



הנדסה. עיצוב. אמנות.  
הנדסה. תכנון. פן.  
ENGINEERING. DESIGN. ART.

שנקר  
SHENKAR



בית הספר להנדסת תעשייה וניהול

# פרויקט גמר

מוגש כחלק מהדרישות לקבלת תואר בוגר במדעים. B.Sc.  
בהנדסת תעשייה וניהול

נושא הפרויקט :

אופטימיזציה בניהול משאבים מבצעיים  
בטיעות חיל האוויר בשגרה וחירום

אוגוסט 2025

מנחה

מר רואי זרחיה

מגייסים

נדב פירמן שטרן – 207018250

אליה יעקובלב – 321829855

פלג קרן – 311130389



## תוכן עניינים

עמוד	פרק
1	תקציר מנהלים
3	1. רקע, סקירת הארגון והגדרת מטרת הפרויקט
3	1.1. תיאור הארגון
4	1.2. מבנה ארגוני
4	1.3. ניתוח ארגוני
5	1.4. רקע ומטרת הפרויקט
5	1.4.1. ריכוז פערים ובעיות במצב הקיימים
5	1.4.2. בעלי התפקידים ושיטת העבודה
7	1.4.3. הגדרות ומטרות המערכת החדשה
8	1.4.4. תקציב וכוח אדם לפרויקט
8	1.5. זיקת הסטודנטים לפרויקט
9	2. סקירת הספרות
9	2.1. הקדמה
9	2.2. קטמי'מים ושימושם בזירה הצבאית
11	2.3. היבטי כוח אדם בתכנון שגרת פעילות בטיסות
13	2.4. בעיות אופטימיזציה ותכנון ליניארי
13	2.4.1. רקע
13	2.4.2. סקירה היסטורית תכנון ליניארי
13	2.4.3. תכנון ליניארי בניהול כוח אדם בטיסת קטמי'
13	2.4.4. אילוצי תכנון
14	2.4.5. דוגמאות ליישום אופטימיזציה בניהול משאבי כוח אדם
14	2.4.6. סיוכום והמלצות להמשך יישום
15	2.5. שימוש במערכות תומכות החלטה
15	2.5.1. רקע
15	2.5.2. עקרונות ה-DSS
15	2.5.3. השפעת ה-DSS
16	2.5.4. יתרונות ה-DSS בניהול כוח אדם מבצעי
16	2.5.5. DSS בתכנון כוח אדם בין שגרה לחרום
16	2.5.6. סיוכום התאמות מערכות DSS
17	2.6. אתגרים עתידיים בניהול כוח אדם במערכות קטמי'מים
17	2.6.1. השפעת האוטומציה והבינה המלאכותית על תפקיד המפעיל
17	2.6.2. שחיקה של צוותים ושימור השירות ארוכת טווח
18	2.6.3. איוומי סייבר ולחימה אלקטרוני – השפעה על כוח האדם
19	2.6.4. סיוכום הפרק והקשרו לפרויקט



עמוד	פרק
20	3. מתודולוגיה
20	3.1. הקדמה
20	3.2. איסוף נתונים
21	3.3. בניית תבנית גנרטיב לניהול משאבי כוח אדם
21	3.3.1. עקרונות התבנית
22	3.3.2. פרמטרים מרכזיים
22	3.3.3. מבנה התבנית
22	3.3.4. גמישות והתאמת התבנית
22	3.4. פיתוח כלי אופטימיזציה
22	3.4.1. רקע לכלי אופטימיזציה
23	3.4.2. עקרון הפעולה
23	3.4.3. פונקציית המטרה
23	3.4.4. מוצבי הפעלה
23	3.4.5. תהליך העבודה
23	3.4.6. אינטגרציה עם התבנית הגנרטיב
24	3.5. תיקוף והערכת התבנית והכלים
24	3.5.1. שלב 1 : השוואة לנתוני עבר
24	3.5.2. שלב 2 : התייעצות עם בעלי תפקידים
24	3.5.3. קритריונים להצלחה
25	4. סיכום תוצאות ומצאי החומר הנאסף
25	4.1. תהליכי איסוף ועיבוד הנתונים
25	4.1.1. מקורות אינטנסיביים
26	4.1.2. מקורות כמותיים
27	4.2. ניתוח מממצאים אינטנסיביים
27	4.2.1. תובנות מרכזיות שעלו מן הראיונות והתחקיר
30	4.2.2. מממצאים סותרים וחריגים
31	4.2.3. השוואות רוחביות
33	4.2.4. תרומות הממצאים האינטנסיביים להבנת הבעה המחקרית
35	4.2.5. סיכום מממצאים אינטנסיביים



עמוד	פרק
36	4. ניתוח ממצאים כמותיים
36	4.3.1. ניתוח סיכום שבועי והיקפי המשימות
37	4.3.2. ניתוח מגמות שבועיות ואיתור חריגות לאורך ציר הזמן
38	4.3.3. ניתוח מגמות חודשי
39	4.3.4. מגמות חודשיות ב嗑לים ובחיריגות בשיבוץ (כשירות וזמן)
40	4.3.5. התפלגות סוגים שלבים
41	4.3.6. ניתוח משכי שימוש
42	4.3.7. שונות בעומסי שיבוץ בין אנשי צוות
42	4.3.8. בוחינת מתאם בין הפרמטרים שנבחנו
44	4.3.9. השוואת דפוסי שגרה לעומת חירום
45	4.3.10. חריגות, הטיות וגבולות בנתונים
46	4.4. עם מחקרים דומים אחרים Benchmark .4.4
46	4.4.1. גישות מחקר ומתודולוגיה
46	4.4.2. השוואת ממצאים עיקריים
48	4.4.3. מסקנות והשפעות יישומיות
48	4.5. סיכום ודיוון בממצאים
49	5. תובנות מחקריות
49	5.1. מסקנות מניתוח הנתונים והצלבה מול הספרות התיאורטיבית
50	5.2. פיתוח מודל יישומי
53	5.3. זיהוי אתגרים, סיכונים ודרכי התגברות
53	5.4. סיכום תובנות והמלצות
55	6. מסקנות והמלצות
55	6.1. סיכום ממצאים ומסקנות
56	6.2. המלצות לטוחה הקצר
58	6.3. המלצות לטוחה הבינוי והארוך
59	6.4. תכנון משאבים ולוח זמנים
61	6.5. כיווני מחקר עתידיים
62	רפלקציה
65	ביבליוגרפיה
68	נספחים
126	Executive Summary



## רשימת נספחים

מספר	שם נספח
68	1. בעלי תפקידים בטיפול בטמי"ם
70	2. פירוט ניתוח SWOT
72	3. ניתוח הבעיות המרכזיות במצב הקיימים
73	4. השוואת מאפייני פעילות טייסת בטמי"ם במצב הקיימים
74	5. דוגמא לשיבוץ ממשימות במצב הקיימים
75	6. ניהול התיקיות והקבצים
76	7. תהליך השיבוץ הקיים
78	8. בעלי התפקידים בצוות טיסת בטמי"ם
79	9. כשירותות
80	10. מגבלות וailments לפתרון המוצע
81	11. מילון מונחים
82	12. שאלון ראיונות
84	13. סיכון הראיונות
93	14. סיכום לקרים מתחקרים מבצעיים
95	15. סיכום נתונים כמותיים
96	16. עקרונות שיבוץ
99	17. תהליך השיבוץ המוצע
101	18. תיאור מערכת
112	19. תיאור אלגוריתם השיבוץ
117	20. התיקיות למודל היישומי ותוכנו הפרויקט
121	21. הערכת המענה לפי הקритריונים להצלחה
123	22. תיעוד יוזמות \ Impact Effort
125	23. ניהול סיכונים כללי



## רישימת טבלאות

עמוד	טבלה
4	1. עיקרי ניתוח ה SWOT
36	2. מזדים סטטיסטיים
38	3. מגמות חודשיות
60	4. ניתוח סיכון ברמת משימה
72	5. ניתוח הביעות המרכזיות במצב הקיימים
73	6. השוואת אפייני פעילות טיסת כטמ"ם במצב פעילות שונים
78	7. בעלי תפקידים בצוות טיסת כטמ"ם
81	8. מיליון מונחים
95	9. נתוני טיסות שבועיים שנת 2024
121	10. קритריונים להצלחה
123	Effort Impact .11
125	12. ניהול סיכון כלל

## רישימת תרשימים

עמוד	תרשימים
4	1. מבנה ארגוני טיסת כטמ"ם
37	2. פ"מ לפי שבועות
37	3. שיבוצים לפי שבועות
38	4. ממוצע שיבוצים חודשי
39	5. ממוצע טיעות וחריגות חודשי
40	6. פילוח שיבוצים שגויים
40	7. סטטוס שיבוצים
41	8. זמן ממוצע של פ"מ אל מול פריט
42	9. הבדלי מינימום לעומת מקסימום חודשי
43	10. מפת חום לבחינת קורלציה בין הפרמטרים שנבחנו
44	11. קורלציה בין טיעות לשיבוצים
56	12. תלויות בין רכיבי הפיתוח
59	13. גאנט
76	14. תהליך השיבוץ הקיים
99	15. תהליך השיבוץ המוצע
123	Effort Impact Matrix .16



## תקציר מנהלים

מערך הכתמי"מ (כלי טיס מאויש מרוחק) של חיל האוויר הישראלי הוא מרכיב מרכזי בפעולות המבצעית של צה"ל בשגרה ובחירום. בזמן חירום המערך נדרש להרחב את פעילותו באופן משמעותי, לאורך זמן, לעובוד מסביב לשעון ולהיערך למשימות תוך זמן קצר. לכן בזמן חירום, משמעותי, לאורך זמן, לעובוד מסביב לשעון ולהיערך למשימות תוך זמן קצר. הצורך בהפעלת כוח אדם מיומן עולה משמעותית לטובת שמירה על כשירות מבצעית לאורך זמן. כיום, שיבוץ צוותי האוויר מבוצע באופן ידני, מצב שגורם לחוסר איזון בעומס המוטל על חלק מאנשי הצוות ולכשלים תפעוליים והთוצאה הינה שחיקת כוח האדם, חוסר ניצול מיטביו של המשאב האנושי ולעתים אף לפגיעה ברציפות המבצעית. ניהול אופטימלי של כוח האדם הכרחי להבטיח מענה מהיר ויעיל לכל דרישת מבצעית.

הפרויקט מבוסס על ניתוח נתוני הטיסות מתוקף מלחמת "חרבות ברזל" ובחינת עומסי עבודה, פערים בכשירות הצוותים וכשלים תפעוליים.

הפרויקט מתמקד בפיתוח מערכת הוליסטית לניהול שיבוץ כוח האדם בטיסות כתמי"מ, שתאפשר שיבוץ חכם, מבודד אופטימיזציה, תאزن עומסי עבודה ותיעיל את זמינות הצוותים, תוך התחשבות בפרמטרים כמו מגבלות כשירות, זמני מנוחה והתאמות אישיות כגון אילוצי זמינות של אנשי הצוות.

בבסיס הפרויקט יצירת מאגר מידע כולל של אנשי צוות. כל פרופיל אישי ירכז את כל נתונים הקשורות, הזמינות, המוגבלות והailוצים שלו. כמו כן יירוכזו כל המשימות, תוך התחשבות במוגבלות והדרישות השונות של כל משימה. לאחר מכן, יופעל מודל השיבוץ, שימומש ככלי תומך החלטה למפקדים, באמצעות מותן המלצת שיבוץ, שתדרוש בקרה ואישור ידניים ותאפשר קבלת המלצה מתוקנת במידה של שינוי בזמן אמיתי.

השימוש במערכת ממוחשבת ובמודל מתמטי חכם מבודס אלגוריתם מעולמות חקר הביצועים, יאפשר להפחית את עומסי היתר על חברי הצוות, לצמצם טעויות אנוש בשיבוץ הצוותים, לשפר את סטטוס השרות, למנוע פערים וכשלים לא מתוכנים וליעיל את המענה המבצעי. מנוגנו הבדיקה, חיפת החריגות בזמן אמת ולוחות הבדיקה שיציגו תמונה מצב עדכנית ומתחדשת יאפשרו לשפר את קבלת ההחלטה הפיקודית בזמן אמיתי.

המערכת תהיה מודולרית וניתנת להרחבה, גם עבור ניהול משאיות נוספים בטיסות כגון טכניות מסווגים, השרות, כווניות (כוח אדם שאינו משובץ לשימוש אך נמצא בהערכות מוקדמות שמאפשרת מוכנות מבצעית תוך זמן קצר מקבלת פקודה), מטוסים, קרונות (מתקנים ניידים המשמשים לשילטה ובקרה על כתמי"מים), חימושים ועוד. כמו כן ניתן יהיה להרחב את



השימוש במערכת במילוי נוסף, באמצעות התאמתה ושילובה ביחידות נוספות בחיל האויר ולשפר משמעותית את ניהול כוח האדם המבצעי בו. בהמשך, ניתן יהיה להתאים את המערכת גם ליחידות נוספות בצה"ל הזקוקות לשיבוץ יעיל של כוח אדם תחת אילוצים מבצעיים משתנים. יישום המערכת צפוי לתרום לשיפור משמעותו ביכולת הטיסות להתמודד עם עומסים ולספק מענה טוב יותר לצרכים המבצעיים.

הפרויקט מציע פתרון חדשני לניהול כוח האדם בטיסות בטמי"ם תוך שילוב אקדמיה, טכנולוגיה וצרכים מבצעיים, לטובת יצירת סטנדרט חדש לניהול כוח אדם מבצעי בשדה הקרב המודרני.



## 1. רקע, סקירת הארגון והגדרת מטרת הפרויקט

### 1.1. תיאור הארגון

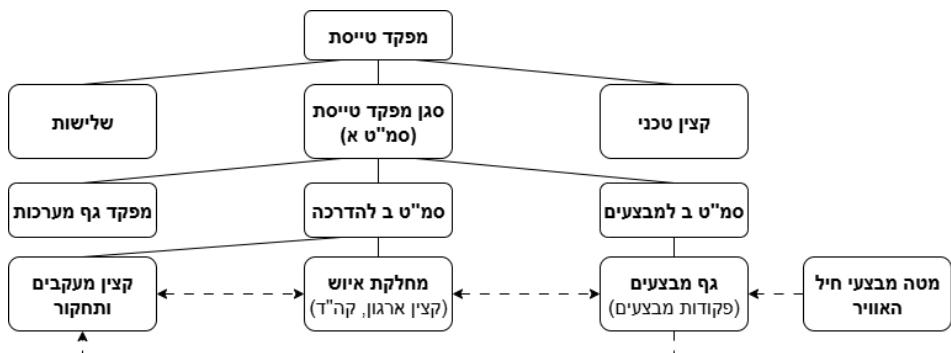
מערך כלי הטיס המאושים מרוחק הינו מערך אוויריו שנמצא במרכזו העשייה המבצעית של צה"ל בשגרה ובחירום. משימותו מערך הCATM"מ מגוונות וכוללות, בין היתר, איסוף מודיעין באמצעות סנסורים שונים, משימות הגנה ותקיפה בתחום מדינת ישראל, גבולותיה ומעבר להן.

מערך זה הוקם כחלק מלוחמי מלחמת יום הכיפורים (1973) במטרה לשפר את יכולות המודיעין הישראלי ולתמן את האויב, לאחר שישראל הופתעה בתקיפה משלבת של הכוחות המצריים והסוריים. כבר בשלבי שנות השמונים נכנסו לשימוש בצה"ל שני כלי טיס מאושים מרוחק, אחד מהם פותח על ידי התעשייה האוירית והשני על ידי תדiran מערכות. מטוסים אלו הביאו לישראל יתרון צבאימשמעותי במלחמה לבנון הראשונה (1982) ומماז נמצאים בתהיליך פיתוח מתמיד ובשימוש נרחב בפעולות המבצעית של צה"ל. המערך בניו מטוסים ללא טיס, תchnות שליטה קרקעית ותקשורת רדיו המאפשרת את השליטה במטוסים מהתחנות הקרקעיות על ידי מפעלי CATM"מ אשר מטיסים ומפעלים את המטוס מרוחק. המערך עובד מסביב לשעון במדרגות הפעלה שונות בשגרה ובחירום. המערך לוקח חלק מרכזי במלחמה "חרבות ברזל" החל ממשימות איסוף מודיעין ומעקב, חיסול מוקדים וסיווע לכוחות המתמרנים. אופן הפעלת מערך הCATM"מ בשגרה הינו בהתאם לפקודה סדרה שעוברת מהמטה המבצעי לטיסות בחיל האוויר במשך מראש. כך בעצם לכל טיסת יש את היכולת והזמן להיערך ולתכנן את לוח הטיסות בהתאם לדרישה המבצעית. בתהיליך תכנון הטיסות נלקחים בחשבון מספר מימדים, לדוגמה: זמן מסלול בשדה התעופה, זמן תעבורה, סוגים שונים של מערכות מבצעית על המטוסים אשר נדרשות לביצוע המשימות השונות, פעולות אחזקה למטוסים. כמו כן, שיבוץ כוח אדם בעל כישורות ומיומנויות שונה בין בעלי התפקידים, נחל מנוחה בין טיסות ווגבלות אינטראול שמירת כישורות. בעת מבצע צבאי או מלחמה, המערך נדרש להרחיב את היקף הפעולות באופן משמעותי ובקבוקי זמן קצרים. שיטת הפעלה בעותות חירום היא שימרת רצף אוויריו של מטוסים על מנת לתת מענה למספר גוראות, בכל אחת כמות שונה של מטוסים הנושאים מערכות מבצעיות וחימושים שונים, בהתאם לצורכי המבצעי.



## 1.2. מבנה ארגוני

כ-11 טייסות כטמ"ם פזורות ברחבי הארץ, מושפעים ממערכות המראה ונוחיתה, מרחב אוויריו וקצב פיקודו. במבנה ארגוני סטנדרטי של טייסת כטמ"ם ניתן למצוא כ-100 צוותי אוויר שmorכבים מensi חובה, קבוע ומילואים. בנוסף בכל טייסת קיים מערך אחזקה טכני שכולל עוד כ-100 טכנאים מכל הסוגים.



**תרשים 1 – מבנה ארגוני טייסת כטמ"ם**

פירוט בעלי תפקידים בטיסת כטמ"ם בנספח 1

## 1.3. ניתוח ארגוני

לצורך ניתוח סביבתי של הפרויקט, נבחר ניתוח SWOT, המאפשר לאפיין בצורה ממוקדת את החזונות, החולשות, ההזדמנויות והאיומים הקיימים במאפייני הפעולה והניהול של טייסות הctm"ם. מכיוון שהפרויקט אינו מתבצע מול חברה מסחרית אלא במסגרת צה"ל, ניתוחים כגון PESTLE (המתמקד בסביבה פוליטית-כלכליות-חברתית) או PORTER (המתאים לשוק תחרותי וצרני) פחות רלוונטיים, לכן לא בוצעו.

Threats איומים	Opportunities ההזדמנויות	Weaknesses חולשות	Strengths חזקות
<ul style="list-style-type: none"> <li>• תחרות על כוח אדם איקוני</li> <li>• איומי סייבר על המערכות</li> <li>• התפתחותות טכנולוגיות נגד</li> <li>• לחץ פוליטי ורוגוציה</li> <li>• תלות בספקים חייזוניים</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• פיתוח והרחבת הקשרות</li> <li>• שיפור תנאי שירות</li> <li>• שימוש בביינה מלאכותית ואוטומציה</li> <li>• שיתוף פעולה עם התעשייה הביטחונית</li> <li>• שיפור תדמית התפקיד</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• עומס מבצעי גבוה</li> <li>• מחסור בכוח אדם מיומן</li> <li>• תלות בטכנולוגיה</li> <li>• שחיקה מנטלית</li> <li>• הערכת חסר לתפקיד</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• מקצועיות והתמקצעות גבוהה</li> <li>• רציפות תפקודית</li> <li>• שימור ידע וניסיון</li> <li>• יכולת הסתגלות וगמישות מבצעית</li> <li>• שיתוף פעולה בין זרועי</li> </ul>

**טבלה 2 – עיקרי ניתוח ה SWOT**

פירוט מלא של ניתוח ה SWOT בנספח 2



#### **1.4. רקע ומטרת הפרויקט**

בשנים האחרונות מעריך הכתמי"ם בחיל האוויר התפתח וגדל בצורה אקספוננציאלית ואיתו כמות שנות הטיסה, המטוסים וכוח האדם (צוותי הטיסה) אותן נדרש לנהל ביעילות מירבית למשימות השונות של חיל האוויר.

##### **1.4.1. ריכוז פערים ובעיות במצב הקיימים**

קיימים קיימים פערים ובעיות רבים בתכנון וшибוץ כוח אדם למשימות השונות בתחום הכתמי"ם. התהליך מסורבל ולא יעיל, המידע לא עדכני ולא נגיש, אין גמישות והתאמה לשינויים ואילוצים ואין תיאום מספק בין דרגי התכנון לדרגי הביצוע. כתוצאה לכך ניצול המשאבים אינו מיטבי, יש שיבוצים שגויים, נדרש מענה לביקורת בזמן אמת ובמקרים חריגים אף עלולה להגרם פגיעה מבצעית. לצורך הבנת בעיות השורש בוצע מיפוי שיטתי של תהליך השיבוץ הקיים, בהתבסס על תוצאות, ראיונות עם בעלי תפקידים וניתוח מסמכים תפעוליים ותחקירים מהשנתיים האחרונות. המסמכים המלאים מסווגים וכךן לא צורפו. **רוכזו הבעיות המרכזיות**, כל בעיה דורגה לפי חומרה ותדירות.

**פירוט ניתוח הבעיות המרכזיות במצב הקיימים** בנספח 3

מלחמת 'חרבות הברזל' הדגישה את הפערים אלו ואת הצורך במתן מענה מיידי על מנת להגדיל את התפוקה המבצעית, וליעיל את ניהול כוח האדם, הכלים והامل"ח (אמצעי לחימה) בטיסות בזורה מאוזנת, חסכנות ויעילה.

**השווות מאפייני פעילות טייסת כתמי"ם במצב פעילות שונים** בנספח 4

##### **בעלי התפקידים ושיטת העבודה**

**בעלי התפקידים ושיטת העבודה** שונה מאוד בין שגרה לחיורים, בדומה לתפיסה בחיל האוויר אלו נתמקד בשיטת העבודה בחירום לאחר וזהו התרחיש המחייב אליו נדרש לבנות את הסד"כ (סדרי הכוחות) והמערכות המבצעיות. אלו בחרנו להתמקד במשאב מפעיל הכתמי"ם אך ניתן עם שינויים כאלה ואחרים להתאים את זה לכל משאבי כוח האדם (כגון טכנאים) או משאב מבצעי אחר (תחנות, מטוסים, חימושים).

מכלול איוש - מונה בין שתים ארבע קה"דיות ( Katzinot HaDracha ) אשר אחראיות על רצף איוש צוותי הטיסה לכל המשימות של הטיסת. הקה"דיות עובדות יומם בזורה



פשוטה ומעט ידנית, משבצות כל איש צוות על קובץ Excel ללא חישובים אינטגרציה או אוטומציה, ללא כל התחשבות באילוצים, אינטראולים או הגבלות. גם אם העבודה שלهن טובה, היא פשוט אינה עילית, אינה מבוקרת וחשופה להמון טעויות אנוש.

דוגמא לשיבוץ מшибאות במצב הקיימים בנספח 5  
מבנה סכמטי של אופן ניהול התיקיות והקבצים בנספח 6  
פירוט תהליך השיבוץ הקיימים בנספח 7  
פירוט בעלי התפקידים בצוות טיסת כטמ"ם בנספח 8  
הסביר לגבי הנסיבות בנספח 9

הטבלה איתנה עובדות הכה"זיות מציגה חלונות זמינים בהם נדרש לאיש צוות למשימה כלשהו. בדרך זו, ניתן לראות עבור כל מוקד משימתי את "סידור העבודה" של כל צוותי הטיסה לאורך היום על פי פריטים (משך טיסה) וכיסא בו הוא משובץ (מפקד/מפעיל/מלטיס).

יתכן מצב בו משבצים את אותו איש צוות פעמיים בזמנים חופפים או צמודים ומගלים זאת רק בזמןאמת, כאשר איש הצוות לא מגיע לאחת המשימות. כמו כן לעיתים מאיישים איש צוות שאינו בעל הנסיבות המתאימה למשימה (לדוגמא מישחו שאינו בכירויות מפקד משובץ כמפקד מטוס). על פי נחלי חיל האויר לצוותי טיסה יש מגבלות מנוחה בין טיסות עליהם נדרש להקפיד (משיקולי ערנות, חדות, בטיחות), אך בשיטת העבודה הנוכחית אין כל בקרה על כך, מלבד המפקד שמאשר את הלוח הסופי, ונינתן לאיש צוות 7/24. במצב הנוכחי אין כל התייחסויותilia של צוותי הטיסה (לדוגמא: אם מישחו חוליה/בחופש/לא פנוי/בדיקות) והלוח נבנה מתוך נקודת הנחה שהמשאב (איש הצוות) פנוי כל הזמן. בנחלי חיל האויר לכל כשירות/משימה יש הגדרות של פרקי זמן, ביניהם חייב אותו איש צוות לעשות טיסה מבצעית/אימון על מנת לא לרדת מכשירות, בכל רידה מכשירות נדרש לעבור סדרת אימונים עם מדריך טיסה כדי לחזור לכשירות. בנחלי חיל האויר יש גם הגדרות לכשירות רפואיות אותן נדרשים לעבור כל אנשי הצוות מדי תקופה, ובמקרה בו איש הצוות לא ביצע את הבדיקות וקיבל אישור הוא אינו כשיר לטוס. אנו יודעים כי "כל תכוננו הוא בסיס טוב לשינויים" ולכן הנחת העבודה שלוח הטיסות לא בהכרח יצא לפועל כמו שתוכנו, מה שאומר שיש הרבה שינויים שקרים בזמן אמיתי, ללא יכולת בקרה על ההשפעה על עדכון התכוננו להמשך, מה



שמייצר טעויות ו"חורים" בלוח שמתגלים רק בזמן אמת. פערים אלה בולטים במיוחד בחוסר היכולת לברר אותם ביום על ידי המפקדים. נדרשת מערכת תכנון משאבים אוטומטית שתאפשר לבחור את יכולת מיצוי כוח אדם (שחיקה), תאפשר לשים מגבלות וายוצים ותבצע את תהליך השיבוץ והאינטרציה בצורה אוטומטית ובכך להגדיל ולמצות את כמות המשימות שהטייסת מסוגלת לעשות עם המשאים העומדים לרשותה.

