test Cables and Adapters Kit	EEC		Testing	No problem	1	0	EEC	Existing
2	0A2A1 – VME Extender PCA	EEC		Testing	No problem	1	0	EEC	Existing
No.	Component	Original Manufacturer	PN	Task in the Radar System	Technology / Availability challenge	Existing Spare Parts	Required additional Spare Parts	Source of purchasing	Comments
	<u>Unit 1 – Radar Control and Servo</u>	EEC							



3	1A1 – Radar Control Processor	EEC	EEC-126265			0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
4	1A1A2 – Radar Control Processor PCA	EEC				0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
5	1A1A3 – Backplane PCA	EEC				0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
6	1A1A4 – LED Display PCA	EEC	EEC-122648-100			1			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
7	1A1A5 – LED Display PCA	EEC	EEC-122648-101			0			Identical card as the previous. Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
8	1A1PS1 – Power Supply	EEC	SPL-130-4001			1		EEC and additional sources	
9	1A2 – AZ & EL Servo Amplifier	EEC	EEC-126266-100	Control of Antenna motion	No problem	1		EEC and additional sources	The existing unit is EEC-125362-102



	Unit 2 – Transmitter / Receiver	EEC	EEC-126263- 100						
10	LNA RF Amplifier	EEC	EEC-125843- 100	Transmitting chain		1	0	EEC	
11	2A2 - GPD Amplifier	EEC	EEC-121206- 103	Transmitting chain		1	0	EEC	
12	Log IF Amplifier	EEC	EEC-126270- 100	Transmitting chain		0	0	EEC	
13	2A6 – Thyratron Pulse Driver Module	EEC	EEC-120447- 100	Transmitting chain		1		EEC	
14	2A6A1 – Thyratron Pulse Driver PCA	EEC				1		EEC	
15	2A7 – Video Line Driver PCA	EEC	EEC-120537- 106			0		EEC	
16	2A8 – Video Line Driver Module	EEC				0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
17	2A9 – Video Line Driver Module	EEC				0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala



18	2A8A1 – Video Line Driver PCA	EEC							
19	2A9A1 – Video Line Driver PCA	EEC							
20	2A10 – STALO/AFC Module	EEC	EEC-118877- 100			0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
21	2A10A1 – STALO/AFC PCA	EEC	EEC-123151- 100			1			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
22	2A12 – COHO Oscillator Module	EEC	EEC-118891- 100			0/1			Existing a Werzel Associates unit, PN 14401-0652 – to investigate. Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
23	2A12A1 – COHO Oscillator PCA	EEC	EEC-118891- 100			0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
24	2A13 – Magnetron Current Fault	EEC	EEC-120732- 100	Transmitter chain		0		EEC	



	Monitor Module								
25	2A13A1 – Magnetron Current Fault Monitor PCA	EEC	EEC-120732-100	Transmitter chain		0		EEC	
26	2A14 – GPD Amplifier	EEC	EEC-121206-101	Transmitter chain		0		EEC	
27	2A15 – GPD Amplifier	EEC	EEC-121206-101	Transmitter chain		0			
28	2A16 – Sample and Hold Module 4 Channel	EEC	EEC-125171-100			0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
29	2A16A1 – Sample and Hold PCA 4 Channel	EEC				0			Became obsolete when Receiver was changed to Vaisala
30	2A17 – Test Signal Generator	EEC	EEC-124843-100			0			
31	2A17A4 – Switch Driver Module	EEC				0			



32	2A17A4A1 – Switch Driver PCA	EEC				0			
33	2A18 – Test Signal Generator Controller Module	EEC	EEC-124612-100			0			
34	2A18A1 – Test Signal Generator Controller PCA	EEC				0			
35	2A19 – Transmitter / Receiver / Servo BITE	EEC	EEC-125182-100			0			
36	Dehydrator/ Compressor	Environmental Technology	16547-01-03	Humidity control		1	0	EEC / Environmental Technology	The existing unit is by the PN DEHYD / J1132
37	Power Supply PS1	Power One	HCC15-3-A			1			
38	Power Supply PS2	Power One	HN28-3-A			1			
39	Power Supply PS3	Power One	HB15-1.5-A			1			
40	Power Supply PS4	Power One	HB5-3/OVP-A			1			
41	Power Supply PS5	Power One	RR5-400P/M414			1			



42	Magnetron	EEC	EEC-5357	Transmitter chain, Power source	No problem	-1 (borrowed)	1-2	EEC + other sources	PN EEC-5257
43	Thyratron	Different suppliers	JAN8613	Transmitter chain, formation of the pulse	No problem	1 (borrowed)	1-2	Different suppliers	Different Suppliers: - Elektron Enrohre AEG Telefunken; -
	Unit 3 – Pedestal / Antenna Model D14CM1	EEC	EEC-126267-100			0			
44	3A1 – Pedestal C-Band Model D	EEC	EEC-126268-100	Antenna motion	No problem	0		EEC	
45	3A1A1 – Azimuth Datapack	EEC	EEC-125544-100	Antenna motion		0		EEC	
46	Synchro Transmitter	EEC?	18TRX6A	Antenna motion		1		EEC	Existing PN 18TRX6B
47	3A1A2 – Elevation Datapack	EEC	EEC-125545-100	Antenna motion		0		EEC	
48	Synchro Transmitter	EEC?	18TRX6A	Antenna motion		0		EEC	Identical as the Azimuth unit



49	3A1A3 – Slipring Module, 16 Ring	EEC	EEC-124265- 116	Transfer of control to the Antenna	No problem	0	1	EEC	
50	Slipring brushes (set of 32)	EEC	1050006-2-34	Transfer of control to the Antenna	No problem	0	1	EEC	
51	3A1A4 – AZ/EL Driver Motor Assembly	EEC	EEC-124852- 101	Antenna motion	No problem	1		EEC	
52	3A1A5 – AZ/EL Driver Motor Assembly	EEC	EEC-124852- 101	Antenna motion	No problem	0		EEC	Identical to the Az Motor
53	Drive Motor Assembly	EEC	EEC-124852- 101	Antenna motion	No problem	1		EEC	Including 3 components assembled together
54	Planetary Gearhead	EEC	EEC-124220- 100	Antenna motion	No problem	1		EEC	Including 3 components assembled together
55	Servo Motor Assembly	EEC	EEC-124223- 101	Antenna motion	No problem	1		EEC	Including 3 components assembled together



56	Rotary Joint	EEC	100677-100	Transfer of control to the Antenna		0	1	EEC	
57	WS1 – Maintenance Workstation	EEC				0			Obsolete after the Vaisala upgrade
58	WS2 – Operation Workstation	EEC				0			Obsolete after the Vaisala upgrade
59	Firmware / Software	EEC				0			Obsolete after the Vaisala upgrade
	RCP8 – Radar Control Processor	Vaisala							
60	I/O-62 PCI Card	Vaisala	RCP8 Connecting Panel			1		Vaisala	
61	IFD	Vaisala / SIGMET	IF Digitizer – Rev6			1		Vaisala	