**מטרת העל של הפרויקט – ייעול תהליכי התכנון והביצוע של ניהול משאב כוח האדם.** מדובר בתחום רחב היקף, בעל היסטוריה מפוארת של חיבור לעולם הבטחוני. עם זאת, המודל אותו אנו נדרשים למש אופייני לצה"ל ולהיל האויר הישראלי ועל כן علينا לפתח אותו באופן שיתאים להם תוך שילוב הידע האקדמי.

#### 1.4.3. הגדרות ומטרות המערכת החדשה

- מערכת המכילה מאגר מידע אישי לכל איש צוות אויר הכלל את הקשריות המקצועית, הקשריות הרפואית, מעקב הטיסות, מנוחה נדרשת בין טיסות, איולוגים ומגבלות, סטטוס שירות (מיילואים לעומת סדר), העדפות אישיות, זמינות, רמת העומס ומדדים פסיכולוגיים (למנוע שחיקה).
- יכולת המלצה אוטומטית (מבוססת AI) לשיבוץ של צוותי הטיסה תוך התאמת בין מאפייני המשימות הנדרשות לבין מאפייני כוח האדם הזמין בכל יום עבודה ברמת הטיסת, בהתחשב במגבלות חוקיות ופיקודיות. לפחות בשלב הראשון, המלצה זו תדרוש אישור/תיקוף של גורם אנושי (קה"דיות).
- יכולת רה-תכנון אוטומטית בזמן אמת כתוצאה משינויים ובלת"מים (בלתי מתוכנים) בזמן אמת.
- יצירת כלי תומך החלטה למפקדים.
- יכולת הצגת פערים ודפ"אות (דרכי פעולה אפשריות) למפקדים כך שיוכלו לבצע תהליכי מקיף של קבלת החלטות על בסיס נתונים עדכניים ותכליטיים.
- בניית מודל מתמטי לתוכנית רצף אישוש המשימות השונות כבעיתת תכנון ליניארי.
- הכלת כלל השיקולים (כשירות, מגבלות, שחיקה) במסגרת של מודל מתמטי המכיל פונקציית מטרה וายוצים מתחום חקר הביצועים.



- הוכחת יכולת של תכנון אוטומטי ובנית כלי לתוכנו אוטומטי שיאפשר למצוא צמוצים החשיפה לטעויות אנוש באמצעות אוטומציה של התהליך.

#### 4.1.4.תקציב וכוח אדם לפרויקט

- עלות הקמה מקסימלית (כולל תשתיות) – 1,000,000 ש"ח.
- הפיתוח עצמו יעשה על ידי יחידת אופק של חיל האוויר והנחת העבודה כי היא תקבל את הקצאת הזמן הדרישה לשם כך.
- עלות שנתית תחזקה שוטפת - עד 20% מההקמה.

פירוט המגבליות והאלוצים לפתרון המוצע נספח 10

#### 5.1. זיקת הסטודנטים לפרויקט

שני סטודנטים מצוות הפרויקט הם קצינים בחיל האוויר הממלאים לתפקידים פיקודיים בשדה, בתחום הכתמי'ם והבקרה האוורית. מפקדים הנוכחיים ותפקידים קודמים הם מכירים את האתגרים בתחום מקרוב. במהלך מלחמת 'חרבות ברזיל' הופיע בניהול לא עיל בלט מאד והשפיע על כל אחד מהلوchengים בקשה ומשם נולד הרעיון.  
להערכתנו, ביצוע אופטימיזציה לתוכנו רצף האווריר בלחימה תוך שימוש ידע אקדמי ומודלים מתקדמים יביא לה提יעלות משמעותית ושימוש נכון במשאבי כוח אדם בטיסות. התיעילות זו תביא בסופה של דבר למנה צבאי בטוחני רחב יותר בעת חירום. בעבודה זו נוכל למש את הידע אותו רכשנו במהלך התואר ובתחום חקר הביצועים בפרט. היכולת למש את הידע האקדמי בתחום העיסוק הבלתי נוי בו אנו עוסקים הוא עבורנו ממשמעותי ביותר.



## **2. סקירת הספרות**

### **2.1. הקדמה**

בפרק זה נסקור את הספרות האקדמית הרלוונטית לניהול אופטימלי של כוח האדם בטיענות כטמ"ם (כלי טיס מאוישים מרוחק), תוך התמקדות בMagnitude ההיבטים הפעוליים, הארגוניים והטכנולוגיים הקשורים לכך. מטרת הפרק היא לבסס תשתיית תיאורטית לפיתוח מודל לניהול מיטבי של משאבי כוח האדם בטיענית, בדגש על חירות ולחימה בגזרות שונות.

תחליה, נבחן את השימוש בכתמי"מים לאורך ההיסטוריה, תוך התמקדות בזירה הצבאית, ונציג את הקשר ישיר בין התפתחות הטכנולוגיה לבין הדרישות מכוח האדם המפעיל. נעמוד על היתרונות והחסרונות של הפעלת כטמ"מים, במיוחד בהיבט האנושי – כשירות, הכשרה והתמודדות עם עומסי עבודה.

שנית, נסקור היבטים מרכזיים התומכים בתכנון מיטבי של כוח האדם המפעיל, בהם תכנון חלוקת משימות, ניהול כשרות מבצעית, שימור ידע ארגוני והתמודדות עם עומסי עבודה משתנים בין שגרה לחרום. לאחר מכן, נבחן את התפתחותן של שיטות אופטימיזציה להקצאת כוח אדם, כולל מודלים של תכנון ליניארי ותכנון דינמי, המאפשרים ניהול אפקטיבי של כוח האדם בהתאם לצרכים המבצעיים המשתנים. בהמשך, נעמוד על השימוש בפתרון בעיות אלו במסגרת תכנון כוח האדם ביחידות מבצעיות, תוך בוחנת האפשרות לפתח מודל מתמטי אשר יאפשר לבטא את האילוצים והצריכים המבצעיים המורכבים יחד עם מתמודדות טיענות הכתמי"ם. לבסוף, נדון בשימוש במערכות תומכות החלטה (DSS) לניהול כוח אדם במערכת הצבאית, ובצורך להציג נתוני כשרות, זמינות ומיומניות עדכניים בזמן אמיתי לבסיס לקבלת החלטות מיטביות, תוך התחשבות במספר רב של שיקולים מבצעיים ואנושיים.

### **2.2. כטמ"מים ושימושם בזירה הצבאית**

לכלי טיס מאוישים מרוחק (כטמ"מים) היסטוריה עשירה המשתרעת על פני יותר ממאה שנה [6]. הדוגמים הראשונים של כטמ"מים פותחו למטרות צבאיות, כאשר השימוש המתווד הראשון בהם היה במהלך מלחמת העולם הראשונה. בתקופה זו, הצבא האוסטרו-הונגרי הפעיל בלוניים בלתי מאוישים שנשלטו באמצעות תקשורת רדיו וושימשו להפצצת ערים איטלקיות. מאז ועד היום, הכתמי"מים עברו



התפתחויות משמעותיות ושימושו למגוון רחב של שימושות אזרחיות וצבאיות ברחבי העולם.

בתחילת שנות ה-2000 חל שינוי משמעותי בשימוש הצבאי בכטמ"מים, עם עלייה ניכרת בהפעלתם במסגרת המלחמה הגלובלית בטרור. דוגמם כגון ה- "Predator" צברו שעת טישה רבת שימושות מעקב ותקיפה באפגניסטן ובעיראק. כיום, הכתמ"מים הפכו לנגישים יותר, והשימוש בהם התרחב משמעותית הן בתחוםים אזרחיים והן לשימושים צבאיים ברחבי העולם (Królikowski, 2022). מוגמה זו לא רק הגדילה את התלות בטכנולוגיה, אלא גם הדגישה את החשיבות של הכשרת כוח האדם המפעיל ואת הצורך בתהליכי תכנון והקצאה אופטימליים למשאבי האנוש הקשורים בהפעלת כטמ"מים (Fernando et al., 2020).

ב尤ור האחרון, טכנולוגיית הכתמ"מים המשיכה להתפתח בקצב מואץ, תוך שילוב חיים מתקדמים, מערכות מודיעין, אמצעי לחימה ויכולות תקשורת משופרות (Królikowski, 2022). התקדמות זו הובילה לפיתוח תפיסות מבצעיות חדשות, כמו הפעלת כטמ"מים בלהקות להשתתפות ממשימה – מפעלים, מתכננים, גורמי שליטה ותיאום בין כל בעלי התפקידים השותפים למשימה – מפעלים, מתכננים, גורמי שליטה וטכנאים (Liu et al., 2023). ישראל היא אחת המדינות המובילות בתחום פיתוח והפעלת כטמ"מים, וכך עשו בהם שימוש יומיומי לצורכי בייחון (Królikowski, 2022).

כדי להבין טוב יותר את חשיבותם של הכתמ"מים בשדה הקרב, יש לעמוד על היתרונות והחסרונות הכרוכים בשימוש בהם. בין היתרונות הבולטים ניתן למנות את יכולת לספק מידע מצבית בזמן אמיתי, תוך שימוש באמצעותי איסוף מודיעין מתקדמים. כך, הכוחות הצבאיים וסדרת הפיקוד יכולים לקבל תמונה מצב עדכנית ומדויקת על שדה הקרב, להיות איזומרים ולהגיב בהתאם (Liu et al., 2023).

יתרונומשמעותי נוסף הוא ההפחתת הסיכון לחיה אדם. במקום לשЛОח חיילים או מטוסים מאויישים לשימוש סיור ותצפית מעבר לקווי האויב, ניתן להפעיל כטמ"מים ולהקטין משמעותית את רמת הסיכון לכוחות הצבאיים. בנוסף, הכתמ"מים מצטיינים ביכולת שהייה ממושכת באויר ובכיסוי שטחים נרחבים, מה שגדיל את היעילות המבצעית שלהם. גם מבחינה עלות, הכתמ"מים משתמשים יחסית, כאשר עלות הרכישה והתחזוקה שלהם נמוכה באופן משמעותי בהשוואה לכלי טיס מאוישים, מה שהופך אותם לנגישים עבור צבאות וארגוני בייחוניים (Królikowski, 2022).



עם זאת, לצד היתרונות קיימים גם חסכנות מושמעות הקשורים באופן ישיר לכוח האדם המפעיל את הכלים. החיסרון הראשון טמון בתלות הרבה במפעלים, אשר נדרשים לרמה גבוהה של מיומנות, ריכוז ועמידה בלחצים לאורך זמן. מחקרים מצבאים על כך שהפעלת בטמי"ם היא תחילה מורכב, הדורש תיאום בין מספר בעלי תפקידים – מפעלים, מתכננים, קציני שליטה, גורמי מודיעין ואחזקה – כאשר כל חוליה בשרשראת זו משפיעה באופן ישיר על הצלחת המשימה (Albrecht et al., 2018 [1]).

עומסי עבודה גבוהים, חוסר בכוח אדם מיומן או שחיקה מצטברת עלולים לפגוע באיכות קבלת החלטות, בדיקת הפעלה וביכולת התגובה בזמן אמיתי. ככל שהסבירה המבצעית נעשית מורכבת וдинאמית יותר, כך הצורך במערכות תומכות החלטה ובמודלים מתקדמים לניהול כוח אדם בזמן אמיתי מתחדד (López-Pintado et al., 2024 [9]).

בנוסף, בשל המורכבות המבצעית, כל תקלת או אירוע בלתי צפוי מחייבים מענה מהיר בשלב תחקור, קבלת החלטות והפעלת שיקול דעת אנושי תחת לחץ – יכולות שלא תמיד ניתן להבטיח כאשר קיימים מחסור בכוח אדם מיומן או כאשר הידע הクリיטי לא הועבר בעת החלפת האיווש (Sanders et al., 2024 [13]).

חיסרון נוסף נוגע לאתגרי ההצלחות וההכשרה המתמשכת. שימור רמת מקצועיות גבוהה לאורך זמן מחייב השקעה משמעותית בהדרוכות, תרגולים ותחקור אירועים, במיוחד במבצעים בהם עוקמת הלמידה תלולה ולהחץ התפעולי גבוה (Li et al., 2019 [7]; Sanders et al., 2024 [13]). מגבלות אלו נלקחו בחשבון במסגרת הפרויקט, אשר שואף לפתח מודל ייעודי לניהול ותכנון מיטבי של כוח האדם במרחב היבטי"מ, תוך שילוב תובנות מהספרות האקדמית וממחקרים עדכניים.

#### מילון מונחים בנספח 11

### 2.3. היבטי כוח אדם בתכנון שגרת פעילות בטיסות

גורמים רבים משפיעים על תכנון כוח האדם המפעיל את מערך היבטי"ם, כאשר התאמה בין ההצלחות המבצעית לצורכי המשימה היא המפתח להבטחת ביצועים מיטבים לאורך זמן (Li et al., 2019 [7]). היבט מרכזי בתכנון זה הוא חלוקת עבודה אופטימלית, אשר שומרת על רמה גבוהה של כישורות ומקצועיות מחד, ומצמצמת שחיקה מצטברת מאידך. תכנון אפקטיבי מחייב שכלל פרמטרים כגון: רמת ההצלחות העדכנית של כל מפעיל, היקף שעות הפעולות הרצופות, מאפייני המשימה (סיוור, תקיפה,



איסוף מידע), רמות הכוונות הנדרשות, וכן עמידה באילוצי רגולציה צבאית, לרבות הנחיות הפיקוד לגבי זמני מנוחה והתאוששות (Fernando et al., 2020 [4]).

אחרת השיטות המתקדמיות ביוטר לניהול מיטבי של כוח האדם במערכות מבצעיים היא שימוש במערכות אופטימיזציה להקצת כוח אדם, המאפשרות להגדיר סידור עבודה גמיש וдинامي, בהתאם לשילוב של כישורים נדרשים, זמינות כוח האדם בפועל, מגבלות בריאותיות וניסיון קודם במשימות דומות. מודלים בתחום Workforce Scheduling מאפשרים בניתן סידורי עבודה מותאמים, תוך התחשבות באיזו עומס עבודה בין פרטימ, שימור מומחיות בצוותים, והבטחת שירותי כוללת ביחידה לאורץ זמן.

Allu et al., 2024 [2].

בנוסף, בתנאי לחימה דינמיים, בהם קצב המשימות והאיומים משתנה במהלך, תכנון כוח האדם חייב להיות גמיש ולכלול יכולת לבצע התאמות מהירות בזמן אמת. מצלבים אלה דורשים מגנון מתמשך לניטור עומס העבודה, מעקב אחר רמות ההצלחות ויכולת להציג בזמן אמת על-ידי התאמת מיידית של שירותי השירותים בהתאם לצרכים המשתנים (Liu et al., 2023 [8]). מערכת כזו מאפשרת צמצום עומס יתר על בעלי תפקידים ספציפיים, תוך שימירה על שירותי כללית מיטבית בכל רגע נתון.

היבט נוסף בעל השפעה קריטית הוא שימור המידע והקשרות שוטפות. תכנון פעילות כוח האדם אינו יכול להסתפק רק בمعנה למשימות השוטפות, אלא חייב לכלול גם תוכניות הכשרה ועדכון מקצועים שוטפות, כדי להבטיח שהצוותים יישארו כשיירים להתמודד עם תרחישים בלתי צפויים ושינויים טכנולוגיים לאורץ זמן (Li et al., 2019 [7]). מחקרים מראים כי ייחדות המשלבות מערכות מידע לניהול שירותי ואחזקת ידע ארגוני, תוך התבוסות על תחקור שוטף והפקת נתונים מכל שימוש, נחנות מרכיבות תפקודית גבואה יותר ומיכולת הסתגלות טוביה יותר לשינויים (López-Pintado et al., 2024 [9]).

שילוב כלים אלו במסגרת ניהול המשאב האנושי במערך הכתמי"מים, מאפשר יצירת תМОנות מצב עדכנית, שבה כל מפקד יוכל לראות בזמן אמת את שירותי השירותים, פעריו המיומנוויות והעמסות הנוכחיות, ובכך לקבל החלטות מבוססות נתונים לגבי תכנון השימוש והקצת המשאים האנושיים.



## 2.4. בעיות אופטימיזציה ותכנון ליניארי

### 2.4.1. רקע

הចורך באופטימיזציה בניהול משאבי כוח האדם בטיענות בטמ"ם נובע ממורכבות התפעול המבצעי, הדורש תכנון קפדי של הקצאת משימות, איזון עומסי עבודה ושימור כשירותות מבצעית. תחום תכנון ליניארי ואופטימיזציה מספק כלים מדעיים המאפשרים תכנון אופטימלי של הקצאת כוח האדם, תוך התחשבות באילוצים מבצעיים והומאניים כאחד.

### 2.4.2. סקירה היסטורית תכנון ליניארי

אופטימיזציה של תהליכיים צבאיים החלה כאשר גורמים צבאיים החלו להשתמש בשיטות מתמטיות לניהול משאבי, תכנון משימות וחלוקת כוח אדם (Allu et al., 2024 [2]). מז, תחום זה התרחב משמעותית והוא מהווה כיום כלי מרכזי בניהול משאבי מורכבים, כולל ניהול כוח אדם במערכות תעופה צבאיות ואזרחיות (Allu et al., 2024 [2]).

### 2.4.3. תכנון ליניארי בניהול כוח אדם בטיענות בטמ"ם

תכנון ליניארי (Linear Programming - LP) מאפשר גישה כמותית לפתרון בעיות הקצאת משאבי, בהן יש צורך למסס או למזער פונקציה אובייקטיבית תחת אילוצים מסוימים (Li et al., 2019 [7]). בטיענות בטמ"ם, פונקציית המטרה עשויה להיות:

- מקסום רמת ההצלחות הכוללת של הצוותים המבצעיים.
- מינימיזציה של שחיקה ועיפוי מצטברת בקרב המפעלים.
- צמצום שעות השבתה עקב מחסור בכוח אדם מיומן.

### 2.4.4. אילוצי תכנון

הailוצים בתכנון זה עשויים לכלול

- זמינות כוח אדם – כמה מפעלים זמינים בכל יום.
- כשירות מבצעית – התאמת רמות ההכשרה של המפעלים למשימות.
- מגבלות רגולטוריות – כללי הפיקוד בנוגע לזמן מנוחה ומקסימום שעות טיסה רצופות.



שימוש באלגוריתם SIMPLEX, למשל, יכול לספק פתרונות מיטביים לשידור כוח האדם על פי פרמטרים אלה (Allu et al., 2024 [2]; Li et al., 2019 [7]; López-Pintado et al., 2024 [9]).

#### 2.4.5 דוגמאות ליישום אופטימיזציה בניהול משאבי כוח אדם

- **תכנון עבודה דינמי:** מודלים של Workforce Scheduling מאפשרים יצירת סידור עבודה דינמי המתחשב ברמות השירות המפעלים, בעומסי העבודה ובתנאי הלחימה המשתנים (Fernando et al., 2020 [4]).
- **אופטימיזציה של הכשרת מפעלים:** שימוש בתכנון ליניארי לקביעת לוחות זמני הכשרה המאוזנים בין הצורך במבצעיות שוטפת לבין שימור רמת מקצועיות גבוהה לאורך זמן (Li et al., 2019 [7]).
- **התמודדות עם שימושים בזמן אמת:** טיסות בטמי"מים פועלות בסביבה משתנה במהירות, מה שחייב מודלים של אופטימיזציה אדפטיבית לניהול כוח אדם, המשלבים שיטות תכנון ליניארי דינמי להסתגלות לשינויים בלתי צפויים (Liu et al., 2023 [8]; Evler et al., 2021 [3]).

#### 2.4.6 סיכום והמלצות להמשך יישום

אופטימיזציה של ניהול כוח האדם בטיסות בטמי"ם היא תחום חיווני לשיפור הייעילות המבצעית ולמנעת שחיקת כוח האדם. השימוש במודלים של תכנון ליניארי, יחד עם שילוב מערכות תומכות החלטה (DSS), יכול לשפר משמעותית את תהליך קבלת החלטות ביחידות מבצעיות. בפרויקט זה, נבחן יישום גישות מתקדמות לאופטימיזציה של שיבוץ כוח אדם, בהתבסס על מודלים מתמטיים קיימים, תוך התאמאה לצרכים הייחודיים של טיסות בטמי"ם.



## 2.5. שימוש במערכות תומכות החלטה

### 2.5.1 רקע

מערכת תומכת החלטה (Decision Support System - DSS) היא מערכת מידעת ממוחשבת המשמשת בתהליכי קבלת החלטות בארגונים הפעילים בסביבות דינמיות ומורכבות, המאפשרות ברמות גבוהות של איזואדות (Li et al., 2019 [7]; López-Pintado et al., 2024 [9]). מאז שנות השבעים, עם התפתחות הטכנולוגיה וכניסת מערכות מידע מתקדמות, השימוש ב-DSS הפך לנפוץ ב מגוון תחומיים, כולל מערכות צבאיות לניהול משאבים בזמן אמת. בשנות השמונהים התהום צבר תאוצה והפך לנושא מחקר עצמאי, תוך שימוש דגש על שילוב ניתוחי נתונים, סימולציות ואלגוריתמים תומכי החלטה וכן קליטת נתונים IoT (Li et al., 2019 [7]; Pan & Liu, 2021 [12] (RFID/WSN).

### 2.5.2 עקרונות ה-DSS

בהתבסס על הספרות העדכנית, מערכות DSS אינטגריות נדרשות לעמוד בשני עקרונות מרכזיים:

- תמיכה בהחלטות ללא הפיכתן לאוטונומיות – המערכת מספקת למקבלי החלטות מידע מעובד ותובנות, אך אינה מחליפה את שיקול הדעת האנושי.
- יכולת הסתגלות לשינויים בזמן אמת – אפקטיבית מסוגלת להתאים את המלצותיה לתנאים משתנים במהירות, תוך התאמת מתמשכת של המידע והניתוחים המוצגים (López-Pintado et al., 2024 [9]).

### 2.5.3 השפעת ה-DSS

DSS לניהול כוח אדם ומערכות הכטמ"מים, שבו זמינות כוח האדם וכשירותו משפיעות באופן ישיר על הצלחת המשימה, קיים צורך קרייטי במערכת DSS המספקת תמונה מלאה בזמן אמת. מערכות ניהול קיימות בצה"ל מתמקדות בעיקר בהיבטים מבצעיים של המשימה, אך אין מעניקות פתרון כוללני לניהול כוח האדם מבחינה זמינות, עומס וশחיקה מצטברת (López-Pintado et al., 2024 [9]). שילוב DSS מתקדם מאפשר תכנון מיטבי של חלוקת העבודה, תוך איזון בין יעילות מבצעית לשימור כשירות לארוך זמן (Li et al., 2019 [7]; Sanders et al., 2024 [13]).



#### 2.5.4. יתרונות ה-DSS בניהול כוח אדם מבצעי

- ניתוח רב-ممדי של נתוני כוח אדם, אילוצים תעופולים וצרכים מבצעיים.
- אינטגרציה בין מקורות מידע שונים – נתונים כשירות פרטנית, עומס מצטבר, מגבלות רפואיות ודרישות מבצעיות (Pan & Liu, 2021 [12]).
- זיהוי מוקדם של מחסור בכוח אדם – חיזוי מגמות והמלצות פרואקטיביות לשיבוץ אופטימלי.
- קיזור زمنי קבלת החלטות במצב חירום – הצגת תרחישים והמלצות תעופוליות מבוססות נתונים.
- שיפור היכולת לתכנן ולנהל כוח אדם לטווח הארוך – צמצום שחיקה ושיפור מוכנות מבצעית (Li et al., 2019 [7]; López-Pintado et al., 2024 [9]).

#### 2.5.5. DSS בתכנון כוח אדם בין שגרה לחירום

בתנאי שגרה, המערכת יכולה לנהל את תהליך השיבוץ תוך אופטימיזציה של הקצאת כוח האדם ושיילוב בין פעילות מבצעית, השרות וזמני התאוששות. עם זאת, בעת חירום או במצב לחימה, הדרישה לכוח אדם מiomן עולה בחודות, וזה DSS נדרש להציג פתרונות מהירים לחלוקה מחדש של כוח האדם, תוך התחשבות במוגבלות הפיזית והמנטליות של המפעילים (Fernando et al., 2020 [4]).

#### 2.5.6. סיכון התאמת מערכות DSS

צה"ל, וחיל האוויר בפרט, מתמודדים עם אתגר מתחומי של שמירה על איזון בין ביצוע משימות מבצעיות קריטיות לבין שימור כשירות הצוותים לאורך זמן. מערכת DSS ייעודית, המספקת תמונת מצב אינטגרטיבית בזמן אמת, היא כלי חיוני לקבלת החלטות אפקטיביות תחת לחץ. מערכת כזו יכולה לתרום לא רק לשיפור הייעילות המבצעית, אלא גם למניעת שחיקה מואצת של כוח האדם ולשימור מוכנות מבצעית לטווח הארוך (Allu et al., 2024 [2]).



## 2.6. אתגרים עתידיים בניהול כוח אדם במערכות בטמ"מים

### 2.6.1 השפעת האוטומציה והבינה המלאכותית על תפקיד המפועל

התקדמות טכנולוגית מהירה משנה את אופי עבודתו של כוח האדם במערכות בטמ"מים. השימוש הגובר במערכות אוטונומיות מבוססות בינה מלאכותית מפחית את הצורך בשליטה אנושית ישירה ו מעביר את המפעלים לפקידים של ניהול, תכנון ופיקוח על מערכות חכמות (López-Pintado et al., 2024 [6]).

לשנייה זה יש השפעה ישירה על מבנה כוח האדם :

- שינוי בפרופיל ההכשרה – מפעלים יידרשו לא רק ושליטה טכנית בתפעול הctime"ם, אלא גם יכולת לפתח על מערכות חכמות ולקבל החלטות בתנאים משתנים (Li et al., 2019 [7]).
- אתגרי שילוב בין דורות של מפעלים – עם הכנסת טכנולוגיות AI מתקדמות, קיימים פער ידוע בין מפעלים ותיקים, הרגילים לשילטה ידנית, לבין הדור החדש של מפעלים המורגלים במשകים אוטונומיים (Fernando et al., 2020 [4]).
- השפעה על קבלת החלטות בזמן אמיתי – היכולת להסתמך על אלגוריתמים לצורך קבלת החלטות דורשת איזון בין שימוש בטכנולוגיה לבין שמירה על שליטה אנושית במצב חירום (Sanders et al., 2024 [13]).

כל שהאוטומציה תמשיך להתפתח, יהיה צורך במערכות ניהול כוח אדם המשלבות נתוני בינה מלאכותית עם הערכות אנושיות על כשירות הצוותים ורמת המיוומנות שלהם.

### 2.6.2. שחיקה של צוותים ושימור כשירות ארוכת טווח

מפעליctime"מים נדרשים לתפקיד בסביבה תפעולית אינטנסיבית, הדורשת ריכוז גבוה לאורך זמן. מחקרים מצביעים על כך שעומסי עבודה קבועים, יחד עם מחסור בכוח אדם מKeySpecי, גורמים לשחיקה מקצועית ממשמעותית, המשפיעה על כשירות מבצעית לטווח הארוך (Sanders et al., 2024 [13]).

הגורם המרכזי לשחיקה כוללים :

- שעות פעילות ארוכות בתנאי לחץ – מפעלים עובדים שעות ארוכות, בתנאי דרישות גבוהים, מה שעלול לפגוע בקבלת החלטות ובביצועים לאורך זמן (Albrecht et al., 2018 [1]).



- מחסוך בכוח אדם מiomן – ההכשרה המורכבת של מפעילי בטמי"ם גורמת למחסור מתמיד במומחים, מה שמנגדיל את העומס על כוח האדם הקיים (Fernando et al., 2020).
  - השלכות של חלוקה עבודה לא אופטימלית – חלוקה לא יעילה של עומסי עבודה גורמת לעייפות מצטברת ולירידה בביצועים, במיוחד בתרחישי חירום (Allu et al., 2024). כדי להתמודד עםאתגרים אלה, מערכות חכמות לניהול כוח אדם מתחילות להיכנס לשימוש, ומאפשרות תכנון עבודה מבוסס נתונים תוך התאמת אישית לכל מפעיל.
- מחקרדים מראים כי שימוש באלגוריתמים של Machine Learning לניהול עומסי עבודה משפר את היכולת לצפות שחיקה ולהתאים משימות בהתאם לרמת הנסיבות של הנסיבות (Herekoğlu & Kabak, 2024).

#### 6.3 איום סייבר ולוחמה אלקטרוני – השפעה על כוח האדם

בטמי"מים נשענים על מערכות שליטה ובקרה מבוססות תקשורת לוויינית, ולכן הם פגיעים למתקפות סייבר ולחימה אלקטרוני (Królikowski, 2022). ככל שהאיהם בתחום זה מתקלים, הדרישות מכוח האדם משתנות:

- צורך בהכשרות בתחום הסייבר – מפעילים צריכים לקבל הכשרות ייעודיות לזיהוי ניסיונות חדירה ולתגובה לאיומים בזמן אמת (Sanders et al., 2024).
  - ניהול כשרות מבצעית לאיומים אלקטרוניים – מערכות DSS מתקדמות מאפשרות תכנון עבודה בהתאם לרמת ההצלחות של הנסיבות בהתמודדות עם תקיפות סייבר (Li et al., 2019 [7]; López-Pintado et al., 2024 [9]).
  - שיטות הגנה נגד שיבוש (Spoofing) והתחזות (Jamming) – מפעילים צריכים להיות מסוגלים לזוזות ניסיונות שיבוש תקשורת ולפעול בהתאם לפרוטוקולים מתקדמים (Fernando et al., 2020).
- בהתאם לכך, יהיה צורך בפיתוח מערכות ניהול כוח אדם שיודעות לשקלל לא רק כשירות טישה, אלא גם מיזמיות הגנה בסיביר והিיערכות לתרחישי התקיפה אלקטרוני.



#### 2.6.4. סיכום הפרק והקשרו לפרויקט

בפרק זה ניתחנו שלושה אתגרים מרכזיים הצפויים להשפיע על ניהול כוח האדם במערכות כטמ"ם בעתיד: השפעת הבינה המלאכותית על תפקידים המפעילים, הצורך בניהול נכון של עומסי עבודה ומניעת שחיקה, והשפעת איום סייבר ולוחמה אלקטронונית על ההכשרות והדרישות מכוח האדם.

פרויקט זה, אשר מתמקד **בתכנון** מערכת אופטימיזציה לניהול כוח אדם במערכות הכתמ"ם של חיל האוויר הישראלי, חייב לנקח בחשבון אתגרים אלו. המודל שיפורוח יצרך להיות גמיש מספיק כדי להשתלב עם מערכות AI, להתמודד עם שחיקה מבצעית של מפעילים, ולשקלל את הצורך במימוןיות סייבר במסגרת ניהול הקשרות וחלוקת העבודה (Allu et al., 2024).



### **3. מתודולוגיה**

#### **3.1. הקדמה**

שיטת המחקר שנבחרה לפרויקט זה היא שיטה מושלבת (Mixed Methods), המשלבת בין שיטות כמותיות לנתח נתונים היסטוריים מהטיסת, בין שיטות איקוטניות היכולות וריאונות עמוק עם בעלי תפקדים מרכזים.

שילוב זה נבחר כדי לספק מענה מקיף לשאלת המחקר, העוסקת בפיתוח תבנית גנרטית לניהול אופטימלי של משאבי כוח אדם בטיחת בטמי"מ.

הגישה המושלבת מאפשרת:

- להבין דפוסים אובייקטיביים בניהול חלוקת העבודה והכשרות (שיטת כמותית).
- לחושף שיקולים לא-פורמליים ואילוציים מבצעיים כפי שימוש Kapoorים בשטח (שיטת איקוטנית).
- לזהות פערים בין הנהל הרשמי לבין תהליכי קבלת החלטות בפועל.

שילוב שיטות זה מבטיח שהتبנית והכללי שיפתחו יענו הן על דרישות מבצעיות והן על אילוצי כוח האדם, תוך התבבסות על נתוני אמת ותובנות מהسطح.

#### **3.2. איסוף נתונים**

איסוף הנתונים בפרויקט יכלול שימוש של נתונים כמותיים מתוך דוחות שיבוץ, לצד נתונים איקוטניים שיתקבלו מתחקרים רשמיים של הטיסת ומראיונות עמוק עם גורמי מפתח בטיסת. שימוש זה נדרש תמורה מקיפה של תהליכי ניהול ושיבוץ כוח האדם, הן ברמה הפורמלית והן ברמה הלא-פורמלית.

ככל, השאיפה הינה לתת מענה לכל ממצבי הפעולה של הטיסת (שגרה וחירום). עם זאת, בשנה ו 8 החודשים האחרונים הטיסת פועלת באופן רציף במצב חירום, ואפלו בעיצימות גבוהה ממנה מקובל בעבר. להיות שמצב זה הינו מצב קצר, שמענה לצרכיו ייתן בהכרח מענה גם ליתר המצבים, במסגרת ניתוח הנתונים נתיחה בסיסי/alio.

איסוף נתונים כמותיים –

- דוחות שיבוץ וכשרויות של השנה الأخيرة.
- נתונים שעות טיסה בפועל לפי מישומות של השנה الأخيرة.



## איסוף הנתונים האיכוטניים -

- תחקירים מבצעיים המתעדים אירועים חריגיים הקשורים לשיבוץ וכשירות. הנתונים ינותחו לזיהוי מגמות, חריגות, עומסי יתר והשפעת השיבוץ על רציפות מבצעית.
- יערכו ראיונות עמוק חצי-МОבנים עם שישה בעלי תפקידים :
  - מפקד הטייסת
  - סמ"ט ב' להדרכה
  - סמ"ט ב' למבצעים
  - שני מפעילי בטמ"ם בכירים (סדייר + מיל')
  - נציג מטה מבצעי.

הראיונות יתמקדו בהבנת שיקולי השיבוץ בפועל, איזון בין כשירות לשחיקה, התמודדות עם אילוצי כוננות, והפערים בין נחלים למציאות המבצעית. הצלבת מידע - בסיום תהליך האיסוף, יוצלבו הנתונים הcompaniiים והaicootniim, לצורך :

- זיהוי פערים בין תכנון פורמלי לשיבוץ בפועל.
- זיהוי כשלים חוזרים בתהליכי התכנון.
- הפחת לקלים תומכי פיתוח התבנית והכללי.

שילוב שתי שיטות האיסוף ייצור בסיס ידע רחב, עדכני ומהימן, עליו התבוסס פיתוח התבנית וכלי האופטימיזציה.

### 3.3. **בנייה תנכית גורנית לניהול משאבי כוח אדם**

#### 3.3.1. עקרונות התבנית

- התבנית תפוחה בהתאם למספר עקרונות :
- שימור כשירות מקצועית – התאמה בין כישורי המפעיל לדרישות.
  - איזון עומסים – חלוקת עבודה שוויונית ככל האפשר.
  - שימור צוותים קבועים – ככל שמתאפשר, כדי לשמור רציפות תפקודית.
  - זיהוי עומס יתר – התבנית תכלול התראות על חריגה משעות פעילות רצופות או מצטברות.



### 3.3.2. פרמטרים מרכזיים

התבנית תשאב מידע רציף על:

- **שירות ערךנית – הסמכות, השרות ייעודיות ורעונניים.**
- **היסטוריה שיבוצים ושבועת טיסה.**
- **נתוני עומס מצטבר – שעות פעילות שבועית וחודשית.**
- **מגבלות רפואיות וזמן אישית.**
- **אלוצים מבצעיים – רמת כוונות, סוגי משימות וдежיפותן.**

### 3.3.3. מבנה התבנית

- **מאגר נתונים דינמי – לכל מפעיל פרופיל השירות מתעדכן.**
- **טבלת משימות גמישה – מתאימה לשגרה וחירום.**
- **מנגנון ניקוד אופטימלי – לכל שיבוץ משקלל ציון התאמה.**
- **מנגנון התרעות – לאיתור שלדים כמו עומסי יתר או חוסר שירות קריטית.**

### 3.3.4. גמישות והתאמות התבנית

מבנה התבנית תאפשר התאמה מהירה ליחידות אחריות במערך הכתם"מ בצה"ל, תוך התאמת משקלות הפרמטרים והאלוצים בהתאם לצרכים הספציפיים של כל יחידה.

### 3.4. פיתוח כלי אופטימיזציה

#### 3.4.1. רקע לכלי אופטימיזציה

בהתבסס על התבנית הגנרטיב, יפותח כלי אופטימיזציה ייעודי שמטרטטו להפיק הצעות שיבוץ אופטימליות לכוח האדם בטיסת כטמ"מ. הכלי נועד לפעול בסביבה שגרה, כוונות וחירום, תוך איזון בין שירותים מבצעיים, שחיקת מפעלים ושימור צוותים מנוסים.



#### 3.4.2. עקרון הפעולה

הכלי מבוסס על מודל אופטימיזציה ליניארי רב-פרמטרי, המשקלל:

- היסטוריות שיבוצים וشعות טיסה.
- שירותי פרטנית ועדכנית.
- מגבלות רפואיות.
- אילוצי זמינות, זמני מנוחה וצרכים מבצעיים.

#### 3.4.3. פונקציית המטרת

- מזעור עומסי יתר ושהיקה מצטברת.
- שמירה על רציפות צוותית ככל האפשר.
- מקסום שירותי כל-טיפיסתית.
- מענה גמיש לשינויים מבצעיים מהירים.

#### 3.4.4. מנגנון הפעלה

הכלי יכול שני מנגנוני עבודה עיקריים :

- שגרה : מקסימום איזון בין עומס, שירותי שימור צוותים קבועים.
- חירום : מתעדף זמינות מיידית, תוך ויתור חלקית על שיקולי רציפות ושהיקה.

#### 3.4.5. תהליכי העבודה

- הזנת נתוני שירותי ועדכוני זמינות שוטפים.
- הצגת התוצאות על עומס יתר או שירותי גבולית.
- דוחות שבועיים המציגים מגמות עומס וכשרות.

#### 3.4.6. אינטגרציה עם התבנית הגנרטיב

הכלי ישבן על אותם פרמטרים שהוגדרו בתבנית הגנרטיב, כך שנitin להפעיל אותו באופן רציף כחלק מתהליך ניהול השיבוץ השגרתי של הטיסת.



### **3.5. תיקוף והערכת התבנית והכלי**

לאחר תכנון התבנית הגנרטית וכלי האופטימיזציה, יבוצע תהליכי תיקוף והערכתה שנועד לבדוק את רמת הדיקוק וההתאמה המוערכים של הכלי לצרכים המבצעיים של הטיסת.

#### **3.5.1. שלב 1 : השוואת נתוני עבר**

הכלי יופעל באופן רטרואקטיבי על נתונים שיבוץ היסטוריים מהשנה האחורונה. הצעות השיבוץ שלל פי התכנון יופקו באמצעות הכלי יושו לשיבוצים שבוצעו בפועל בטיסת, תוך בחינת מודדים כגון:

- רמת הקשריות המומוצעת.
- איזון עומסי עבודה בין מפעלים.
- איתור עומסי יתר ושהיקה מצטברת.
- עמידה בדרישות הקשורות המבצעיות.

#### **3.5.2. שלב 2 : התיעצות עם בעלי תפקידים**

הצעות השיבוץ הצפויות מהכלי יוצגו לבעלי תפקידים (כח"דיות, קציני תכנון) ומפקדים (סמ"טי ב', סגן ומפקד טיסת). בעלי התפקידים יתבקשו להעריך את איוכות השיבוצים, רמת ההתאמה לצורכי המשימה בפועל, ואת תרומות הכלי לשיפור תהליכי קבלת החלטות.

#### **3.5.3. קритריונים להצלחה**

- שיפור באיזון עומסים בייחס לשיבוץ יدني.
- מניעת שיבוצים לא כשירים.
- שיפור המהירות והגמישות בתגובה לשינויים מבצעיים.
- שיבועות רצון של בעלי התפקידים מהשימושיות והഫוטות של הכלי.



## 4. סיכום תוצאות וממצאי החומר הנאסף

### 4.1. תהליך איסוף ועיבוד הנתונים

פרק זה מציג את סיכום, עיבוד וניתוח הנתונים שנאספו. במסגרת תהליך זה בוצע ניתוח חן עבור הנתונים הcompanions והן עבור הנתונים האיכוטנאים שנאספו.

ממצאי ניתוח זה מהווים בסיס קרייטי הן עבור פיתוח הפתרון היישומי שיוצג בפרק 5 והן לגיבוש תכנון הפרויקט בפרק 6.

איסוף הנתונים בוצע בהתאם למתודולוגיה שתוארה בפרק 3. על מנת לעמוד בוגבליות ב'ם (ביחו מידע), כלל הנתונים הנדרשים נחשפו רק לחבר הצוות שהינו בעל סיוג מתאים (סגן מפקד טיסת), שביצעו עיבוד וסיכום ראשוניים. לצוות המחבר הועברו רק הסיכומים מסונים, ללא מידע מסווג או תכנים רגשיים. פרטים מזוהים שנדרשים לטובת ההבנה הומרו לפרטים פיקטיביים.

#### 4.1.1. מקורות איכוטנאים

- **סיכום ראיונות** - בוצעו 8 ראיונות עומק חצי מובנים עם בעלי תפקידים מרכזיים בטיסת הריאנות התבוססו על שאלון חצי מובנה, שככל שאלה קבועות מראש, אך בהתאם לבול התפקיד ולתשובה שהתקבלו, השair מקומות לגמישות והעמeka, כך שהולבו אחדות מתודולוגית עם טובות ייחודית. הראיונות התמקדו בפערים בין הנחיות למציאות, עומסים, כשרות ושותקה.

שאלון הראיונות המלא מצורף בנספח 12

בעלי תפקידים שרואינו הם

- מפקד הטיסת
- סמ"ט ב' להדרכה
- סמ"ט ב' למבצעים
- קה"זית
- מפעיל כטמ"ם בכיר בקבוע
- מפעיל כטמ"ם בכיר במילואים
- נציג המטה המבצעי
- פקמ"צית



חבר הוצאות בעל הסיווג (שכאמור הינו גם סמ"ט א' בטיעסת) ביצע את הראיונות בפועל וסיכם אותם לתקצירים מסווגים ללא מידע מסווג, באופן שיכללו את המידע הרלוונטי הנדרש לטובת המחקר. הראיונות הביאו להבנה טוביה יותר של הנסיבות, תהליך השיבוץ, בעלי התקפדים ומאפייניהם, הבעיות במצב הקיימים, הציפיות וכן הציפו תובנות קרייטיות להמשך ניתוח פרק זה.

#### פירוט סיכון הראיונות **בנספח 13**

- סיכום לחייבים מתחקרים מבצעיים** - לאורך הזמן התקיימו תחקירים מבצעיים, בנושא תכנון וניהול כ"א בטיעסת ח"א בשגרה ובחירום, שחלקם עסק, בין היתר בכשלים תפעוליים בתהליך השיבוץ והשלכותיהם. גם כאן, התחקירים המלאים הינם מסווגים. חבר הוצאות שנחשף אליהם ריכז את עיקרי המסקנות, הנוגעות לתהליך השיבוץ, בהתאם למודולוגיה שגובשה.

#### סיכום לחייבים מתחקרים מבצעיים **בנספח 14**

#### 4.1.2. מקורות ממותאים

**סיכום נתוני טיסות שנתי**- לצד המקורות האICONתיים שספקים תМОנות מצב על התהליך והבעיות, נדרשים גם נתונים כמותיים המאפשרים מדידה ובקרה ובהמשך יהוו בסיס להשוואה של המצב הקיימים מול התהליך החדש שיגובש. בהיעדר מערכות לביצוע ותיעוד תהליכי השיבוץ, תוכרי התהליך הידני הקיימים, נשמרים בקבצי Excel, כאשר כל יום בקובץ נפרד, תחת תיקיות חודשיות ושנתיות.

#### דוגמא לשיבוץ מ שימוש במצב הקיימים **בנספח 5**

הנתונים מתבססים על כלל המשימות שהתבצעו במהלך שנת 2024 בטיעסת. היוות ופירוט המשימות והשיבוצים הינם מסווגים, הוחלט על הפרמטרים החשובים ביותר הנדרשים לטובת הניתוח וחבר הוצאות שנחשף אליהם סיכם את הפרמטרים האלו ברמה שבועית. יצוין כי פורמט הנתונים הקיימים לא מאפשר קבלת הנתונים או הסיכוןים באופן המצופה ונדרשה השקעה של עבודה סייזיפית בייצור הסיכוןים. התוצר הינו נתונים מסוומים ברמה שבועית, על פני שנה (52 שבועות).

#### סיכום הנתונים הכספיים **בנספח 15**

שילוב בין מקורות אלה אינו אפשר לקבלת תМОות מצב עשרה ורב מדית של תהליכי השיבוץ במצב הקיימים.



## 4.2. **ניתוח ממצאים איכוטניים**

### 4.2.1. **תובנות מרכזיות שעלו מן הראיונות והתחקרים**

- **עומסים וschlägeה תפעולית:** אחד הממצאים הבולטים הוא העומס הרב המוטל על בעלי התפקידים והצוותים, המוביל לשחיקה רחבה. מרואיניים רבים תיארו עומסי עבודה חריגים במיוחד בתקופות אינטנסיביות, מה שגורם לירידה בערנות ובמורל. לדוגמה, הקה"דית ציינה כי "אין שום מגנון ניהול עומסים – הרבה פעמים אוטם אנשים נשחקים שוב ושוב כי עליהם אפשר לסייע"... אך אין שום מדידה שיטית של מי טס כמה ואיזן חוסר איזון" (נספח 13). עדויות כאלה ממחישות כיצד הייעדר בקרה על חלוקת עומס משימות מוביל לכך שחלק מהאנשים "נטחנים" במשימות ללא הפסקה. גם התחקרים המבצעיים איששו ממצאים אלו: הוצג בהם הצורך במנגנון איזון עומסים ובקרה שתבטיח חלוקה שוויונית של משימות, כדי למנוע מצב של ניצול יתר של אנשי צוות מסוימים לעומת אחרים (נספח 14). לsicום, עומס תפעולי בלתי מבוקר מזוהה כתמה מרכזית הפוגעת בכשירות ושביעות רצון הצוותים.
- **פער לשירותים והדרפה:** תמה נוספת הינה שמירת כשירות מקצועית של הצוותים והיכולת לשמור על רצף אימוניים והכשרות. המראיניים תיארו פער תכnon מול ביצוע של תוכניות ההדראה והאימוניים עקב פעילות מבצעית מתפרצת, הדוחקת את עולם ההדראה וההכשרה. "תוכניות הכשרה והדראה נדחקות לשוללים מול עומסים מבצעיים" סיפר סמ"ט ב' להדראה, והציג שהייעדר זמן לאימוניים פוגע בכשירות ארוכת הטווח של המפעלים (נספח 13). במקרים מסוימים, חוסר ההקפה על כשירותות הוביל לכך שאנשי צוות שובצו למשימות בלי שريعנו מימון נדרש. אחד מאנשי המילואים תיאר בምורש "נדשתי לפקד על משימה בכשירות שלא תרגلت מעלה חצי שנה" (נדרש תרגול אחת לחודשים לכל היוטר) – מצב המעיד על סיכון מבצעי שנובע מפער אימון (נספח 13). בתחקרים הביצוע שלآخر מכן על הוצרך להיצמד לדרישות כשירות אפילו בלחץ מבצעי, כדי למנוע כשלים הנובעים מצוות לא מימון די (נספח 14). הפערים הינו, מדגימים את חשיבות התכnon הקפדי הлокת מקדמי בטיחות, מאפשר שילוב בין עמידה במשימות לבין שימור והעלאת רמת המימון של הצוותים לאורך זמן.



- **תיאום לקוי בין בעלי תפקידים:** מהנתונים האיכותניים עולה שקיים חוסר סincerון מובהק בין גורמים שונים בתהליך השיבוץ בטיסת. למروת חלוקת אחריות ברורה בנהלים (קה"דית, סמ"טים, שלישות וכו'), בפועל התקשרות והתייחסות ביניהם לוקים בחסר, במיוחד בעת שינויים בלתי צפויים. מפקד הטיסת צין כי בשגרה "חלוקת האחריות ברורה... אך התיאום ביניהם אינו תמיד רציף, במיוחד בעת שינויים פתאומיים או אילוצים תפעוליים" (נספח 13). הקה"דית חידזה נקודה זו כמשמעותה של שינוי בלוח הטיסות מחיבב תיאום בין לפחות 3–4 גורמים שונים, "מה שבobil לטעויות, אי דיקרים ולפספוסי מידע בתהליכי" (נספח 13). בעיקר, ריבוי המשകים הידניים (טלפוןנים, Excel נפרדים) גורם לכך שמידע קרייטי על שירותי, אילוצים ועדכוניים "ונפל בין הנסיבות" ולא מגיע בזמן לכל הנוגעים בדבר. גם הלקחים מהתחקרים מצבעים על הצורך במנגנון ניהול ותיאום ברור בין הגורמים האחראיים על תכנון, אישור וביצוע השיבוץ, כדי למנוע כפילויות ופער תקשורת (נספח 14). במקרים אחרות, תיאום לקוי מבטא בעיה מערכית באופן העברת המידע והאחריות בין בעלי התפקידים השונים, ומשפיע לרעה על איכות השיבוץ.
- **טיפול בחיריות:** הנהלים מול אלטור בשגרה ובחירותם: תמה מרכזית נוספת עוסקת באופן ההתרומות עם מוצבים בלתי צפויים והאייזון בין יכולות הנהלים לבין אלטור וغمישות. מהראיונות עולה שבמוצבי שגרה, בדרך כלל, פועלים לפי שירות ונוהלים סדריים, אך בעת חירום הכללים משתנים. רבים מהמשתתפים תיארו שכאשר פורצת לחימה או עומס מבצעי קיצוני, תהליכי השיבוץ עוברים ל"מצב כיבוי שריפות" עם הסתמכות מוגברת על פתרונות אד הוק. הפקמ"ץ ביטהה זאת בתיאור תחושת הכאוס ששרה בתקופות חירום: "בלחימה... התחושה שנוצרת אצל צוותי הטיסה דומה לירולטה יומית' – כל יום ממצא את עצמו מחדש" (נספח 13). במצב כזה, שיקול הדעת האישי והאלטוריים של בעלי התפקיד הפכו לכלי המרכז בניהול השוטף, במקום תכנון מסודר או נהלים שהוכנו מראש. דוגמה לכך היא קייזר הליכי הכשרה ודילוג על סימולטורים במהלך מלחמה, כפי שדיוחו כמה מרויאינים, מתוך אילוץ להגבר מידית את זמינות החוטפים למשימות. למروת שגמישות זו אפשרה



עמידה בנסיבות הדחופות, היא בא על חשבו סדרי העבודה התקינית וrzciyot ha-hachera. התחקירים מציגים את שתי פניה של תמה זו : מחד, הם מכירים בכך שבחרום היה צורך לחרוג מנהלים פורמליים כדי להגיב בזמן אמת, אך מאידך מומלץ בהם לחזור בהקדם האפשר לשגרה מובנית גם בעת לחיימה. בין היתר הודגש שיש "לעבור במהירות מרענון ספרדי לשגרה מסודרת" ולהגידר זמני מנוחה וקביעות מסוימת בלוח הטיסות, כדי לממן את האלט/or הבלתי פוסק (נספח 14).

- **שונות בין סוגי שירות (סדייר, קבוע, מילואים) :** הממצאים מצביעים גם על הבדלים ניכרים בין קבוצות שירות שונות בכל הנוגע לתפישת עומס וניהול כוח אדם. אנשי הקבע – שהם לרוב הגורם היציב והמנוסה בטיסת – חוות עצם כנושאי הנטל העיקרי. מפעיל לטמי"מ ותיק בשירות קבוע שיתף שדוקא הקצינים והחילילים הוותיקים "נשחקים ראשונים, כי הם בעלי חשיבות וחשיבות המתקדמת שלרוב בחוסר" (נספח 13). לעומת זאת, אנשי קבוע מיומנים מוצאים עצם שוב ושוב מלאים משימות נוספות בשל מחסור בכוח אדם בעל שירות דומה, מה שմගביר אצלם את השחיקה והתסכול. לעומת זאת, אנשי המילואים הדגישו בעיות אחרות הנובעות מאפיי השירותים : חוסר יציבות וחוסר ודאות בתיאום השירות. אחד מפעילי המילואים תיאר תחושה של אי צדק בחלוקת העומס, באומרו ש"לא הגיוני שהעובד לא מתפלג בצהורה שווה בין כולם", ושברגע שמבצעים את מערכם המילואים בהיקף רחוב ללא תכנון מוקדם, "פשוט לא ניתן לתקן כך לאורך זמן" (נספח 13). המילואימניקים ציינו שהזעקו בהתראה קצרה שוב ושוב, נדרשו לשחות בסיס לתקופות בלתי ידועות, ולעתים שוכזו למשימות מורכבות בלי הכנה מספקת – כל זאת תוך פגיעה בשגרת חייהם האזרחית. מנגד, חיילי החובה (שירות סדייר) כמעט שלא הזכיר במפורש כורדים בעיתוי בריאות, כנראה משום שתפקידיהם במערך מוגבלים יותר בזמן ובנסיבות. עם זאת, ניתן להסיק כי המגבליות על חיילי חובה (תקופת שירות קצרה, פחות ניסיון) גורמות לכך שעיקר העומס נופל על אנשי קבוע ומילואים וותיקים. שונות זו בין סוג השירות מחדדת שתהליכי ניהול כוח האדם צריכים להתחשב בהבדלי הזמינות,



הניסיון והמוטיבציה של כל קבוצה: מה מצופה מכל קבוצה לתרום למערך ומайдך מה גבולות היכולת שלה בלי לפגוע בקשריות ובמחויבות לאורך זמן.

#### 4.2.4. ממצאים סותרים וחריגים

בניתוח הנתונים האיכוטניים זוהו גם עמדות מנוגדות בין המרואיינים, וכן מקרים חריגים ודילמות ייחודיות. להלן מספר נקודות שבחן על סתיות או חריגות:

- **שיטת השיבוץ :** בעיה מהותית או ביצועית? חלק מהמשתתפים ראו את שיטת ניהול השיבוץ הקיימת כבלתי מספקת מיסודה, בעוד אחרים סברו שהשיטה עקרונית תקינה והבעיה היא באופן היישום שלה. למשל, הפקמ"ץ צית טנה כי "לא קיימת בעיה עקרונית בשיטה הנוכחית" וכי הקשיים בשטח נובעים בעיקר "מחוסר סyncron", תאום ואחריות של הגורמים השונים בתהליך" (נספח 13). מנגד, מרואיינים אחרים מתחו ביקורת על עצם גישת השיבוץ הנהוגה כיוון. מפעיל בטמי"ם ותיק תיאר את תהליך השיבוץ הקיים כ"תגובתי, תוצאתי ולא מתוכנן – אין קשר בין התכנון לביצוע בפועל, הלוח השבועי משתנה כל הזמן" (נספח 13). דבריו משקפים עדמה שלפיה השיטה הנוכחית כולה לייצור תכנון יציב וموבנה. הפרע בין התפיסות הללו – "בעיה בשיטה" מול "בעיה ביצוע וביטחון" – הוא סטירה מעניינת, המצביע על כך שיש בתהליך גם ליקויים מערכתיים אך גם קשיים במימוש ובהקפדה על הנהלים הקיימים.
- **דגש על פתרון טכנולוגי מול שינוי תרבותי :** כמעט כל המרואיינים הציעו פתרונות לשיפור המצב, אך ניכר הבדל בהשకפות לגבי אופי הפתרון. רבים הדגישו את הצורך בכלי טכנולוגי ממוקן לשיבוץ אופטימלי, שילב נתונים על כשרויות, זמינות ועומסים וייתן התרעות בזמן אמיתי. המלצה זו חוזרת בפי מפקדים וזוטרים כאחד, שגרסו שהמערכת הנוכחית (Excel ידני) מיושנת ואיינה מתאימה לעומס הנתונים המודרני (נספח 13). לעומת זאת, בלט قول שונה מצד הפקמ"ץ, שסברה כי "הפתרון אינו רק טכנולוגי אלא בעיקר ארגוני-תרבותי" (נספח 13). היא הדגישה ששינוי מהותי מחייב גם התאמות בהתנהלות, בסyncron ובشكיפות בין האנשים, ולא רק הטמעת תוכנה חדשה. עדמה חריגה זו מأتגרת את ההנחה שפתרונות מערכת שיבוץ אוטומטית לבדה יפתר את הבעיה, ומדגישה את החשיבות של שינוי תפיסה ותרבות ארגונית במקביל.



- **דילמות בחירות:** כשירות ובטיחות מול מיצוי כוח אדם באירועי לחימה וחירום הציפו דילמה ייחודית שעמدهה בפני המפקדים והצוותים: עד כמה ניתן להתאפשר על נחלי כשירות ומנוחה לשם עמידה בנסיבות דחופות? במספר ראיונות תוארו מצבים חריגיים שבהם אילוצי השעה גברו על הכללים הרגילים. לדוגמה, מפעילי מילואים וגפי הדרכה צינו שבמהלך הלחימה לעיתים אוישו משימות בצוותים שלא היו בכשירות הנדרשת, או שאנשי צוות טסו שעוט חריגות ללא מנוחה מספקת, דבר שאינו מקובל בשגרה. מנגד, בתחקירים שלآخر מעשה עלו קולות חד משמעותיים שהזהירו מפני המחיר של ויתור על סטנדרטים מڪוציאים: הומלץ שלא לזנוח את דרישות הקשריות גם בתקופות לחוץות, "גם במחיר של צמצום הוצאות הכספיים למשימה כזו או אחרת", כדי למנוע כשלים קריטיים (נספח 14). דילמה זו שבין מיצוי מרבי ומהיר של כוח האדם לצורכי מבצעי מיידי, לבין שמירה על כשירות ובטיחות לאור זמן, הייתה מוחשית מאוד בתקופת החירות. היא מייצגת מקרה חריג בו נדרשו המפקדים לצאת מהתורה שבעל פה כדי "לשרוד" את היום, אך בדיעד הקרה המערכת בוצרק לאוזן ולשקל בזיהירות כל חריגה מנהלים.

#### 4.2.3. השוואות רוחביות

- **השוואות לפי תפקיד ודרג:** בניתוח רוחבי של הממצאים לפי תפקידיהם המרואיאניים, ניתן להבחין בבדלים שונים בין הדרגים. בעלי תפקיד פיקודיים בכירים (כמו מפקד הטיסת והסמן"טים) נטו להתמקד בתמונה המערכתית הרחבה, הם הצבעו על הייעדר כלים טכנולוגיים, מחסור במידע מסויל ועל פערים בין תכנון מטה לביצוע בשטח. למשל, המפקד וסמן"ט ב' למבצעים הדגישו את הקושי לגשר בין תוכנית המשימות המבצעית לבין כשירות וזמינות הוצאותים בפועל, בהיעדר מערכת אינטגרטיבית לניהול המידע (נספח 13). נקודה נוספת הגדישה מגורם מטה מבצעי (רמן"א), שהביאה ראייה מערכית-חיצונית: הוא הצבע על הייעדר סטנדרטיזציה בין טיסות שונות בניהול כשירותות ושיבוץ, מה שמקשה על המטה לאמת ציפיות ומשימות מול היחידות (נספח 13). בעלי תפקיד בדרגי התכנון (כגון הקה"זית והפקמ"ציגת) הדגישו את קשיי היום-יום בניהול השיבו': הם תיארו עבודה ידנית סייזיפית תחת שינויים בלתי פוסקים, תלות בהרבה גורמים מתערבים וקושי לשומר על תמונה מצב עדכנית.



כך, הכה"דית סיפה על עבודה תחת לחץ מתמיד של שינויים, ביטולים והיעדרויות בלתי צפויות (נספח 13), והפקמ"צית התיאcosa להעדר קרייטריונים ברורים בעניינים, מה שימוש למינור בשיטה. מפעלי הכתם"מ עצמאים (הן קבוע והן במילואים) הביאו נקודת מבט אחרת: הם התקמדו בהשפעה האישית של התפקיד עליהם. חוסר שיקיפות וחוסר מידע לגבי השיבוץ שלהם, תחושה שאין להם קול בחילוקין, והשלכות שליליות כגון שחיקה ופגיעה באיזון בין השירות לחיים הפרטיים. לsicoms, ההשוואה לפי תפקיד חושפת נקודות מבט שונות, החל מאחדות ומערכות, דרך בעיות התפעול היומיומיות, ועד לתוצאות ברמה האישית. כל הדרגים מזהים את בעית העומס וחוסר הייעולות, אך כל אחד מדגיש היבט שונה שלה בהתאם לתפקידו.

- **השוואות לפי סוג שירות:** הבדלים משמעותיים עומדים גם כאשר משווים בין סוגי שירותי – חובה, קבוע ומילואים. כפי שתואר בהרחבה בתמונות המרכזיות, אנשי הקבע חוותים עומס רב כיון שהם נחשים ל"כוח הליבה" המiomנו וכן הם מוצבים שוב ושוב למשימות קרייטיות והם הראשונים שחווים שחיקה (נספח 13). אנשי המילואים, לעומתיהם, חוותים את בעיות הניהול מכיוון אחר: היעדר תכנון מוקדם, החלטות שמתקבלות בהתראה קצרה מאוד, ללא יכולת שלהם להשפיע או להיערך, גורמים לפגיעה בחיקת האזרחים. כפי שציין, חילאי החובה לא הציפו פערים משמעותיים, אם משום שלא רואינו באופן מוקדם, או שתפקידם בהיבט השיבוץ פחות מרכזי. עם זאת, בהשוואה בין הקבוצות ניתן לשער שחילאי החובה, המשרתים תקופה קצרה וקצובה, אינם בעלי כשרויות מתקדמות וכן העומס עליהם מトン יותר. בהיבט רוחבי, ארוגו התפקיד חייב אם כן לתת מענה שונה ומותאמת לכל סוג שירות: לדאוג שאנשי הקבע לא יישחקו עקב עומס מתמשך, לאפשר לאנשי המילואים התראעה מספקת והוגנות בחלוקת הנטול, ולמקסם את התרומה של חילאי החובה.

- **השוואה בין הראיונות לתחקרים:** שילוב המקורות האיקוטניים – ראיונות عمוק עם בעלי תפקידים (נספח 13) ותחקרים מבצעיים שנערכו לאורך הזמן (נספח 14) – מספק תמונה משלימה ורחבה יותר. באופן כללי, קיימת הלימה גבוהה בין התמונות המרכזיות שעלו בראיונות לבין הממצאים מהתחקרים. בעיות כמו מחסור במערכת ממוחשבת, עומס רב על צוותים, פערם בשירות



והדרכה וליקויי תיאום הופיעו הן בעדויות האישיות של המרואיינים והן כנקודות לשיפור בדויות החקירה. למשל, כמעט כל מרואין הזכיר את הצורך בכלי ממוקן לשיכון ובתחקרים מופיעה במפורש המלצה לפתח "מערכת ניהול כוח אדם בזמן אמת, שתאפשר זיהוי מהיר של פערים באישוש משימות" (נספח 14). דוגמה נוספת: מרואיינים התלוננו על שחיקה ועומס מצטבר על אותם אנשים, ובהתאם עלה בחקירה הצורך במנגנון "בקרה שיודה חלוקה מאוזנת של משימות לפי נתוני עומס מצטבר" (נספח 14). יחד עם זאת, ישם דגשים ייחודיים בכל מקור. הראיונות, מטיבם, שיקפו את תחושות הפרט ואת החוויות הסובייקטיביות של בעלי התפקידים בזמן אמת, לעיתים תוך אמירות אמוציאנליות (למשל תסקול מהמיןיל הלא-סקוֹפָ או מהעומס "שוקח העצמות"). לעומת זאת, התחקרים נערכו לאחר מעשה ובאופן יותר אובייקטיבי ומבנה, והם מנסחים את הבעיות בצורה קרה ותכליתית יותר. התחקרים גם הציעו פתרונות מערכתיים מפורטים שלא בהכרח עלו בשיחה האישית עם המרואיינים. למשל, בספח 14 מופיעות המלצות פרקטיות כמו "מנגנון הרשמה קדימה" שבו אנשי הכוח יכולים לסמן זמינות והעדפת מראש או התאמת אורך ה"שיכון" (פריטי המשימה) לסוג המשימה כדי למנוע שחיקה. לסיום, הממצאים משני המקורות מוכיחים זה את זה בתיאור הבעיות המרכזיות, אך כל מקור תרם רובד שונה להבנה: הראיונות העניקו עומק, דוגמאות סובייקטיביות חיות וראית מבפנים, בעוד שהתחקרים תרמו ראייה רוחנית, אישוש אובייקטיבי לתלונות וטיפים יישומיים לשינוי.

#### 4.2.4. תרומת הממצאים האיכוטניים להבנת הבעיה המחקרית

המצאים האיכוטניים שהוצעו לעיל מספקים תובנות ממשמעות המסייעות לאשׁ ו אף לחידד את הבנת בעיית המחקר בתחום אופטימיזציה ניהול כוח האדם בטיסות כתמי"מ, הן בשגרה והן בחירות. ראשית, הממצאים מוכיחים את ההנחה הבסיסית שביסוד הפרויקט: הם מצביעים בבירור על כך שההחליך הנוכחי של שיכון כוח אדם בטיסותינו אינו אופטימלי וסובל לליקויים רבים, כפי שהוערך בתחילת המחקר. העדויות מהسطح אישרו, למשל, שקיימת בעית אשוש לא מיטבי הגורמת לעומסים ולשחיקה, שאין מערכת מסודרת התומכת בקבלת החלטות, ושפעריו המידע והטיום מובילים לטעויות ולבזבוז משאבי אנוש.



בכך, הממצאים מאשרים את הצורך בפתרון משופר לניהול המשאבים המבצעיים, וمبוססים את הלגיטימציה של מארכי האופטימיזציה הנבחנים בפרויקט. למעשה, הקולות מהשיטה סייפקו המכחשה חיה לביעות שאובחנו: עומס חריג ובלתי מואزن, ביטול ההצלחות, ומנגנונים ידניים שאינם עומדים בקצב השינויים. כל אלו תופעות שאוთרו באינטואיציה ובסקירת הספרות, וכעת קיבלו אישוש איקוטני ברור.

בנוסף, הניתוח האיקוטני לא רק שאישר את דבר קיומן של הביעות, אלא גם העשיר את ההבנה אודוטיתנן וחשף ניואננסים שלא היו מובנים מאליהם. כך לדוגמה, בעוד שההנחה הראשונית יכולה להיות שהתמודדות עם עומסים תיפתר ע"י כלי שיבוץ אוטומטי, מהראינוות עליה שהנושא מורכב יותר: יש גם היבטים תרבותתיים וארגוניים עמוקים המשפיעים על הצלחת התהליך (כמו חוסר שקייפות, חוסר תיאום, ותפיסת הוגנות של הצוותים). המראויינים הדגישו לצד פיתוח כלי אופטימיזציה, יש לבחון גם שינויים בתרבות הנהול – מסר שמאגר את הפרויקט להתייחס לממד האנושי-ארגוני בהמלצויותיו, ולא רק לממד הטכני. בכך, הממצאים האיקוטניים מאטגרים חלקית הנחות אפשריות שהפתרון הוא טכנולוגי גרידיא, ומדגישים שהפתרון האופטימלי צריך להיות משלב: טכנולוגיה לצד תהליכי ניהול משופרים. יתר על כן, הנתונים שזוהו משרטטים כיווני עמוק להמשך הניתוח: למשל, על בסיס העדויות ניתן כעת למקדד את הניתוח הכמותי (פרק 4.3) במדדים ספציפיים של בעיות שהוגדרו – מדדים של עומס (כגון שעות טיסה לאיש צוות, מספר משימות רצופות בלי מנוחה), מדדים של שירותי, ומדדי תיאום (כגון כמות השינויים בלוחות בזמן אמת ואחוז הטעויות שהתגלו טרם המראה).

הנקודות שהעלו המראויינים והתחקרים למשזה מנחות את המחקר הכמותי היכן לחפש את נקודות הכשל וכיוצא לו למדוד את השיפור הפוטנציאלי.

יתרה מכך, הממצאים האיקוטניים סייעו באיתור צרכים מערכתיים קונקרטיים, אשר מהווים יעד לפתרון המוצע בפרויקט. צרכים אלו כוללים, בין השאר:

פיתוח מערכת מידע אחודה לשיבוץ כוח אדם, שתספק תמונת מצב עדכנית על כל ההצלחות, האילוצים והזミニות בטיסת; הטמעת מנגנוני איזון עומס ושמירה על כללי מנוחה ושרות; יצירת סטנדרטיזציה בין הטיסות בנוגע לניהול שירותי ושיבוץ;

ושיבוץ, כדי לשפר את התיאום גם מול דרגי המטה; וכן קידום שקייפות ושיתוף אנשי הוצאות בתהליך (למשל באמצעות כלי המאפשר לאנשי מילואים להזין זמינות והעדפות, כפי שהוצע בתקיר בנספח 14). זיהוי צרכים אלו תורם לשירות לגיבוש



הדרישות לפתרונות הטכנולוגיים והתהליכיים שיפורתו בהמשך הפרויקט.

למעשה, הממצאים האיכוטניים מတוים רשות דרישות וקריטריונים שהפתרון האופטימלי אמר לספק, ובכך הם מלכדים את התובנות מהسطح לכדי מצפן ברור להמשך העבודה: על המערכת העתידית לתת מענה הן לקשיים הטכנולוגיים (נתונים מבוזרים, היעדר התראות, תכנון לקו) והן לקשיים האנושיים (חוסר שיקפה, תחושת אי-צדק, חלוקת נטל), כפי שעלו כאן. במבט כולל, הניתוח האיכוטני העמיק את הבנת הבעיה המחקרית בכך שהוא אישש את קיומה, חשף את שורשיה הרבים-מדדיים, והצביע על כיוונים פרגמטיים לטיפול – תובנות שיילקו יישרות בחשבונו בניתוח הconomic ובהצעת הפתרון המערכתי בפרק הבא.

#### **4.2.5 סיכום ממצאים איכוטניים**

לסיכום, פרק הניתוח האיכוטני הציג תמונה מקיפה של האתגרים בניהול כוח האדם בטיסות כטמ"ם, כפי שעלו משמונה ראיונות عمוק (נספח 13) וסיכום לחקירהים מבצעיים (נספח 14). חמישה נושאים מרכזיים זוהו כתמונות חוזרות: (1) עומסים תפעוליים קבועים ושהיקה גוברת של אנשי הצוות בשל שיטות השימוש הקיימות; (2) פורי בשירות והדרכה, כאשר אימונים והכשרות נדחקים אל מול שימושים מבצעיים תוך סיכון כושר הביצוע לטוח אורך; (3) תנאי לKOI בין גורמים ובעלי תפקידים בטיסת, SMBIL לטעויות ולנפילת מידע בין הcisיות; (4) מתח בין נחלים לאלה – במיוחד בעלות חרום, שבחן הסטטיקה מהשגרה חושפת דילמות בין עמידה במשימה לבין שימור סטנדרטים; (5) הבדלים בין סוגים של שירותים (חויה, קבוע, מילואים) באופן שבו כל קבוצה נפגעת מתחילה השימוש הנוכחי וביצורים הייחודיים לה. הממצאים האיכוטניים הללו, מאשימים את ההשערות שהמערכת הנוכחית אינה אופטימלית, ובה בעת מציגים שיש לטפל בעיה בגישה רב-מערכתי – טכנולוגית וארגוני גם יחד. תובנות הפרק שופכות או על שורשי הבעיה ומגדירות מטרות ברורות לשיפור, ובכך מכינות את הקרקע לתת הפרק הבא (4.3) שבו ינותחו הנתונים הconomicים. בניתוח הeconomic יתאפשר לאמוד באופן מדויק את היקף וחומרת הליקויים שזוהו, לבחון מגמות כמותיות של עומסים וכשירות, ולבזוק כיצד יישום פתרונות אופטימיזציה עשוי לתת מענה מושכל ומדד לאותם אתגרים מרכזיים שעלו מתוך הקולות בשיטה.



#### **4.3. ניתוח נתונים כמותיים**

##### **4.3.1. ניתוח סיכום שבועי והיקפי המשימות**

	כמות פ'רים	כמות שיבוצים	כמות אנשי צוות שלא שbowcu	כמות אנשי צוות בכל שbowcu	מספר משימות לאיש צוות (shawbcu)	מספר משימות לאיש צוות	זמן ממוצע של פ'ם	מספר לפרט	כמות שיבוצים שbowcu (כשירות)	כמות שיבוצים שbowcu (זיהוי)	כמות שיבוצים שbowcu (בלט'ם)	כמות שיבוצים שbowcu (בוגר)	כמות שיבוצים שbowcu (מנעה)
<b>count</b>	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
<b>mean</b>	53.85	757.13	85.48	34.52	2.81	12.31	18.69	4.04	9.77	8.90	4.48	5.38	
<b>std</b>	12.75	198.61	17.19	17.19	1.44	1.70	2.20	0.61	4.47	3.74	2.36	3.24	
<b>min</b>	32	444	52	8	1	9	12	2.38	2	3	1	1	
<b>25%</b>	43.75	606	71.50	17.75	1	11	17.89	3.74	6	6.75	3	3	
<b>50%</b>	53	715.50	84.50	35.50	3	12	20	4.11	8	8	4	5	
<b>75%</b>	62.75	902.75	102.25	48.50	4	14	20	4.49	13	11	6	8	
<b>max</b>	76	1202	112	68	5	15	20	4.99	22	20	12	12	

**טבלה 2 – מדדים סטטיסטיים**

הטבלה מציגה סיכום מדדים סטטיסטיים ומשלימה את טבלת הסיכום השבועי

(נספח 15) המרכזת את הנתונים הcompanymens עבור 52 השבועות של שנת 2024

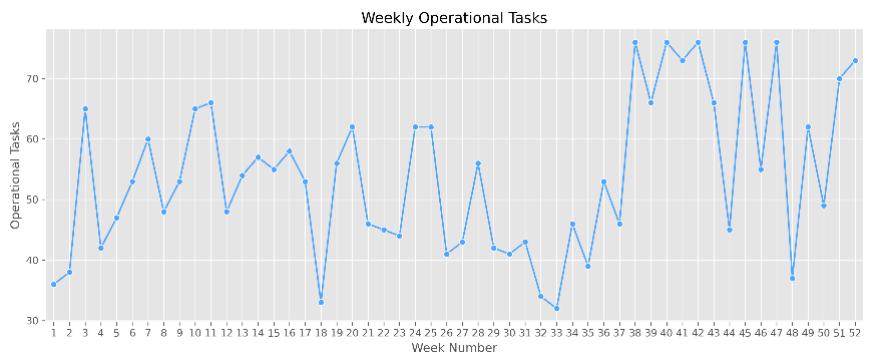
בטייסט. מהנתונים עולה בבירור כי נפח המשימות ושיבוצי הוצאות איננו קבוע לאורך השנה, אלא מתאפיין בתנודתיות משמעותית. כך למשל, ניתן להזות שבועות עומס חריג, בהם כמות הפ'מים (פקודות מבצע, שימושות משלימות / טיפולות)

השבועית גבוהה במיוחד. מספר הפ'מים השבועי נע בין כ-32 בלבד בשבוע הנמוך ועד 76 בשבוע העמוס ביותר, כמעט פי 2.5. מגמה דומה נצפתה גם במידדים נוספים :

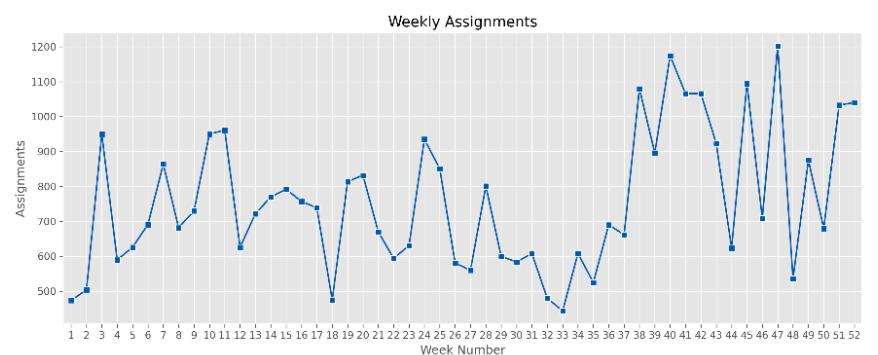
בשיא הגיעה כמות השיבוצים השבועית לכ- 1200 (שבוע 47), לעומת שבועות רגילים יותר עם היקף מצומצם, של כ- 444 שיבוצים בלבד בשבוע החל באמצע אוגוסט. ככל מר步 במדד זה, הפרע בין השבוע ה"ירגוע" ביותר לבין השבוע העמוס ביותר הוא כמעט פי 3. בהתאם, חלה שונות מקבילה גם במספר סך אנשי הוצאות שbowcu : בשבועות רגילים שbowcu פחות ממחצית מאנשי הוצאות הכלולים (כ-52 מרתוק כ-120, והשאר 68 נותרו ללא שיבוץ כלל), בעוד שבשבועות השיא נוצר כמעט מילוא כוח האדם הזמין עם 112 אנשי צוות משובצים ונותרו בקושי 8 אנשי צוותים לא שיבוץ. נתונים אלו מצביעים על כך שהטטייסת נדרשת לתגבר כוח אדם ולהפעיל כמעט את כלם בתקופות העומס, בעוד שבתקופות שקטות חלק ניכר מהוצאות אינם משובץ לשימוש ומשוחרר לחופש או לא מזמן למילואים. הפרעים מעידים על אי-עקביות בעומס התפעולי ועל הצורך בಗמישות ניהולית על מנת לתמוך ב��יפותן חזות בעומס המשימות.



#### 4.3.2. ניתוח מגמות שבועיות ואיתור חריגות לאורך זמן



תרשים 2 – פ"מ לפי שבועות



תרשים 3 – שיבוצים לפי שבועות

תרשים השיבוצים השבועי חושף תנודתיות רבה לאורך השנה ונקודות קיצון ניכרות. בולטים מקבצים של שבועות עמוסים במיוחד לעומת שבועות מנוחות יותר. למשל, בין אמצע ספטמבר לאמצע נובמבר יש רצף של כ 8 שבועות אינטנסיביים, עם 1000 שיבוצים ויוטר בכל שבוע, הרבה מעל הממוצע השנתי (757). בשבועות השיא נרשם אף מעל 1200 שיבוצים. רצף חריג זה מUID נראה על גידול בהיקף הפעולות המבצעית (מכת הפתיחה לבנון), ומודגש במעבר החד לאחריו: בשבוע העוקב צנחה מספר השיבוצים לכ 536 (שבוע 48), ביטוי לחזרה מיידית לשגרה לאחר השיא.

לצד שיאי הסתיו, זהה גם תקופות של בולטות. לדוגמה באוגוסט (שבועות 32–33) נרשם כ 450 שיבוצים בלבד בשבוע, ובראשית השנה (שבועות 1–2) וסוף אפריל (שבוע 18) כ 500 שיבוצים. שבועות דלי-פעילות אלו חופפים לזמן חגים וחופשות (תחילת השנה האזרחית, פסח) שבהם הפעולות המבצעית הצטטמה בטיסת כל הנראה. מנגד, בתקופות מתוחות בסתיו (חגי תשרי) חלה האצה ניכרת בפעולות, ללא תלות בחגים. תבנית זו מדגישה את הצורך בתכנון דינמי: המערכת צריכה להתמודד הן עם שבועות של עומס יתר חריג והן עם שבועות של ניצול חלק של

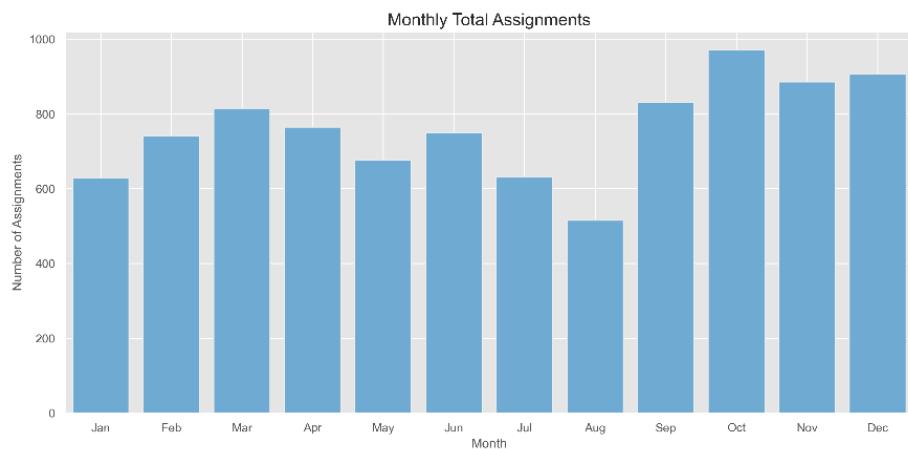


הוצאות. חשוב לציין כי למרות התנודתיות לא מזוהה מחזק עומסים קבוע (שבועי או חודשי) ; השינויים מוכתבים בעיקר לפי אירועים מבצעיים חיצוניים ייעודיים.

#### 4.3.3. ניתוח מגמות חודשים

חודש	כמות шибוצים (פ"מ)	כמות шибוצים שבועיים	כמות אנשי שירות	כמות אשתי שירות	כמות צוות שירות כל	шибוצים שבועיים (ששבועיים)	סיבום לאיש צוות (ששבועיים)	סקפ לאיש צוות (ששבועיים)	מן סקפ לפיirs	משך סקפ לפיirs	כמות שיבוצים שבועיים (שבועה)	כמות шибוצים שבועיים (שבועה)	כמות шибוצים שבועיים (שבועה)	סהמה
	ינואר	46	629	69	52	3	12	18.04	4.05	8	9	4	6	
פברואר	54	742	81	40	4	14	19.37	4.46	10	10	5	8		
מרץ	59	815	89	32	4	13	19.36	4.06	13	9	3	4		
אפריל	56	765	95	25	3	13	19.82	4.18	10	10	5	7		
מאי	49	677	84	36	3	12	20	4.12	10	10	6	5		
יוני	53	750	92	28	2	11	20	4	10	10	7	5		
יולי	45	631	89	32	3	11	18.83	4.06	8	8	3	6		
אוגוסט	38	515	72	49	4	10	18.57	3.59	7	6	5	5		
ספטמבר	61	832	82	39	4	14	16.04	3.87	10	8	6	9		
אוקטובר	68	971	95	26	3	14	16.40	3.76	11	13	5	7		
נובמבר	61	886	93	27	3	14	18.96	4.14	15	9	4	2		
דצמבר	64	907	90	31	4	14	19.28	4.29	12	9	8	6		

טבלה 3 – מגמות חודשים



תרשים 4 – ממוצע שיבוצים חודשים

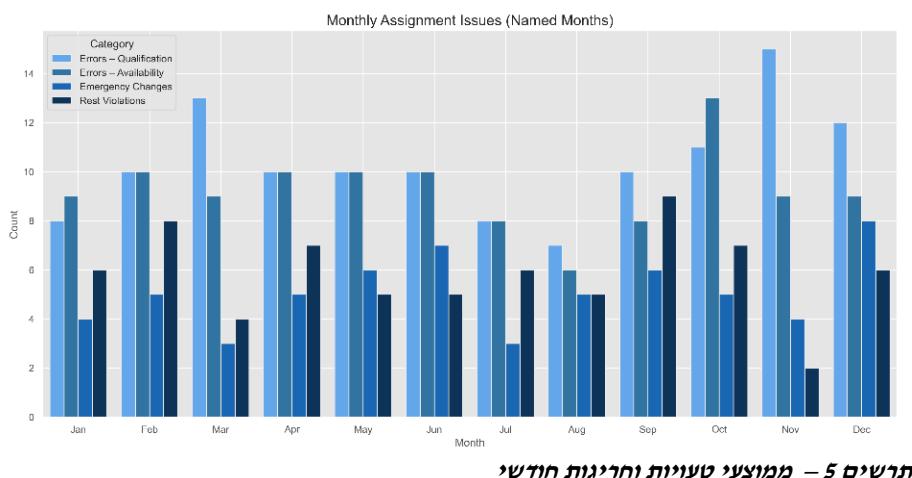
מתחלת 2024 ועד אמצעה ניכר גידול לא רציף בהיקף המשימות. חודש ינואר החל בכ- 629 שיבוצים (46 פ"מ), ובמשך עלו לכ- 815 שיבוצים (59 פ"מ) בהתאם. בפברואר הגיעו לשיא 677 שיבוצים (49 פ"מ), ובמשך עלו לכ- 815 שיבוצים (59 פ"מ) בהתאם. בברבעון השני המגמה התהפקה קלות: אפריל ומאי התאפקינו בירידה יחסית (כ- 765 ו- 677 שיבוצים), יותר כהשפעת החגים, מיעוט אירועים ורצון לרזרק כ"א. השפל הבולט (הערך הנמוך בשנה), החל באוגוסט, עם 515 שיבוצים ו- 38 פ"מ בלבד, שמעיד על ירידת ממשמעות בפעולות המבצעית ואולי גם השפעת חופשות הקיץ. לעומת זאת, מספטמבר הורגשה עלייה חדה בעומס. בספטמבר הגיעו לכ- 832 שיבוצים (61 פ"מ) – עלייה של כ- 60% ביחס לאוגוסט. באוקטובר הגיעו לנפח המשימות לשיא שנתי של 971 שיבוצים (68 פ"מ), כמעט כפול מאוגוסט. גם נובמבר ודצמבר נותרו ברמה גבוהה (886 ו- 907 שיבוצים, בהתאם). במילוי אחריות, המחזית השנייה של השנה, ובפרט הסטיו-חוורף, הייתה עמוסה בהרבה



מהמחצית הראשונה. הסיבה המרכזית הייתה פתיחת המהלהמה בגזרה הצפונית, פעילות עצימה גם בגזרת סוריה לצד המשק הלחימה ברצועת עזה ובגדה.

#### 4.3.4. מגמות חודשיות בכשלים ובחיריגות בשיבוץ (כשירות וזמן)

בכל חודשים 2024 אירעו שיבוצים שגויים, מקרים שבהם שובץ איש צוות ללא כשירות נדרשת או בניגוד לזמןתו אך בהיקפים משתנים.

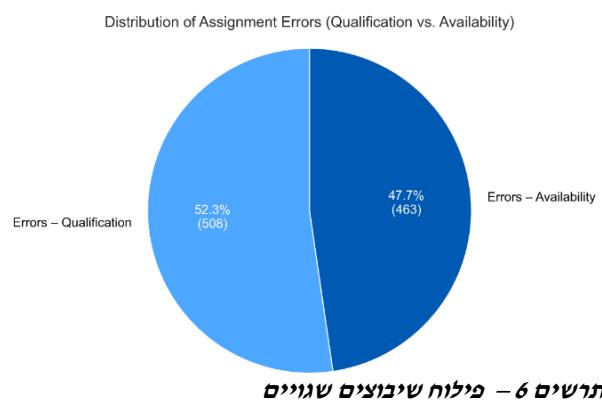


בחודשי השגרה בתחלת השנה (לדוגמה ינואר–פברואר) נרשמו כ 10-8 כשלים בחודש השגרה. בתקופות העומס המקריםulo : בספטמבר נרשמו 10 כשלים של לחודש מכל סוג. בתקופות העומס המקריםulo : בספטמבר נרשמו 10 כשלים של כשירות ו 8 של זמינות, באוקטובר (החודש העמוס ביותר) כשלי זמינות הגיעו לשיא של 13 מקרים (מתוכם 11 כשלים של כשירות). נובמבר דוחקא בלט בשיא שלילי של כשירות, 15 מקרים (חריגה מעל הרגיל, אולי בעקבות הסמכות שפגו לאחר החופשיים בחגיהם), בעוד כשלי זמינות ירדו ל-9 אחרי השיא באוקטובר. בחודשים רגועים יותר כמו يولי-אוגוסט נצפו הכמות הנמוכות ביותר (כ ~ 6-8 כשלים לחודש מכל סוג). המגמה הכללית ברורה : עומס משימות גבוהה מלאה בריבוי כשלים בשיבוץ. בתקופות אינטנסיביות עם משימות רבות גוברת הנטיה לשיבוצים שגויים (עקב עומס תפעולי, אילוצי זמינות ותכנון והגררות לשיבוץ אנשי צוות לא כשירות מלאה), בעוד שבזמנים רגועים הgentis גדרולה יותר ומפחיתה טיעויות. מدد נספּ שנבחן הוא חריגה משוערת מנוחה - שיבוץ אנשי צוות בניגוד לפרקי המנוחה הנדרשים בנהלים. מקרים כאלה התרחשו לאורך השנה, אך בפיור לא אחד. בחודשי שגרה (ינואר–יוני) נצפו בממוצע כ – 5-7 חריגות מנוחה בחודש. בחודשי הקיץ הרמה הייתה דומה ( 5-6 בחודש). עם העלייה בעומס בתחלת הסתיו, גדל מספר החריגות : בספטמבר אירעו 9 חריגות מנוחה (הגבוה ביותר) ובאוקטובר

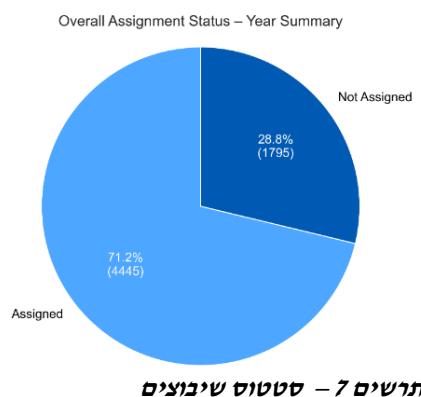


7. לעומת זאת, בנובמבר מרופת השהום נותר גבוה, צנחו החיריגות ל-2 בלבד (הנמוך בשנה). ירידה דרסטית זו עשויה להצביע על צעדים יוזמים שבוצעו למניע שחיקת צוות לאחר שייא העומס (כגון הקפדה מוגברת על אכיפה ובקורת המנוחה ע"י המפקדים). בדצמבר חזר המספרשוב ל-6. אמנם חודשי שייא העומס לו בעלייה בהפרות מנוחה, אך בסך הכל, לא נמצא מתאם פשוט ו ישיר בין כמות המשימות לכמות חיריגות המנוחה.

#### 4.3.5 התפלגות סוגי כשלים



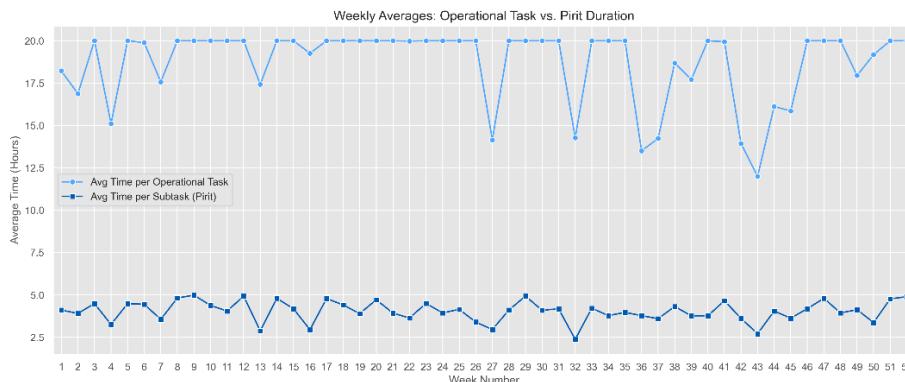
במהלך 2024 תועדו בסך הכל קרוב ל 1000 מקרים של שיבוץ שגוי (שילוב של שני הסוגים שנמצדו). פילוח כשלים אלה לפי סוג מעלה כי הם נחלקים כמעט שווה בשווה בין כשלים על רקע כשירות לבין כשלים על רקע זמינות. בכלל השנה, כ-52% מהכשלים היו כשירותיים (כלומר שובץ איש צוות שאינו בעל ההכשרה התקפה המתאימה למשימה), וב-48% היו כשלים של זמינות (шибוץ איש צוות שאינו זמין בפועל, אינו נכון בשעות המנוחה). התפלגות זו מראה כי קיימות שתי בעיות, הכשרתו כוח האדם ושמירת כשירותו וגם ניהול הזמינות והעומסים, אשר תורמות במידה דומה להפרות כללי השיבוץ. כשלים אלו, משני הסוגים, פרוסים לכל אורך השנה, כלומר האתגר הוא רוחבי והמערכת הקיימת מבקשת להתמודד איתם.





תרשים זה ממחיש באופן הבולט ביותר את משמעות העומסים ומחירים. באופן מצטבר כ-28.8%, לעומת מרבית מהמשימות במהלך השנה כולה - לא שובצו כלל. מצב זה, המביא לכדי פגיעה בכשירות המבצעית הינו בלתי סביר!

#### 4.3.6. ניתוח משכי משימות



תרשים 8 – זמן ממוצע של פ"מ אל מול פריט

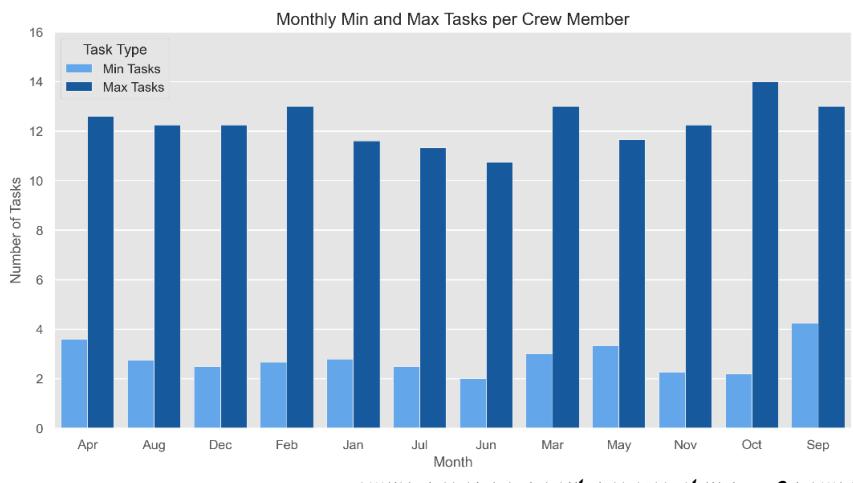
תרשים זה מציג, זה לצד זה, משכי פ"מ (משימה מבצעית מלאה) ממוצעים ומשכי "פריט" (шибוץ צוות במסגרת של המשימה) ממוצעים בחלוקת לחודשי השנה. משך משימה ממוצעת בשנת המחקר עמד על כ 18.7 שעות (סטיית תקן  $\approx \pm 2.2$  שעות), בעוד משך משמרת צוות ממוצעת ("פריט") היה כ 4 שעות ( $\approx \pm 0.6$  שעות) נתון התואם את נחלי האיש (כ 4 שעות לפרט).

בתקופות רגועות יחסית (אביב-קייז) משך המשימה הממוצע נע סביב 20-19 שעות, בעוד משך משמרת הצוות יציב סביב 4 שעות (בהתאם לנוהלים). מנגד, בתקופות עומס شيئا (כגון בסתיו) ניכרת ירידת אורך המשימה: בספטמבר-אוקטובר צנחה משך פ"מ ממוצע לכ-17-16 שעות. קיצור זה נובע כנראה מפיצול הדרישה לכטמי'מים בשעות מסויימות או מביצוע גיחות קצרות ותכליתיות יותר, כדי לעמוד בקצב המשימות הגבוה ולהימנע מתשישות הצוות. בהתאם, גם משך הפריט בחודשים העמוסים התקצר מעט לכ-3.8 שעות בממוצע, מה שمعد על רוטציה תכופה יותר של צוותים במהלך המשימה. מגמות אלו, שיתכן ונראות תמהות תחיליה, משקפות התאמה לתפעולית חשובה: בעומסים כבדים או פ"מ מיוחדים הטיסת מקוצרת משימות ושמורות כדי לפרק את העומס בין יותר אנשי צוות ולשמור על רענות וכשירות, בעוד שבעיתות שגרת חרום היא מרשה לעצמה משכים מלאים וארכיים יותר למשימות, כאשר סכנת העומס והשחיקה פחותה.



#### 3.4. שונות בעומסי שיבוץ בין אנשי צוות

התרשימים הבא עוסק בחוסר האיזון בעומס בין אנשי הוצאות ומציג את הפער בין כמות המשימות בפועל שביצעו איש הוצאות העמוס ביותר לעומת איש הוצאות הכי פחות עמוס בכל חודש. הבדל ניכר ובולט לעין.

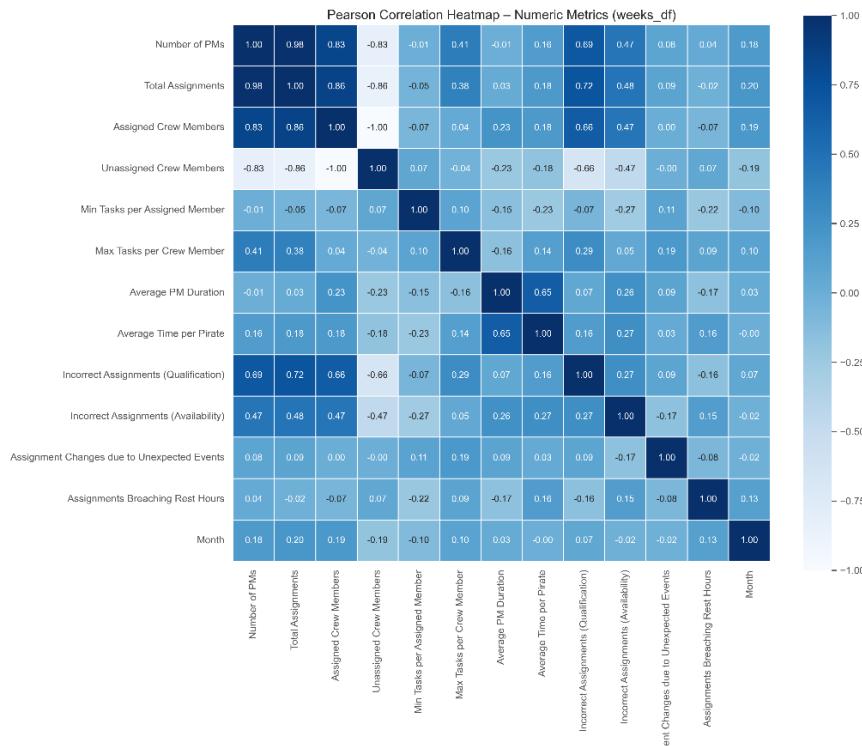


## תדרשים 9 – הבדלי מינימום לעומת מקסימום חודשי

לדוגמה, בשבוע השיא נמצא איש צוות אחד שביצעו 14 משימות, בעוד אחרים באותו פרק ביצעו 2 משימות. זהו פער קיצוני. אמנים בתפקידות חירום, הופעל כמעט כל הזמן הזרמיין, אך גם אז העומס לא התחלק באופן שוווני, ובמקרים מסוימים הפער אף גדול. פערים מתמשכים אלו מצביעים על בעיה מערכתית בחלוקת עומס המשימות בטיחות: ככל הנראה ישנו "מצטיניגס" הנושאים על גבם נתח לא פרופורציונלי מהפעולות, בעוד אחרים נותרים בתת-ニצול. מצב כזה עלול להוביל לשחיקה מואצת של אנשי הצוות העמוסים.

#### 4.3.8. בחינת מתאם בין הפרמטרים שנבחרו

על מנת לאתר את המתאים בין הפרמטרים שנבחנו ייצרו מפת חום לפי מדד פירסון, המציג בצורה ויזואלית HOW קשורים ישירים (ערך חיובי המוצג בתרשימים בצד ימין) והן קשורים הפוכים (ערך שלילי המוצג בתרשימים בצד ימין). ככל שהקשר חזק יותר המדד גבוה יותר (חיובי או שלילי) והצבעבולט יותר (כחא או בחריר יותר בחתאמה).



#### תרשים 10 – מפת חום לבחינת קוולציה בין הIFORMטדים שנבחנו

קיים כמובן קשר חיובי חזק ( $\approx 0.98$ ) בין הפ"ם (משימות) לבין השיבוצים. כמו כן,

קיים קשר חיובי חזק ( $\approx 0.86$ ) בין כמות השירותים לבין כוח האדם המשובץ

ושקר שלילי חזק ( $\approx -0.86$ ) בין כמות השירותים לבין כוח האדם שאינו

משמעותי. אולם במקרה אלו מדובר בקשרים בסיסיים וצפויים הנובעים מעוצם

התהיליך ולכן לא עמוק בהם.

ניתוח מתאים בין עומס המשימות לממדדי הצללים והחריגות חושף מספר קשרים

משמעותיים. נמצא מתאם חיובי חזק ( $\approx 0.72$ ) בין מספר השירותים לכשלים

על רקע כשירות. כן נמצא מתאם חיובי ממוצע ( $\approx 0.48$ ) בין עומס השירותים לכשלים

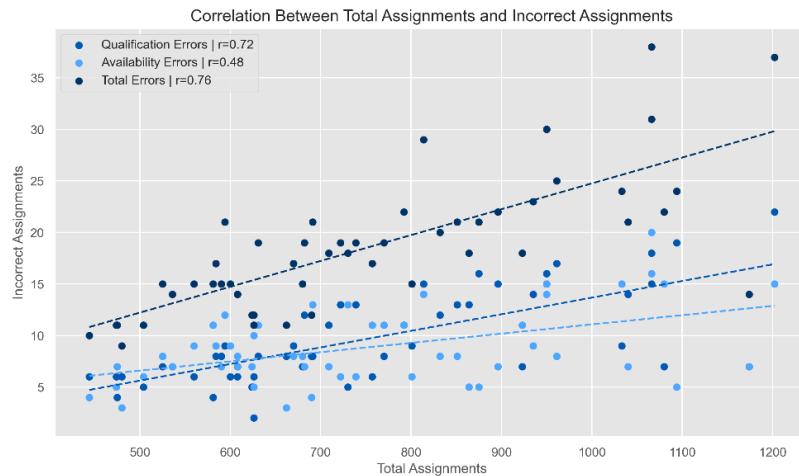
על רקע זמינות. מאידך, לא נמצא מתאם מובהק בין עומס המשימות לבין חריגות

מנוחה ( $\approx 0.02$ ) או שינויים בלתי-متוכנים ( $\approx 0.09$ ).

על מנת להעמיק בקשרים החזקים, בניית תרשימים scatter המעמיק בבחינת המתאים

בין הסיכוןים השבועיים של השירותים למול אלו של הצללים השונים, תוך ביצוע

גרסיה לינארית ומדידת מדד פירסון.



#### תרשים 11 – קורלציה בין טעויות לשיבוצים

מהתרשים ניתן לראות כי בשבועות עומסים במיוחד נרשם יותר מקרים של שיבוץ אנשי צוות ללא הכשרה תקפה או מתאימה (מחוסר ברירה או טעות). כמו כן ניתן לראות כי בתקופות עומסות הייתה מסויימת גם בכמות הcessלים עקב זמינות (шибוץ חברי צוות שאינם זמינים במועד הנדרש). חיבור כל הcessלים משני הסוגים מייציר מدد חדש ומובהק אפילו יותר ( $\approx 0.76$ ).

לסיכום, עומס מושימות גבוה אכן פוגע באיכות השיבוץ ומתבטא ביותר כשלים ותקלות.

#### 4.3.9. השוואת דפוסי שגרה לעומת חירות

מניתוח הנתונים אפשר גם להבחן בהבדלים מובהקים בין תקופות שגרה יחסית לבין פרקי זמן שנitin להגדרם כ"חירות" או עומס קיצוני. למשל, בהשוואה בין חודשי הקיץ השקטים (יוני-אוגוסט) לבין חודשי הסתיו העמוסים (ספטמבר-אוקטובר), בולטים מספר פערים:

- **ニיטול כוח האדם** – בשגרה שוכזו בממוצע 80-70 אנשי צוות בשבוע, ואילו בתקופה החירות נדרשו מעל 90 ואף כמעט כל 120 אנשי הצוות לשיבוץ בשבועי. ככלומר, בעת חירותם הטיפוסית עברה למיצוי כמעט מלא של הצוותים.
- **משך המשימה המומוצעת** – בחודשים רגועים נעה האורך סביבה 20-19 שעות למשימה, אך בחירותם צנחה הממוצע לכ-17-16 שעות. קיצור זה נובע מכך שבמציע בנסיבות יותר קצרות, כדי לעמוד בעומס ולהימנע מהתישות. גם משך הפריט ירד מ-4.1 שעות בממוצע בשגרה ל~3.9-3.8 שעות בחירות.



- **כשלים וחריגות** - באופן כללי, תקופת החירות לוויתה בעלייה מסוימת בשיעור הכשלים. בשיא, היקף הכשלים הגיע ל-13 כשלים זמינים ו-15 כשלים כשירות. הדבר מעיד שבמצבי קצה עמוסים גדל הסיכון לחריגת מנהלי כשירות ולהתפשרות על עקרונות שיבוץ תקין. מיד לאחר שייא העומס, הייתה ירידה או חזרה דרסטית לתקינות במדדים של חריגות המנוחה וכשלים זמינים.
- **שינויים עקב בלת"ם** - לא ניכר גידול יחסית בתקופת העומס, מה שמרמז שהחרום כל שינוי או אילוץ כבר מגולם בעומס הכלול, ואילו בשגרה אירועי בלת"ם מפוזרים יותר.

#### 4.3.10. חריגות, הטיות ומגבלות בנסיבות

בפרק הנוכחי זהו מספר נקודות חריגות בולטות, שלهن השפעה על הממצאים. דוגמה מרכזית היא השבוע בעל העומס המקסימלי (~ 1200 שיבוצים), החריג באופן ניכר מזו השאר. שילוב שבוע קיצוני זה משך מעלה את הממוצעים והבליט בעיות שלא תמיד נראה בשגרה (לדוגמה, אותו שבוע לווה גם בנסיבות כשלים גבוהה במיוחד ודרש הפעלת 112 אנשי צוות). גם שבועות של קיצוני מנגד – כמו שבוע אמצע אוגוסט עם פחות מ-450 שיבוצים מדגישים את התנודתיות. במצבים של עומס חריג יתכונו גם עומסי יתר אישיים, איש צוות אחד ביצע עד 14 משימות בשבוע השיא, עומס שעlol להביא לשחיקה. נتونים כאלה, כאשר הם מופיעים כחריגים בודדים, עלולים להשפיע על סטיות התקן והטוחנים ששימושו בנסיבות. לפיכך, בהתבוננות בממוצעים נלקח בחשבון שיש שבועות יוצאי דופן. לכן, נעשה שימוש גם במדדים חסינים יותר (כמו חציו) כדי לנטרל את השפעת החריגים.

בחינת איקות הנتونים ומגבלותיהם, יש לזכור שהנתונים סוכמו באופן ידני מתוך מקורות תעוקליים, כפי שתואר במתודולוגיה. תהליך איסוף זה עשוי להיות כרוך בהטיות רישום ובחוסרים : למשל, ניתן שלא כל חריגת מנוחה דווחה או תועדה במערכת, או שחלק מהшибוצים השגויים תוקנו מראש ולא נספרו. בנוסף, הנתונים הינם ברמת תמצית שבועית, דבר שעולם למסך חריגות יומיות. כמו כן, חלק מהמדדים (כגון "כשירות") הם ביןaries יחסית ואין



משקל ישיר לחומרת הכשל, אלא רק ספירה האם אירע. המשמעות שאירוע כשל קל וairoע חמור נספרים באופן שווה, מה שעלול למסך היבטים איכוטיים. לבסוף, מגבלת סיוג המידע חייבה התמקדות במדדים ממשוניים כלילים ולא בתונים מבצעיים מפורטים. יתכן וישנם גורמים מסוימים לעליות ולירידות (כגון מבצע צבאי ספציפי, מעבר לאירועים מערכתיים) שאינם מפורטים אך תרמו לדפוסי הנתונים, ולכן בניתוח התמקדנו במה שניתן להסיק ממשונית מהמספרים הגלויים. אף על פי מגבלות אלו, ההתפלגות והמגמות שעלו מניתוחים מספיקות כדי להציג על האתגרים העיקריים: שונות גובהה בעומס (וללא יכולת תכנון מוקדם מספקת), ניצול לא אחד של הוצאות, עליה בטיעוות תחת לחץ, וכן הצורך הבולט במערכות שתזהה ותתקן כשלים וחריגות בזמן אמת. נתונים כאמור אלה מטווים את הבסיס להמשך הדיון בפרק המלצות, שם יבחן הדרכים לצמצום השחיקה והכשלים באמצעות פתרונות אופטימיזציה וניהול משופר של המשאבים.

#### **4.4. Benchmark עם מחקרים דומים אחרים**

בחנו את ממצאי הממחקר שלנו למול 4 מחקרים דומים מהשנתיים האחרונות, העוסקים בנושא השימוש בעולם התעופה (ביבליוגרפיה 10, 11, 14 ו 15) ב 3 היבטים עיקריים :

##### **4.4.1. גישות מחקר ומетодולוגיה**

המחקרים שנבחרו להשוואה מציגים גישות מגוונות לפתרון בעיות שיבוץ, ניהול עומסים ותחזוקת שירותי צוותי אווריר. ([11] [12] 2025 ÖZ, 2023) עשה שימוש ב - Fuzzy Dematel (Ouyang & Zhu, 2023) למיפוי גורמים משפיעים על עייפות צוותים. ([10] שילבו אלגוריתם גנטי מקבילי לתכנון שיבוץ מיטבי תחת מגבלת משאבים. ([14] robust optimization Schrotenboer et al., 2023 לשיבוץ צוותי גיבוי. ([15]) Tan et al., 2024 השתמשו, בדומה אליו, בשיטות איכוטניות וכמוותיות לנition איזון עומסים של קציני שיבוץ בשדה תעופה. כל המחקרים מציגים ניתוח מערכתי, אך שונים בכל המדייה ובהקשרים הארגוניים.

##### **4.4.2. השוואת ממצאים עיקריים**

במרכזו ממצאי הממחקר הנוכחי (פרק 4) זוהו ארבעה אתגרים מהותיים בתהיליך השימוש בטיסת: עומס תפעולי בלתי מבוקר, פערי שירותי, חוסר תיאום בין בעלי



תפקידים, והעדר תשתיית לניהול חריגים. ארגונים אלו אינם ייחודיים, ומופיעים גם במחקריהם שבחנו.

כאמור, אחד הנושאים שעלו במחקר שלנו הוא ניהול עומסים. גם (Öz, 2025 [11]) מדגיש ש "workload management was identified as the most influential factor", כלומר איזון העומסים הינו המפתח להתמודדות עם עייפות, כשירות ובטיחות צוותים. במחקר זה, נמצא כי משימות רבות מושבצות לאוטם אנשי צוות שוב ושוב, ללא מדידה או בקרה – דבר שימושי לשחיקה, ירידה במורל ופגיעה בכשירות. גם במחקר שלנו, הכה"דית ציינה כי "אין שום מגנון ניהול עומסים" (נספח 13), וمسקנות התחקרים תמכו בכך. הדמיון בין הממצאים מחזק את הצורך בפיתוח כלי לניטור איזון עומסים, כפי שモלץ גם במחקרו של Öz (2025 [11]). בהיבט הכספיות, נמצא במחקר זה כי משימות בוצעו לעיתים על ידי אנשי צוות שלא ריענו מירונות מקצועית במשך חודשים. סמ"ט ב' להדרכה תיאר כי "תוכניות ההדרכה נדחקות לשוליים", ומפעיל במילואים דיווח שנדרש למשימה בכשירות לא עדכנית (נספח 13). נמצא זה מקביל להמלצת (Öz, 2025 [11]) להטמעת כלים מבוססי מידע לניהול כשירותות שוטפות.

([10] Ouyang & Zhu, 2023) התמקדו בשיבוץ מיטבי בתקופת מחסור בכוח אדם. המודל שפיתחו התבבס על אינטגרציה של שיבוץ וניצול מיטבי של צוותים דרך אלגוריתם גנטי מקובלי, במטרה למסם התאמות ולהפחית זמן חישוב. במחקר הנוכחי, מבנה השיבוץ הקיים – מבוסס Excel ידני – אינו מסוגל להתמודד עם נפחי המשימות והדרישות המשתנות בזמן אמיתי. הדבר מוביל לבזבוז משאבי ולחותר יעילות. ממצאי המחקר תומכים בכך בפתרונו אוטומטי ואינטגרטיבי, בדומה למה שהוצע במחקר זה.

מחקרים של ([14] Schrotenboer et al., 2023), בוחן את תפקוד מערכות שיבוץ תחת תנאים משתנים ודינמיים, תוך התמקדות בשיבוץ צוותי גיבוי. נמצא כי שימוש לא מתואם בצוותי גיבוי פוגע ביכולת ההtauושות מהפרעות. גם בطيיסת במחקר שלנו, תועד מחסור בתיאום מובנה בין גורמי התכנון, שגרם לפערי מידע ולעיטיות לפספוסי שיבוץ בפועל. כמו כן, עלה כי הקפצת אנשי מילואים בהתרעה קצרה ולא תיאום והיערכות גרמה לשחיקה ומרמור (נספח 13 ונספח 14).

לבסוף, במחקר של ([15] Tan et al., 2024) זוהה קשר ישיר בין עומסי יתר אצל קציני שיבוץ לבין ירידה בתפקיד, שחיקה, וליקויים בקבלת החלטות. גם כאן, מתוארת תופעה של התמודדות ידנית עם תרחישים משתנים, עומסי פעילות ולחץ



תפועלי – בדומה לתחושים ה"רולטה היומית" שתיארו מראויינים בטיעשת בעת חירום (נספח 13). המסקנה החוזרת: היעדר מערכת שיבוץ חכמה גורם לתפקוד לקוי גם בשגרה אך בולט במיוחד במצב קצה.

#### 4.4.3. מסקנות והשפעות יישומיות

ההשוואה למחקרים אחרים ממחישה כי האתגרים שזוהו בטיעשת אינם ייחודיים, אך המענה מחייב פתרונות מותאמים. המסקנה המרכזית היא כי נדרש מעבר למערכות שיבוץ דינמיות, המשלבות בקרה על עומסים, כשרויות ותיאום בין ממשקים. יש מקום לאיום כלים חישוביים, מודלים לחיזוי עומסים, ניהול צוותי גיבוי תוך שמירה על רציפות תפקודית. ממצאי המחקר הנוכחי מהווים בסיס לפיתוח פתרון כזה, ונינתן ליישם בשיפור שירותי, ביטחון וشبיעות רצון צוותים בסביבות תעופתיות ומכבניות.

#### 5. סיכום ודיון במצאים

הניתוח המשלב נתונים כמותיים ואיכותניים מצביע על ליקויים מערכתיים מהותיים בתחילת שיבוץ כוח האדם בטיעשת הכתמי"מ. מן המקורות האיכותניים, שהتبססו על סיכון ראיונות העומק וסיכון ללחצים מתחקרים מבצעים, עולה חמשה אתגרים מרכזיות: עומסים תפעוליים חריגים ושהיקה מצטברת; פערים נרחבים בהכשרה ובכשרות; תיאום לקוי בין בעלי תפקידים; מתח בין ציות לנוהלים בין אילוצים בשעת חירום; ופערים בין סוגים שירות. הממצאים משקפים בעקבות תחשות אי-סדר, חוסר שקיפות, וחילוקת נטול בלתי מאוזנת, במיוחד בקרב אנשי קבוע ומילואים. במקביל, הניתוח הכמותי משאש ממצאים אלה ומספק מודדים תומכים. זההה תנודותיות גבוהה בהיקפי המשימות והשיבוצים השבועיים לאורך השנה, עם פערים של עד פי שלושה בין שבועות רגועים לשבועותシア. בתקופות עומס, נרשם גידול חד בשיבוצים שגויים – בעיקר כשלים בכשרונות זמינים – ובחירוגות מפирקי מנוחה. בהתאם, זההה מתאם חיוبي בין עומס המשימות לשיעור השגיאות, תוך חשיפת פערים בין העומס על אנשי הצוות השונים. ממצאים אלו מעידים על חוסר בקרה רציפה, על חוסר ניצול אופטימלי של המשאבים האנושיים, ועל היעדר יכולת תכנון חזיה. שילוב שני ממדדי הניתוח מדגיש כי מקור הקשיים טמון הן בהיעדר תשתיית טכנולוגית תומכת והן בעובdot ארגוניות ותנהלכיות. הממצאים מספקים בסיס איתן לפרקם הבאים, שבהם יוצגו פתרונות אופטימיזציה והמלצות לשיפור מערכתי, שיבטיחו ניהול כוח אדם אפקטיבי, מאוזן ועמיד גם בשגרה וגם בחירום.



## 5. תובנות מחקריות

### 5.1. מסקנות מניתוח הנתונים והצלבה מול הספרות התיאורטית

בהתבסס על הממצאים האיקוטניים והכומוטיים מהמחקר (פרק 4), לצד התאמה לעקרונות שהוצעו בסקירה התיאורטית (פרק 2), גובש מודל יישומי חדשני לניהול אופטימלי של משאבי כוח האדם בטיענות הפטמי. המודל פותח כפתרון מערכתי כולל, המתמודד עם בעיות שורש בתהליך השיבוץ, תוך התחשבות במרכים המבצעיים, בייעדי הארגון ובמגבילות הקיימות. מטרת העל של המודל היא איזון אופטימלי של משאבי כוח האדם ומענה מיטבי לדרישות המבצעיות ויכולת להגיב לנסיבות משתנים, תוך עמידה בנהלים, שמירה על ההצלחות, שמירה על רווחת אנשי הצוות וצמצום כשלים תפעוליים. כמו הבעיות (תת פרק 3.2), גם כיווני הפעולה אינם ייחודיים ועלו בסקירה הספרותית כמאפיינים טיענות הפטמי. המודל נשען על גישה מתמטית מבוססת תכנון ליניארי (תת פרק 4.2), המשלבת גם עקרונות של מערכות תומכות החלטה - DSS (תת פרק 5.2.5). הוא מתחשב במגוון רחב של אילוצים, כגון רמות כשירות, זמינות, מגבלות רפואיות, שחיקה מצטברת, התאמות אישיות, וכן נהלים בנוגע לזמן מנוחה. פונקציית המטרה של המודל יכולה להיות מותאמת לפי צרכי הטיסת – מינימום עומסי יתר (אייזון משאבי), מקסימום תפוקה מבצעית, או שילוב בין שתי המטרות, בהתאם לתקופה וליעדים. לצורך שימוש המודל, נדרש מאגר נתונים דינامي שיירכו את כל המידע הנדרש עבור כל איש צוות. המאגר יכול Müdיע עדכני על כשירותות, שעות טיסה, היסטוריית פעילות, מגבלות זמינות והעדפות אישיות. נתונים אלו יוזנו לאלגוריתם שיבוץ, שיבצע המלצה שיבוץ חכמה אוטומטית לכל שימוש בטיסת. כמו כן, המערכת כוללת אפשרות לתכנון דינאמי מחדש, בזמן אמיתי, בהתאם לשינויים בשטח (היעדרויות או משימות בלתי'ם). רכיב נוסף וחשוב במודל הוא משק תומך החלטה למפקדים. רכיב זה יספק תМОנת מצב מלאה, ניתוח מגמות, פערים והמלצות פרואקטיביות לניהול נכון ויעיל של כוח האדם. המשק כולל הצעה לשיבוצים, הצפת פערים למול הנהלים (כגון: כשירות, זמינות, מנוחה) לאישור המפקדים, תМОנת מצב של כשירותות והתראה על כשירות שעומדת לפוג וכן לוחות בקרה ויזואליים המתעדכנים בזמן אמיתי, המחליפים את הcząר בסנכרון. המערכת תוכננה להיות גמישה ואיינטואטיבית, באופן שיאפשר בהמשך הרחבת הנטען של התקולה ואפשרות להטמעה גם ביחידות אחרות. יישום המודל צפוי לשפר את הייעילות הארגונית, להפחית טעויות אנוש, לחזק את כשרות הצוותים לאורך זמן, ולשפר את יכולת התגובה המבצעית של הטיסות באופן משמעותי ומדד.



## 5.2. פיתוח מודל יישומי

פיתוח המודל היישומי מבוצע בשלבים: שלב ראשוני (טוווח קצר) ובמהשך טוווח ביןוני וטוווח ארוך. בפרק 6 נתייחס לכל השלבים, אך בפרק זה נתמקד בשלב הראשוני, שאנו הוא ימומש בצורה מדורגת, תוך הטמעה הדרגתית של המערכת לצד שינוי תרבותי. על מנת להמחיש את המענה המוצע לצרכי הארגון, בהתאם לבניית הגנרטית שהוגדרה במתודולוגיה (תת פרק 3.3), בינו אב טיפוס בזורת Base44. יודגש כי אב הטיפוס הינו בסביבת ענן פומבית ולכן בוצעה "הלבנה" של התהליק (לחברת רחפנים אזרחית), אולם ההקבלה די ברורה ואין שינוי בלוגיקה). בפרק זה יוצגו עיקרי המערכת.

פירוט מלא של עקרונות השיבוץ נספח 16

פירוט מלא של תהליך השיבוץ המוצע נספח 17

תיאור מלא של המערכת, המבנה, המרכיבים והלוגיקה נספח 18

[קישור למערכת כוח אדם](https://app--skyward-ops-02d143a6.base44.app)

**הכנה תשתייתית של שירותי כוח אדם ("מארגן הנתונים הדינמי" תת פרק 3.3.3.3):**

ניהול כלל אנשי הצוות  
הנדרשים לתהליק  
הшибוץ. עברו כל אחד  
מרוכזות התקשורת  
הרפואית, השרות  
המקצועית והזמיןות.

**ניהול המשימות ("טבלת המשימות הგמישה" תת פרק 3.3.3.3):**

רכזו כלל המשימות  
(פנימיות וחיצונית)  
במקום אחד. עברו כל  
משימה יונחו כלל  
הפרמטרים הנדרשים  
להתקין השיבוץ.



## ותהליכי השיבוץ:

- מסכי השיבוץ**
- במערכת יאפשרו**
- בשלב הראשון לביצוע**
- шибוץ ידני בתמיכת**
- חוקי השיבוץ, כולל**
- התראעה על חריגות**
- מנהלילים ("ימנגנון")**
- התראות" תת פרק .(3.3.3)**

במשך המשך המשך יאפשר אישור / תיקון המלצות מודל האופטימיזציה על ידי הקה"דית, כגורם מבקר, והמפקדים, במקרים הנדרשים.

### מודל אופטימיזציה

המלצת השיבוץ המומוכנת מושמה באמצעות מודל אופטימיזציה, המבוסס אלגוריתם מעולמות חקר הביצועים, בהתאם למתודולוגיה שהוגדרה (תת פרק 3.4).

המודל מתאפייס תחילת לשלב התכנון המוקדם, תוך דגש על איזון עומסים.

- פונקציית מטרה

$$\min \left( \sum_i \left| \sum_{j,k} x_{i,j,k,r} \cdot d_{j,k} - W \right| \right)$$

על מנת לתת מענה למשימות דחופות בתיעוד גובה וכן לעיתות חירום, ובנחתה פונקציית מטרת חלופית :

- פונקציית מטרה חלופית

$$\text{Max} \left( \sum_k P_k \cdot \left( \sum_{i,j} x_{i,j,k,r} \right) \right)$$



על מנת לשקלל את 2 פונקציות המטרה, גובשה פונקציה מטרה משולבת, המאפשרת מתן משקלים לכל אחת מפונקציות המטרה, בהתאם לצורך:

- **פונקציית מטרה משולבת**

$$\max \left( \alpha \cdot \left( \sum_k P_k \cdot \left( \sum_{i,j} x_{i,j,k,r} \right) \right) - \beta \cdot \left( \sum_i \left| \sum_{j,k} x_{i,j,k,r} \cdot d_{j,k} - W \right| \right) \right)$$

בנוסף לפונקציות המטרה גובשו 9 אילוצים שהמודל מתייחס ומטפל בהם, המתיחסים לכל היבטים שהו צפוי, ובכלל זה כשירות, זמינות ושבות מנוחה.

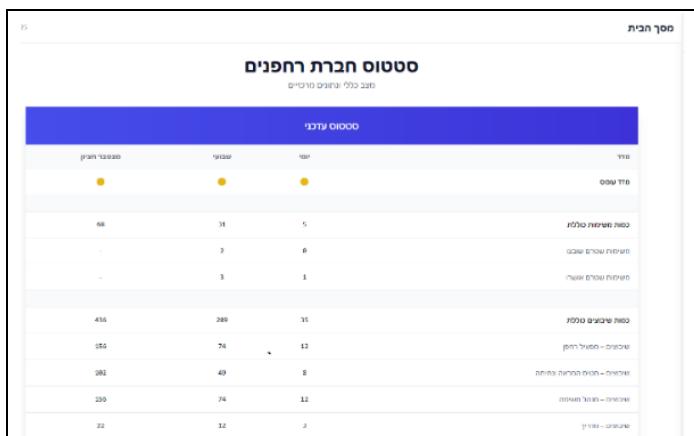
במקור, הכוונה הייתה לספק מספר המלצות שיבוץ, תוך מתן ניקוד לכל אחת מהן.

לאחר בוחנה מחדש של יסימות רעיון זה, עלה כי מימושו יהפוך את המערכת למורכבת ויקשה על הטעמה. לפיכך הוחלט כי יסופק שיבוץ אופטימלי אחד בלבד, שיחווה המלצה, אותה ניתן יהיה לאשר או לשנות. כל שינוי יבחן מחדש את העמידה בכללי השיבוץ ויתריע על חריגות.

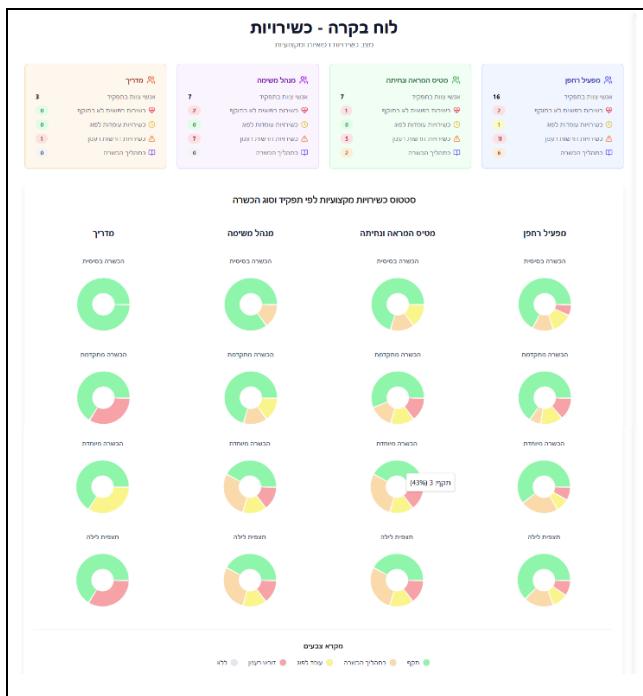
הפירוט המלא של אלגוריתם השיבוץ (לרבות הקבוצות, פרמטרים חיצוניים, משתני החלטה והמענה לאיוצים) [בנספח 29](#)

במטרה לספק תמונות מצב עדכנית ומלאה, גובשו מספר לוחות בקרה, בחתכים שונים.

#### לוחות בקרה:



חלק זה מיועד בעיקר לטובת דרגי הפיקוד, אך יכול לשמש את כלל הגורמים המעורבים בתהליך. הוא מרכז תמונות מצב עדכנית.



לוחות הבקרה מציגים  
טבלאות ניהול מרכזיות  
בחתכים שונים וכן תצוגות  
ויזואליות המתעדכנות בזמן  
אמת.  
מציגים עיקרי הCESSRIOOT,  
הшибוצים ועומסי כוח  
האדם.  
לוחות בקרה אלו יספקו  
מענה חלופי לצורך בסנכרון  
מתמיד.

### 5.3. ziehi atagrim, sicvonusim vodraci hahtagborot

במהלך פיתוח המודל ובנית אב הטיפוס של המערכת, זהה מספר אטגרים מרכזיים:

- (1) הטעמאות שינוי תרבותוני ארגוני במקביל להטמעת מערכת חדשה. (2) אינודאות תפעולית, בשל זמינות משתנה של כוח אדם, תיעוד דינמי של משימות וכניסת שימושות בלתי צפויות. (3) המערכת ומודל השיבוץ משתמשים על מגוון נתונים, בדגש על כוח האדם. (4) פערים קיימים בCESSRIOOT מגבלים את הגמישות בשיבוץ. (5) נדרשת הוכחה לפתרון בעיית העומסים כדי לייצר איזון, למנוע שחיקה וליצור אמון בתהיליך ובמערכת. המענה יהיה שקיפות ויצירת אמון: בסיס המערכת יעמוד מאגר נתונים רחב על פי יבוצעו השיבוצים תוך עמידה בכללים שנקבעו. שיבוצי המודל יהיו המלצה ויידרש אישור פרטני לכל המלצה. ניתן יהיה לקבל המלצה מחודשת בעקבות כל שינוי. יוצפו התרעות על כל חריגה מהנהלים, כשרות שעומדת לפוג או חוסר איזון בעומסים. לוחות בקרה בחתכים שונים יציגו תמונה מצב בזמן אמת לכל הגורמים המעורבים. מימוש הרשותיאן אפשר לכל משתמש לצפות בכל המידע הרלוונטי אליו בשקיפות מלאה.

### 5.4. sicvonusim towbenot vohmelatzot

בפרק 4 סקרנו את ניתוח כל הנתונים ורוכזו בעיות המפתח בתהיליך הקיימים.

המענה המוצע, שאמור לספק מענה לכל הבעיות, מורכב ממספר רכיבים:

- בסיס נתונים רחב המכיל את כל הנתונים הרלוונטיים לתהיליך השיבוץ.



- מודל שיבוץ המתבסס על אלגוריתם המספק אופטימיזציה תוך התחשבות בכללי השיבוץ שהוגדרו (בדגש על מודל האיווש, איזון עומסים וAILOCY כשירות זמינים).
  - תוכרי המודל, יהיו המלצה שתדרשו, לפחות בשלב הראשון, אישורים ידניים הן על ידי הקה"דית והן על ידי המפקדים. המערכת תספק גם התראות על כל חריגה מהנהלים וביעות זמינים, כשירות ואיזון בעומסים, על מנת למנוע טעויות אנוש.
  - בכל מקרה של שינוי (זמינים, שימושות חדשות או עדכון שימושות קיימות) ניתן יהיה לקבל מהמודל המלצות מעודכנות, שגם אותן יידרש לאישר.
    - לוחות בקרה יציגו את תמונה המצב העדכנית, בחתכים שונים לכל הגורמים, ובכלל זה כל השירותים, סטטוס ההצלחות וסטטוס איזון העומסים.
- תפיסת היישום ואב הטיפוס הוצגו למפקדים בשתי טיסות בטמי"מ וכן למפקדי יב"א (בנספח 20). ניתנה להם אפשרות להתרשם מהיכולות, לשאול שאלות ולתת התייחסות. המערכת זכתה לשבחים נלהבים ואף לציפייה לשלב המימוש. אב הטיפוס המחייב את הפתרון וספק בטחון ביכולת היישומית של המערכת ולא רק כמענה תיאורטי. כמו כן, עליה כי המחקר התייחס לכל בעיות השורש בתהליך השיבוץ ונתן להם מענה טוב, תוך איזון בין הצרכים והתייחסות למצב הפעולה השונים. העובדה כי תוכרי מודל האופטימיזציה הינם בוגר המלצה והשליטה נותרת ביחידה היחידה, תורמים לאמון, במערכת ומשאירים את תחומי השיליטה בידי המפקדים. מוטיב חוזר היה שבטייסות, המבוססת על טכנולוגיה מתקדמת ועומדות בעומסים מבצעיים, מתבקש שהפתרון יהיה טכנולוגי וمبוסס מודל מותמי (בניגוד לתהליכי הידניים הקיימים). "לא מדובר באיזה שדרוג טכני אלא בהצעה לתשתיות ניהולית חדשה שחסירה מאוד במרק".
- כמו כן, עלו מספר התייחסויות להמשך התהליך כגון הצורך בטמעה מדורגת במטרה לייצר אמון בתהליך החדש, הצורך לאפשר חוזה זמנית לתהליך הידני, ההשקעה הנדרשת בהדרכות, הטמעה לצד שינוי ארגוני-תרבותי, הצורך בשילוב גורמים רלוונטיים נוספים (אב"מ, אופ"ק) והמשך התמיכה והתחזוקה. נושאים אלו נלקחו בחשבון ויטופלו כחלק מתוכנו הפרויקט הן בטוווח הקצר והן בהמשך פרק 6.
- הוא גם הצורך במידדי בקרה שיוכלו למדוד את הצלחת המערכת באופן אמפירי. מדדים אלו גובשו בהתאם לקריטריונים להצלחה שפורטו בפרק 3.5 ומפורטים בנספח 21. גורמים בעלי ניסיון ציינו כי בהתאם לא רבות, המערכת תוכל להתאים גם לטיסות נוספות (מסוקים למשל) ויחידות נוספות בחיל האוויר (יחידת בקרה אווירית).



## 6. מסקנות והמלצות

### 6.1. סיכום ממצאים ומסקנות

כאמור, שיבוץ המצוות בטיענות בטמי"מ, נעשה ביום באפן ידני, ללא בסיס נתונים מלא המאפשר התחשבות בזミニות, כשירות ואילוצים אישיים, מה שוביל לטעויות חזרות, עומסים, פגיעה בכשירותות ואף בעינה לצרכים מבצעיים.

במהלך ניתוח הנתונים (פרק 4) זיהינו פערים מהותיים בניהול ושיבוץ כוח האדם המתבטאים בעומסים ולחיקה מצטברת, פער לשירות, חוסר סyncrho בין בעלי תפקידים, אי עמידה בנהלים ופערים בניצול כוח האדם מסווג שירות שונים. כמו כן, הוצפו תוצאות של אי-סדר, חוסר שקייפות, וחולקת נטל בלתי מאוזנת.

כדי להתמודד עם אתגרים אלו, גובשה תפיסת הפתרון (פרק 5) המספקת בסיס נתונים רחב של פרמטרים השונים הרלוונטיים לשיבוץ, מערכת ניהול התהליך כולל מקצה לקצה,לוחות בקרה ובמרכז מודל אופטימיזציה של השיבוץ לפי כללים מוגדרים מראש שיספק המלצות מटענדכנות לשיבוצים, בהתאם לצרכים המשתנים.

בפרק זה עוסוק במימוש של תפיסת הפתרון, באופן מדורג, תוך ביצוע תיעוד וחלוקת לטווחי זמן שונים בהתאם למטרות שהוגדרו לפROYKT (תת פרק 1.4) וכן בהתאם להתייחסויות שקיבלו מפקדי טייסות בטמי"מ ומפקדי יב"א (בנספח 20).

עבור הקритריונים להצלחה שהוגדרו בתחילת העבודה (תת פרק 3.5) גובשו מדדים כמותיים ויעדים שיוכלו למדוד את הצלחת הפרוייקט (נספח 21). יצוין כי לאור היעדר בסיס הנתונים היסטורי של משאבי כוח האדם בטיענות ומאפייניהם (כשירות וזמינות) לא יוכל לסמלץ את תוכאות המערכת למול נתוני העבר ומדידת השיפור תוכל להתבצע רק מרגע שנתחיל בהטמעת המערכת, בסמוך להטמעת כל שלב.

הפרויקט יפותח במתודולוגיה Agile, המאפשרת עבודה בקצבים מהירים, מתן תוצרת בינים התומכים בתהליך העבודה ומשפרים אותו (בהתאם לאלוצים, תלויות ותיעוד), באופן המאפשר יישום מהיר של ערך תפעולי כבר בשלב הראשון, תוך הקטנת סיוכנים והתנגדויות בשטח. כל שלב מוסיף עומק ויכולות, ומאפשר ניהול משאבייעיל. בסיום השלב הראשון המערכת תיתן מענה לכל בעיות השורש שהוצעו ונינתן יהיה לבחון את הדרכים להרחבת המערכת בטוחה הבינוני והארוך הן בהיבטי תכולה (למשל פיתוח מעשיקים למערכות אחרות, הרחבת סוג כוח האדם שישובץ ושיבוץ אלמנטים נוספים בתהליכי) והן בהיבטי הרחבת הפרישה (לטייסות וליחידות נוספת).



## 6.2. המלצות לטוווח הקצר

על סמך ניתוח הביעות בוצע פירוק של מרכיבי תפיסת הפתרון שגובשה לרכיבים ובוצע **Impact–Effort**. בהתאם לתוצאות נבנתה מטריצת Impact–Effort. פירוט תיעודוף מבוסס ניתוח Impact \ Effort \ [בנספח 22](#).

בהתאם למתודולוגיית Agile נשאף להתחיל לשחרר למשתמשים תוכרים בשלב מוקדם ככל האפשר, כאשר כל רכיב כזה אמור להכיל את ה **MVP** ( **Minimun Value** – התכולה המינימלית שספקת ערך נוסף למשתמש ולתהליך העבודה) . הרכיבים בהם נתחילה הפיתוח הינם אלו שעלו בתיעודוף כ **Quick Wins** כלומר מינימום השקעה שתספק מקסימום השפעה.



בנוסף לכך יש לנקח בחשבון אילוצים נוספים כגון תלות בין רכיבים. כאשר כל תכולה כזו תוטמע מיידית על מנת לבחון את השפעתה בסביבה המבצעית האמיתית ולקבל משוב מהמשתמשים.

תכולת השלב הראשון, פיתוח של חצי שנה, הינה מחד "רזה" יחסית, אך מאידך חייבות לכלול את המינימום הנדרש על מנת לתמוך טוב לככל הביעות שעלו בניתוח, בהם התמקד גם פרק 5. מיקוד המאמץ בטוווח הקצר :

- **התמקדות תהיה בטיעסט בטמ"מ 320**, המתמקדת בהכשרות ויש בה פחות המשימות מבצעיות. התחלת בטיעסט זו תבנה את האמון לטיעסט נוספות בהמשך.
  - **шибוץ משאבי כוח אדם בלבד**, ולא משאביים נוספים הנדרשים לביצוע המשימות.
  - **шибוץ צוות הטיסה בלבד**, ללא משאבי כוח אדם נוספים הקיימים בטיעסט.
- **רכיב ניהול צוות הטיסה** – כולל מיפוי כל הנתונים הנדרשים לתהליכי השיבוץ עבור כל אנשי הצוות מכל סוג של שירותים (לרובות כשירות מקצועית ורפואית, זמינות והעדפות אישיות). רכיב זה עומד בסיס המערכת וכל יתר הרכיבים



תלויים בו. קיומו של הרכיב, התלו依 בשלב ראשון בעדכון ידני של הנתונים הבסיסיים, יכול לסייע כבר במצב הקיימים (אפילו בעת העבודה בExcel ידני) וככל שיתקדם פיתוח יתר הרכיבים), התועלת בו תעליה. כאמור, בשלב זה הרכיב יתבסס על עדכון ידני.

- **רכיב ניהול המשימות** – רכיב זה כולל את המשימות כפי שהתקבלו מהמטרה או משימות פנימיות של הטיסת (אימונים, הכשרה והדרכה). גם משימות אלו, שיוזנו תחילת ידנית, יהוו את הבסיס לתהליכי השיבוץ.
- **רכיב ניהול השיבוץ** – רכיב זה יפותח בהדרגה, תוך הוספת תכולה ועומק:
  - רכיב שיבוץ ידני, כתחליף לExcel (נדרש ממילא בהמשך).
  - תמייחת כלילי השיבוץ והצפת חריגים.
  - מסך אישור מפקד.
  - בהמשך שילוב אלגוריתם שיבוץ "חכם" – פירוט בנפרד.
- המיקוד יהיה בנתונים ובתהליכי העבודה, **לא ממשקים** למערכות נוספות, שיטופלו, בהתאם לтиיעודו בשלבים הבאים.
- **לוחות>bקרה** יתמקדו במינימום הנדרש לטובת שיבוץ צוות הטיסה בהתאם לצרכי כל בעלי התפקידים: לוח איווש יומי, לוח איווש שבועי, ריכוז נתוני כשירות, ריכוז נתוני עומסים, ריכוז חריגות. גם כאן, ניתן יהיה להרחיב בהמשך בהתאם לтиיעודו.
- **שילוב אלגוריתם שיבוץ "חכם"** מבוסס מודל אופטימיזציה במחקר ביצועים. תוכרי המודל ישתלבו ברכיב ניהול השיבוץ וייהו מערכת תומכת החלטה (DSS), ככלומר המלצת שיבוץ שתחייב אישור גורם אנושי (קה"דיות).
- לאור העובדה כי במקביל להטמעת המערכת יחולו גם שינויים ארגוניים ותרבותתיים, מעבר לפיתוח הרכיבים תידרש גם השקעה נוספת בתהליכי:
  - הדרכות לקה"דיות וליתר משתמשי המערכת, הכוללת תרגול מקרי בוון.
  - הטמעה וליווי של המערכת בתקופה הראשונה לכל גרסה.
- בקרות על תהליכי ההטמעה ועל עמידת המערכת במדדי ההצלחה שהוגדרו וכן **איסוף** תשובות ודרישות לביצוע התאמות.



## **6.3. המלצות לטווח הבינוני והארוך**

בטווח ביןוני (שנה – שנה וחצי) ובטווח הארוך (כשנתיים ומעלה) ניתן יהיה להרחיב את המערכת בהיבטים שונים. להלן המלצות להמשך פיתוח, פרישה והעמקת השימוש:

### **משקדים למערכות ארגוניות קיימות**

- בניית משקדים אינטגרציה עם מערכת כוח האדם בצה"ל (מבוססת SAP וכוללות פרטי כוח אדם, הכשרות וזמן).
- בניית משקדים אינטגרציה עם מערכת הרפואה בצה"ל (מבוססת CPR לטובת סנכרון התקשורת בלבד ולא מידע רפואי) – טווח זמן ביןוני/ארוך.
- בניית משקדים אינטגרציה עם המערכת המבצעית של חיל האוויר המנהלת את הפ"ם לטובת סנכרון המשימות – טווח זמן ביןוני.
- בניית משקדים אינטגרציה עם מערכת הלוגיסטיקה בצה"ל (מבוססת SAP וכוללות כלים ומלאים לפי סוג של שימושים, מערכות ודלק) – טווח זמן ארוך.

### **הרחבת מגוון המשאבים**

- הרחבת למשאבי כוח אדם נוספים בטטייסת (טכנאי מערכות, טכנאי לוגיסטיקה, טכנאי שימוש ועוד) – טווח זמן ביןוני.
- הרחבת לשיבוץ רכיבים נוספים הנדרשים לביצוע המשימות (כלים, קרונות, סימולטורים, דלק, מערכות, שימושים ועוד) – טווח זמן ביןוני/ארוך.

### **התאמה והטמעה ביחידות נוספות**

- טטייסות כטמ"ם נוספות – טווח ביןוני.
- טטייסות נוספות (לא כטמ"ם) בחיל האוויר – טווח ארוך.
- יחידות נוספות בצה"ל (לי"א, איסוף, בקרה, לוט"ר) – טווח ארוך (בהתאם ליעודו).

### **שדרוג יכולות המערכת**

- פיתוח Dashboard מתקדם רוחבי ברמת המערכת – טווח ביןוני.
  - פיתוח Dashboard מתקדם רוחבי ברמת חיל האוויר – טווח ארוך.
- המלצות אלו דורשות השקעה נוספת בפיתוח ובשיתוף פעולה בין יחידות שונות. על מנת לממש המלצות אלו ידרשו תיעוד, תקצוב והשקעה נוספת בתכנון ומחקר, אך הן עשויות להוביל לשיפור משמעותית במוכנות חיל האוויר להתרומותددות עם ארגרי העתיד.



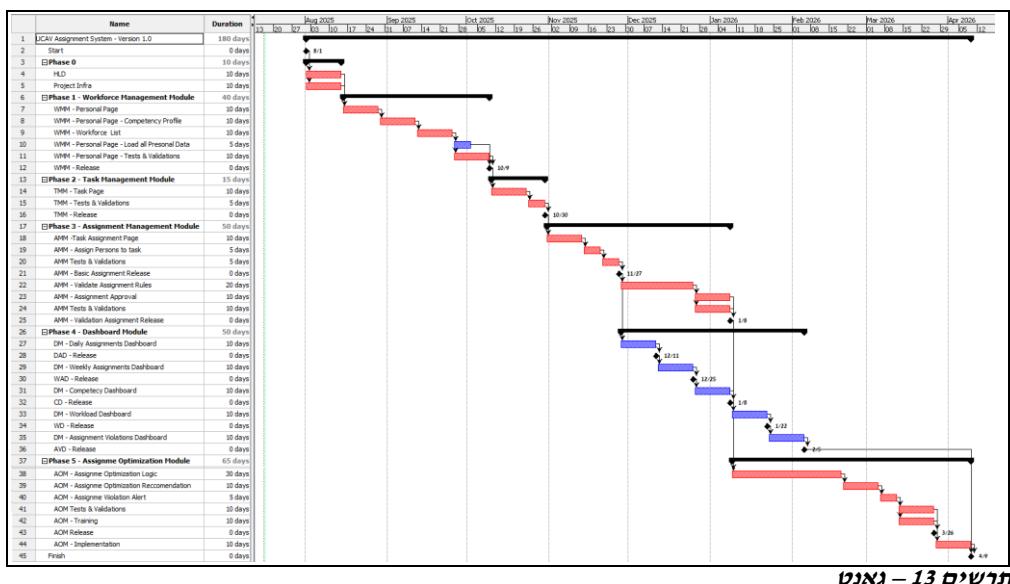
#### 4.4. תכנון משאבים ולוח זמנים

על מנת לפתח את המערכת באופן מיטבי הוגדרה תכולה ראשונית שאמורה להביא תועלות משמעותית כבר בטוחה הזמן הקצר (תת פרק 6.2), תוך גיבוש המלצות להמשך התפתחות המערכת בטוחה הזמן הבינוני והארוך (תת פרק 6.3).

עבור השלב הראשון גובשה תוכנית פעולה מפורטת (תת פרק 5.2) הכוללת אלגוריתם מלא לביצוע אופטימיזציה בייצור שיבוץ אוטומטי וכן בניית אב טיפוס באמצעות Base 44 המכיל למעשה אפיון מלא של שלב זה במערכת וממחיש באופן מפורט את התכוונה ואופן הפעלת המערכת. תוצר זה הוגן למשתמשים נבחרים וזכה לתגובה של להבות וייצר ציפייה לקראת פיתוח המערכת (בנספח 20).

המערכת תפופה במתודולוגיית Agile המאפשרת התקדמות בספרינטים קצרים בני שבועיים, יצירת מוצר ביינים עם ערך נוסף לתהילה ולמשתמשים שיוטמעו באופן מדורג. הטמעת כל מוצר ביינים מאפשר כניסה מדורגת של משתמשים, ליווי פרטני, קבלת משובים וביצוע שיפורים. בכל ספרינט חלק זמן הפיתוח יוקצה לתיקונים, התאמות ושיפורים בתוצרים שכבר סופקו. בשלב האחרון והקריטי בפרויקט (שילוב מודל האופטימיזציה) תבוצע תוכנית מפורטת להדרכה והטמעה.

להלן גאנט הפרויקט כולל פיתוח והטמעת השלב הראשון של המערכת:



תיעסום 13 – גאנט



#### ניתוח סיכונים ברמת משימה

תרחישי קיצון	רמת סיכון משוקל	הסתברות (1-5)	חוمرة (1-5)	משימה
-	1	1	1	יעצב העל והקמת תשתיות הפרויקט
התנגדות הכה"דיות להזנה ידנית בשלב הראשון	12	3	4	מודול ניהול עובדים
מייפוי נתוני כוח האדם לא יהיה שלם / עדכני	8	2	4	מודול ניהול עובדים
התנגדות הפקמ"ציות להזנה ידנית בשלב הראשון	8	2	4	מודול ניהול משימות
התנגדות הכה"דיות להטמעת המערכת	10	2	5	מודול ניהול שיבוצים
התנגדות המפקדים להטמעת המערכת	10	2	5	מודול ניהול שיבוצים
חוסר אמון במערכת	8	2	4	מודול ניהול שיבוצים
דרישה לתוספות ושינויים	4	4	1	לוחות בקרה
פערים קיימים בקשריות יקשו על מענה מיטבי בשיבוץ	10	2	5	שילוב מודל אופטימיזציה
לא יינתן מענה מיטבי לשינויים תכופים ולא צפויים במשימות	10	2	5	שילוב מודל אופטימיזציה
חוסר אמון במערכת	9	3	3	שילוב מודל אופטימיזציה
התנגדות המפקדים להטמעת המערכת	9	3	3	שילוב מודל אופטימיזציה
התנגדות הכה"דיות להטמעת המערכת	6	3	2	שילוב מודל אופטימיזציה
-	1	1	1	הdroctot
התנגדות להטמעת המערכת בשל השינוי התרבותי המבוצע במקביל	12	4	3	הטמעה
חוסר אמון במערכת	9	3	3	הטמעה

טבלה 4 – ניתוח סיכונים ברמת משימה

פירוט ניהול הסיכונים הכללי ודרכי התמודדות בנספח 23



כפי שניתן לראות מהגאנט משך השלב הראשון של הפרויקט הינו כ 8 חודשים, כאשר כבר לאחר פחות חודשים (!) מסופק תוכר ראשוני ממשועוטי – רכיב לניהול צוות הטיסה, המספק נתונים כוללים אודוט כל חברי הצוות ונתונים אודוט הזמינות והכשרות של כל אחד מהם. מחסור במידע זה הוחז כפער המרכזי במצב הקיים. בהתאם לתכנון (תת פרק 1.4.4) הוקצה לטובת הפרויקט תקציב הקמה של מיליון ש"ח (כולל תשתיות) ותקציב תחזקה שנתי, שיאפשר תמיכה ותחזקה. הפיתוח יעשה על ידי יחידת אופק של חיל האוויר ולאור חשיבות הפרויקט הוא יקבל את הקצתה כוח האדם הדרושים לשם כך (ראש צוות ו 3 מפתחים, לפחות 8 חודשים בשלב זה).

בוצע ניהול סיכון לפרויקט, לרבות גיבוש דרכי התמודדות עם כל אחד מהסיכוןים. מעבר לכך שכבר פורט בנספח זה, יגובש צוות מומחי יישום, הכולל נציגים של כל סוג המשתמשים. משתתפי הפורום ישתתפו בפגישה אחת לשבועיים, יוצגו להם התוצרים המתוכננים והם יוכלו להתרשם ולהשபיע. הם גם יחשפו לראשונה לתוצרי הבניינים ויסיעו בבדיקות ובהטמעה וישמשו "סוכני שינוי".

#### פירוט ניהול הסיכון הכללי ודרכי התמודדות [בנספח 23](#)

### **6. כיווני מחקר עתידיים**

את כיווני המחקר העתידיים ניתן לחלק ל 2 קבוצות עיקריות.

#### **הרחבת תכלה עתידית**

במידה ותתועד הרחבת מודל השיבוץ גם לסוגי כוח אדם נוספים או סוגים משאבים נוספים, יידרש להתאים את מודל השיבוץ (האלגוריתם) לצרכים החדשניים. כמו כן, במקרה של הרחבת הטעמאות המבוססת ליחידות נוספות, תידרש בדינה של התאמות המודלקיימים לסוג יחידה (למשל במקרה של קביעת קритריונים אחידים לכל טיפosit הכתמי"מ) או ביצוע התאמות נדרשות לצרכים השונים.

#### **SHIPOR TAHILIC SHIBOZ VAKBLET HACHALOT**

בדינה של שילוב יכולות שיבוץ מבוססות בינה מלאכותית (AI) או למידת מכונה (ML) לטובת שיפור תהליכי השיבוץ המוצע (אלגוריתם מבוסס אופטימיזציה) והרחבתו לתחומים נוספים. כמו כן ניתן לבחון האם וכייד כלים אלו יכולים לחזות עומסים וכשלים בהתבסס על ניסיון העבר ולסמן מושימות / ימים בעיתיותם, שידרשו אישור גם בהמשך, בעודם מתקיימים. כמו כן ניתן לבחון האם וכייד כלים אלו יכולים לחזות עומסים וכשלים בהתבסס על ניסיון העבר ולסמן מושימות / ימים בעיתיותם, שידרשו אישור גם בהמשך, בעודם מתקיימים. בנוסף בנסיבות מסוימות (שאינם חריגות או בסתירה לנוהלים) יכולים לקבל תוקף גם ללא צורך באישור גורם אנושי.



## רפלקציה

### **רפלקציה אישית – נדב פירמן שטרן**

פרויקט הגמר התמקד בפיתוח מערכת אופטימיזציה להמלצת שיבוץ תומכת החלטה של כוח אדם בטיענות כטמ"ם, המשלבת אלגוריתם מתקדם עם משק אינטראקטיבי בזמן אמת. בנוסף אליו, שהגעתי לא הכרות עם תחום הכתטמ"ם, שני חברי הצוות הנוספים הינם קצינים ותיקים בחיל האוויר, אחד מהם סגן מפקד טיסת כטמ"ם. בשל המלחמה, חברי נדרשו למלא תפקידים קריטיים בשטח, והאחריות על הובלת וביצוע מרבית שלבי הפרויקט עברה אליו. האתגר המרכזוי היה כפול – לימוד תחומי מקצוע חדש לחלוון ותלות במידע ומשמעותם של חברי הצוות עם זמינות נמוכה, לצד הבטחת הסטנדרט הגבוה הנדרש לפרויקט.

**ישום החומר התיאורטי שנלמד בתואר** – הפרויקט היה הזדמנות טוביה ליישם בפועל עקרונות ו כלים שלמדתי במהלך לימודי התואר בהנדסת תעשייה וניהול. שילבתי ידע מתחומיי מחקר ביצועים, ניתוח נתונים, תכנון מערכות ושיפור שיטות, והשתמשתי בהם לבניית מודל אופטימיזציה המאזן בין מטרות מנוגדות – כמו ניצול משאבים מיטבי מול מנוחה מספקת לצוותים – תוך התחשבות בדרישות ומגבלות מבצעיות. תהליך זה חייך את ההבנה שלי כיצד ידע אקדמי הופך לכלי פרקטטי בעל השפעה ישירה על תהליכי קבלת החלטות, ובא לידי ביטוי בפתרונות אלגוריתם, ששימש כבסיס לפתרון המערכתתי שלו.

**שימוש בכלי AI** – על מנת להמיץ ללקוח (מפקדי הטיסת) את מהות הפתרון ואת השימושתו, בניתי באמצעות Base 44, משק אינטראקטיבי המדמה באופן מלא את תפקוד המערכת, לרבות כלל תהליכי העבודה ולוחות בקרה מרכזיים באופן שמאפשר למפקדים לראות בזמן אמת את סטטוס השיבוצים והכשרויות, לקבל התראות על חריגות, ולאשר המלצות שיבוץ בהתאם לתיעודם מבצעי. כלי זה סייע לקבל משוב מהמפקדים בשטח על הפתרון שבנינו.

**הבנת דרישות הלקוח וקבלת משוב** – ראיונות שבוצעו עם בעלי תפקידים מפתח בטיסת סייעו להבין את תהליך העבודה ואת הביעות המרכזיות במצב הקיימים. במהלך הדרך הידע של סגן מפקד טיסת כטמ"ם שהיה חלק מצוות הפרויקט אפשר לדijkן את ניתוח הנתונים והן את הפתרון המוצע. כמו כן, המשובים שהתקבלו בסיום התכנון אפשרו לבצע התאמות ושיפורים, ולודא שהמערכת לא רק נכונה מבחינה טכנית, אלא גם נגישה, ברורה ושימושית עבור מבעלי החלטות. **סיכום** – הפרויקט היה עבורי חוות מעצבת של במידה עצמאית, הובלה ועמידה בתנאים. הוא התקיים בעיצומה של מלחמת חרבות ברזל, כאשר הרכבים המבצעיים של חיל האוויר היו בשיאם וייעוד הפרויקט היה קריטי מתמיד. אני גאה שיכולתי לתרום לכך'ל ולהילחם באוויר בפרט בשעה קשה זו, ולספק כלי שמייעל תהליכי עבודה ומסייע בשיפור העמידה בנסיבות מבצעיות.



## רפלקציה אישית – איליה יעקובלב

כבר מהשלבים הראשונים של התואר ידעת שכחגיגי לפרויקט הגמר, אני רוצה לבחור נושא שהיהה קרוב לעשייה שלי בצבא, שהוא שלא יישאר רק ברמת התיאוריה אלא שאני יוכל גם להשפי בפועל. הנושא של אופטימיזציה של ניהול משאבי כי"א בטיסות הוא חלק מהעולם ואני חי ביום יום ופגש אותו בדילמות כמפקד מדי יום מול פקודי ואנשי, אומר שבתקופה רגילה הוא חשוב ובתקופה של מלחמת "חרבות ברזיל" הוא הפך לクリティי ממש.

השילוב בין הידע המבצעי שלי לבין הכלים ההנדסיים והמודולוגיות שרכשתי בלימודים נתן לי יתרון משמעותי כאשר הגיעו לנוasha עם הבנה מעשית של המצב בשטח כמו: האילוצים, הצריכים, נקודות התורפה ועם היכולת להסתכל עליו דרךUDAהנדסית מסודרת.

בנינו בצוות תחילה עבודה שילב ניתוח איקונטי של תצפיות, ראיונות והיכרות עם התהילכים בפועל יחד עם ניתוח כמותי וכליים מחקר הביצועים. כאשר בקצת המטרה הייתה אחת והוא לייצר מודל שמאזן בין דרישות מבצעיות, זמינות כשירות, עומסי עבודה ושותפה, ומאפשר שיבוץ מדויק ויעיל יותר של כוח האדם.

היחוך בעבודה זו מבחינת הינה בכך שהיא ה壯בעה בזמן אמיתי, במקביל לפעילויות מבצעיות אינטנסיבית ושינויים תכופים והפערים שעלו במחקר לא היו בשבייל רק מספרים בטבלה, אלה היו מצבים שאני מכיר אישית, שראיתי קוראים ואפלו השפיעו עלי בrama האישית. הידעעה שהפתרון שגיבשנו יכול להקל על המצב ולשפר את הפעילויות המבצעית נתנה לי תחושת משמעותית לאורך כל הדרך.

מעבר לתוצאה עצמה, התהילה לימד אותי המון על איך לגשת לבעה מרכיבת ולפרק אותה לחלקים, לנתח אותה לעומק ולתרגם את המסקנות עד לכדי פתרון שמיישמים בפועל. מבחינת, זו לא נקודת סיום, אלא רק שלב ראשון בתהליך ארוך יותר. אני רואה פוטנציאל להרחב את המודל, להתאים אותו למערכות נוספים, ולשלב אותו כחלק מהעבודה השוטפת במערכות המבצעיות בפועל כך שהתרומה תימשך הרבה לאחר מכן של פרויקט האקדמי הסתיים.

בסוף דבר, עבורי זו לא הייתה רק עבודה לתואר אלא זו הייתה הזדמנות להוכיח איך מהנדס תעשייה וניהול, עם הבנה מבצעית מהשטח, יכול לייצר פתרון שמציל זמן, חוסך משאבים ומשפיע ישירות על הצלחת המשימה.



## רפלקציה אישית – פלאג קרן

פרויקט הגמר מהוות אבן דרך משמעותית בדרכו של סטודנט בתואר הנדסה, אליה הוא מגיע בשל לאחר צבירת הכלים והידע אותו הוא רכש באربع שנים לימודיו.

מבחינתי נושא הפרויקט היה מובן מآلוי מתחילת הדרך, ידעתי שאני מעוניין לקדם נושאים הבוערים בחיי היום יום שלי בעשייה הצבאית ביחידה.

עיסוק בניהול וטיפוח משאבים הינו תחום אשר עסكتי בו רובה בניהול סידור עבודה של שירותים ביום, תחום מורכב ודינامي.

ההגעה ועיסוק בפרויקט הנ"ל לאחר צבירת הניסיון הרבה תרם רבות לחבר הוצאות וליבנית הצללים, האילוצים ושיטות יצירתיות למציאת حل פתרונות אופציונליים.

תקופת הפרויקט תפסה אותי בעיצומו של תהליך המוכנות למערכת 'עם לביא', דבר אשר העלה אתגרים רבים בניהול משאב הזמן במיוחד ביכולת לייצר מופעי עבודה משותפים.

למදנו יחד את הערך בחלוקת משימות בראייה מרחיבה תוך מפגשים קצרים וממוקדים שמטרתם אינטגרציה וחיזון חוזר.

הקדשו זמן רב בתחום הדרך לתכנון ראשוני מורחב ועמוק שהתרבר כהצלחה, חסך לנו הרבה שאלות במעלה הדרך מכיוון ש מרבית התשובות נחקרו וניתנו בתחום.

נחפתי לתוכנות, אלגוריתמים ושיטות חדשות אשר הרחיבו את זווית הראייה הנו בפרויקט והן ביכולת לשלב חלק מהם בעשיית היום יום ולשפר תהליכי קיימים.

אני מסכם את התהליך כהצלחה, הדגיש עבורי את חשיבות תפקיד מהנדס תעשייה וניהול בתהליכי ליבת בארגונים.

התהליך היה לא פשוט ורובי אתגרים, אך התוצר הסופי היה שווה את ההשקעה.



## ביבליוגרפיה

1. Albrecht, S., Breidahl, E., & Marty, A. (2018). Organizational resources, organizational engagement climate, and employee engagement. *Career Development International*, 23(1), 67–85.  
<http://emerald.com/cdi/article-abstract/23/1/67/46243/Organizational-resources-organizational-engagement?redirectedFrom=fulltext>
2. Allu, S. R., Bhaumik, A., Ramakrishna, A., Lakavat, M., Allu, H., & Chandini, S. (2024, July). A critical review of resource allocation optimization in project management. *Lincoln University College*.  
[https://www.researchgate.net/publication/382049201\\_A\\_Critical\\_Review\\_of\\_Resource\\_Allocation\\_Optimization\\_in\\_Project\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/382049201_A_Critical_Review_of_Resource_Allocation_Optimization_in_Project_Management)
3. Evler, J., Asadi, E., Preis, H., & Fricke, H. (2021). Airline ground operations: Schedule recovery optimization approach with constrained resources. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 128, 103129.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X21001480?via%3Dhub>
4. Fernando, A., Niwunhella, H., Wickramarachchi, R., & Nanayakkara, J. (2020). Optimization models in aircraft assignment and airline disruption management: A systematic review of literature. *ResearchGate*.  
[https://www.researchgate.net/publication/349883417\\_Optimization\\_Models\\_in\\_Aircraft\\_Assignment\\_and\\_Airline\\_Disruption\\_Management\\_-\\_A\\_Systematic\\_Review\\_of\\_Literature](https://www.researchgate.net/publication/349883417_Optimization_Models_in_Aircraft_Assignment_and_Airline_Disruption_Management_-_A_Systematic_Review_of_Literature)
5. Herekoğlu, A., & Kabak, Ö. (2024). Crew recovery optimization with deep learning and column generation for sustainable airline operation management. *Annals of Operations Research*, 342(1), 399–427.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-023-05738-z>
6. Królikowski, H. (2022). The use of unmanned aerial vehicles in contemporary armed conflicts: Selected issues. *Politeja*, 19(4), 17–34.  
<https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=1095225>



7. Li, H., Santos, C. A., Fuciec, A., Gonzalez, T., Jain, S., Marquez, C., Mejia, C., & Zhang, A. (2019). Optimizing the labor strategy of a professional service firm. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 66(3), 443–458.  
<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8396281>
8. Liu, B., Wang, S., Li, Q., Zhao, X., Pan, Y., & Wang, C. (2023). Task assignment of UAV swarms based on deep reinforcement learning. *Drones*, 7(5), 297.  
<https://doi.org/10.3390/drones7050297>
9. López-Pintado, O., Dumas, M., & Berx, J. (2024). Discovery, simulation, and optimization of business processes with differentiated resources. *Information Systems*, 120, 102289.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437923001254>
10. Ouyang, W., & Zhu, X. (2023). Meta-heuristic solver with parallel genetic algorithm framework in airline crew scheduling. *Sustainability*, 15(2), 1506.  
<https://doi.org/10.3390/su15021506>
11. Öz, T. (2025). Evaluating crew fatigue management strategies in aviation: A fuzzy DEMATEL approach. *Istanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(52), 111–145. <https://dergipark.org.tr/en/pub/itucusbe/issue/92933/1579872>
12. Pan, C., & Liu, M. (2021). Optimization of intelligent logistics supply chain management system based on wireless sensor network and RFID technology. *Journal of Sensors*, 2021, Article 8111909.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2021/8111909>
13. Sanders, K., Nguyen, P. T., Bouckenooghe, D., Rafferty, A. E., & Schwarz, G. (2024). Human resource management system strength in times of crisis. *Journal of Business Research*, 171, 114365.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296323007245>
14. Schrottenboer, A. H., Weneker, R., Ursavas, E., & Zhu, S. X. (2023). Reliable reserve-crew scheduling for airlines. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 178, 103283.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554523002715>



15. Tan, J. F. P., Cairo, K. N. A., Dimaunahan, L. L. P., Garcia, J. S., Gumba, J. P. C., Lucido, M. M. P., Mendoza, N. C. A., Par, L. R. C., Santos, C. L. J. F., & Del Rosario, M. S. G. (2024). The role of flight dispatchers: Analysis of workload balancing of scheduled domestic flights at the airport in Pasay City. *International Journal of Multidisciplinary Research in Governance and Emerging Technologies*, 5(3), 366–379.

[https://www.allmultidisciplinaryjournal.com/uploads/archives/20240718151025\\_C-24-70.1.pdf](https://www.allmultidisciplinaryjournal.com/uploads/archives/20240718151025_C-24-70.1.pdf)



## נספחים

### 1. בעלי תפקידים בטיסת בטמי"מ

- **מפקד הטיסת** - כל טיסת היא ייחידה בפני עצמה בראשה עומד קצין בדרגת סגן-אלוף אשר במקומו איש צוות אויר (מבצע לטמי"מ או טיס). מפקד היחידה כפוף פיקודית למפקד הבסיס (דרג אל"ם/תא"ל) אך בפועל מבצעית ישירות על ידי המטה המבצעי של חיל האוויר.
- **סגן המפקד טיסת (סמ"ט א')** - בכל טיסת יש סגן מפקד ייחידה (רס"ן) שהוא במקומו איש צוות אויר (מבצע לטמי"מ או טיס) במקומו ותפקידו נמצא כל גף טיסה (מחלקת מבצעים, מחלקת הדרכה, מבצעי בטמי"מ בסדייר ובמייל).
- **סמ"ט ב' להדרכה** - קצין בדרגת רס"ן, איש צוות אויר (מבצע לטמי"מ או טיס). הקצין אחראי על מחלקה הדרכה שאחראית על בניית תוכנית אימונים,ימי אימון, השרות, ביצוע סימולטורים תקופתיים, ניהול וшибוץ אנשי צוות למשימות, ניהול הלוי"ז של הטיסת, ניהול הכספיות האווירית של מבצעי הטעמי"מ בטיסת, ניהול כשירות רפואית תעסוקתית ועוד.
- **סמ"ט ב' למבצעים** - קצין בדרגת רס"ן שבמקומו איש צוות אויר (מבצע לטמי"מ או טיס). הקצין אחראי על מחלקה המבצעים שאחראית על ביצוע ומימוש הפעולות השוטפת של הטיסת אימונים ומבצעי, אחראי על תכנון פקדות מבצעיות ואיסוף מודיעין. כמו כן הוא הגורם המקשר לגוף הטכני של הטיסת, ועביר אליו את הדרישות להכנות המטוסים למשימות השונות.
- **מפקד גף מערכות** - קצין בדרגת רס"ן, מבצע לטמי"מ במקומו שאחראי על קליטת מערכות חדשות לטיסת (מטוסים/קרונוט) והטמעת הידע התפעולי ביחידה.
- **קצין טכני** - קצין בדרגת רס"ן אשר במקומו טכני מטוסים והוא אחראי על אחזקת המטוסים באופן שוטף והכנות למשימות השונות, תפקידו נמצא כל הגוף הטכני של הטיסת כולל טכניים אשר אחראים על אחזקת המטוסים.
- **שלישות** - בכל טיסת קיים גף שלישות אשר אחראי על ניהול על ניהול משאבי האנוש, זימון אנשי מילואים, טיפולenganim, לוגיסטיקה תזונה וניקיון.



- **מטה מבצעי חיל האוויר** - הוקם אחראי שינוי ארגוני בשנת 2014, אחראי על הפעלה המבצעית של כוחות חיל האוויר, ובראשו עומד תת-אלוף המכונה רמ"א (ראש להק מבצעי במטה חיל האוויר). הוא מרכיב ממספר מחלקות שונות האחראיות על משימות שונות של חיל האוויר והוא מפעיל את השדה (בסיסים וטייסות) על ידי הורדות פ"מ (פקודות מבצעיות) אשר מתכילות את המשימה, דרישות מיוחדות למוטסים או לצוותים, מודיעין למשימה, ערכאי תקשורת, בקרה אווירית, דגשים ועוד. הפ"מ נכתב על ידי קצינים אשר לרוב במקצועם מפעילי כטמ"ם או טייסים אשר מ מלאים תפקידי הצבת חירום במטה.



## פירוט ניתוח SWOT

.2

### חווקות (Strengths)

- **מקצועיות והתקצועות גבוהה** - אנשי צוותי הטיסה בטיסות הפטמ"ם עוברים הכשרה ייודית ומעמיקה, המאפשר להם יכולות גבוהות בניהול משימות מורכבות.
- **רציפות תפקודית** - הפטמ"ם מאפשר הפעלת צוותי טיסה לאורך זמן ללא מגבלות פיזיות של טיסה מאוישת.
- **שימור ידע וניסיון** - ריבוי מבצעים ופעילותות מבצעיות מאפשר צבירת ניסיון מבצעי רב ושימורו לאורך זמן.
- **יכולת הסתגלות וगמישות מבצעית** - צוותי הטיסה יכולים להפעיל הפטמ"ם במספר זירות במקביל ולהציג במהירות לשינויים מבצעיים.
- **שיתוף פעולה בין-זרועי** - טיסות הפטמ"ם משתפות פעולה עם כוחות יבשה, מודיעין וגורמים נוספים, מה שוגבר את האפקטיביות המבצעית.

### חולשות (Weaknesses)

- **עומס מבצעי גבוה** - צוותי הטיסה נדרשים לעובדה אינטנסיבית, מה שעלול לגרום לשחיקה.
- **מחסור בכוח אדם מיומן** - הכשרה של מפעילי הפטמ"ם אורכת זמן רב, וקיים קושי לשמור כוח אדם איקוטי.
- **תלות בטכנולוגיה** - תקלת טכנית עלולה להשיבת פעילות ולפגוע ברכישות המשימה.
- **שחיקה מנטלית** - מפעילי הפטמ"ם חווים לחץ מבצעי ומתח תמיד, מה שעלול להשפיע על ביצועיהם לאורך זמן.
- **הערכת חסר לתפקיד** - מעמד מפעיל הפטמ"ם נתפס כנחות יותר לעומת טיסים מאוישים, מה שעלול לפגוע במוטיבציה וגיוס כוח אדם איקוטי ואף בשימור כוח אדם איקוטי קיים.



## ההזדמנויות (Opportunities)

- **פיתוח והרחבת הכשרה** - ניתן לשפר את תוכניות ההכשרה כדי להכשיר יותר כוח אדם בקרה יعلاה יותר.
- **שיפור תנאי השירות** - מתן תנאים מושפרים, כגון מסלולי שירות אטרקטיביים יותר, יכולlesiיע בשימור כוח האדם.
- **שימוש בבינה מלאכותית ואוטומציה** - פיתוח טכנולוגיות מתקדמות יכול להפחית עומס על מפעליים ולשפר ביצועים.
- **שיתוף פעולה עם התעשייה הביתונית** - שדרוג מערכות הכתמי"ם עם תעשיות ביתונית מوبילות יכול לשפר את היכולות המבצעיות.
- **שיפור תדמית התפקיד** - קמפיינים תקשורתיים והעלאת קרנו של המקצוע יכולים לשוך מועמדים איקוטיים יותר לשירות בטיסות הכתמי"ם.

## איומים (Threats)

- **תחרות על כוח אדם איקוטי** - אנשי צוותי הטיסה עשויים להעדיף קריירות טכנולוגיות באזוריות בשל תנאים טובים יותר.
- **איומים סייבר על המערכת** - תקיפות סייבר עלולות לפגוע במערכות השיטה והבקה של כלי הטיס.
- **התפתחות טכנולוגיות נגד** - מדיניות וארגוני טרור משקיעים בפיתוח מערכות יירוט ושיבוש לכטמי"ם.
- **לחץ פוליטי ורגולציה** - שינוי מדיניות פנים וחוץ עלולים להשפיע על פרויקטים של כטמי"ם.
- **תלות בספקים חיצוניים** - הסתמכות על תעשיות ביתונית חיצונית עלולה ליצור פערים בזמיןויות וشدרוג מערכות.



הערות	משוקלן ציון	תדירות (1-5)	חווארה (1-5)	בעיה
מבוצע מול מערכת מיוושנת ו"טיפשה", גוזל זמן ומשאבים, גורם לרבבי טעויות אנווש, פערים ועומס	16	4	4	תהליך שיבוץ כוח אדם סמי ידנית, מסורבל, אינטואיטיבי (לא מבוסס קרייטריוניים ברורים) ולא יעיל
גורם לשיבוצים שגויים, לא בהכרח השיבוץ האופטימלי מבחינת ניצול משאבים	15	3	5	מידע לא מעודכן או לא נגיש על זמינות וכשירותות
אין מגנון מובנה לטיפול בשינויים בדרישות או בזמיןות כוח האדם	15	3	5	חוסר גמישות בהתאם לשינויים ואילוצים
אין ריכוז מלא (משימות ופרמטרים נדרשים) של הרכבים ולכן השיבוץ לא בהכרח נותן מענה לצורך.	10	2	5	פער תיאום בין דרגי תכnon לבין דרגי ביצוע
אין תמונות מצב כולל של העומס (ברמת הפרט וברמת הטיסת), לא ניתן למדוד את הצלחת השיבוץ בפועל, לא ניתן ללמידה ולהתיעול נתון לשיקול דעת. במעבר בין המצבים, אין מגנון התראעה והתאמאה.	9	3	3	מחסור בכלים בקרה ומדידה
חלקה מוצדקת בשל שוני בכלים וחלקה נובעת מהתליכי העבודה שהתפתחו. מקשה על בניית תהליך אחיד.	8	2	4	היעדר תהליכי מתאימים לטיפול שונה במצבי שגרה וחירום
	6	2	3	שונות גובהה בין הטיסות השונות

טבלה 5 – ניתוח הביעות המרכזיות במצב הקיימם



**השוואת מאפייני פעילות טייסת בטמי"ם במצבי פעילות שונות**

.4

מאפיין	שגרה	mb"m (המערכה שבין המלחמות)	חרום במהלך מלחמת חרבות ברzel
משך מערכה	-	ימים - שבועיים	על שנה וחצי (מאוקטובר 2023 ועד היום)
משך התראה מקדמת למשימה	ימים – שבוע	ימים לפני במקרים חריגיים מספר שעות	יום לפני במידת הצורך שעתיים
כמות משימות יומיות ממוצעת	1-4	3-6	6-10
מגוון מטרות	תצפית, מעקב, תקיפה נקודותית	תקיפה, מעקב, תקיפה תצפית, מעקב, אימונים, הדרך	תקיפות מרובות, מטרות динמיות, סיווע לכוחות קרקעיים, תצפית, מעקב, אימונים, הדרך
מספר חזיתות	3	3-5	7-4 במקביל

**טבלה 6 – השוואת מאפייני פעילות טייסת בטמי"ם במצבי פעילות שונות**



### דוגמא לשיבוץ משימות במצב הקיים

.5

- טבלת המשימות המתקבלת (עם שורה לדוגמא)

- טבלת השיבוצים (כולל מענה למשימה לדוגמא)

M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	
הערות	אלטהיין <sup>1</sup>	אלטהיין <sup>2</sup>	פלטפורמה	סוג ייחוה	צווות סיסמה	מטייס חוץ/EMPL/נוסף/מודר	מפעלי תעשייה	כשרות	המחלקה	זמןבי	סימן	דרישן	משמעות
	ק朗	ס.ז'		מונען	שלום	מעיל	מכפקל	בסייעת	04:00	06:00	03:00		1
אבר מאחר לאחדרכן	20	900	סוכן	מונען	שלום	מעיל	מכפקל	אבר	04:00	06:00	03:00	המරגה אוניברסיטרית	3
אבר מאחר לאחדרכן	20	900	סוכן	מונען	שלום	מעיל	מכפקל	אבר	06:00	10:00	05:00		4
לין שעשה הכהרת לוגן	20	900	סוכן	הכשרה מנבצ'י	לין	מעיל	מכפקל	ז'ג'ר	10:00	14:00	09:00		5
	45	900	סוכן	הכשרה מנבצ'י	לון	מעיל	מכפקל	ז'ג'ר	14:00	18:00	13:00		6
	45	900	סוכן	הכשרה מנבצ'י	משה	מעיל	מכפקל	ז'ג'ר	18:00	20:00	17:00	המראות + הרצאות	7

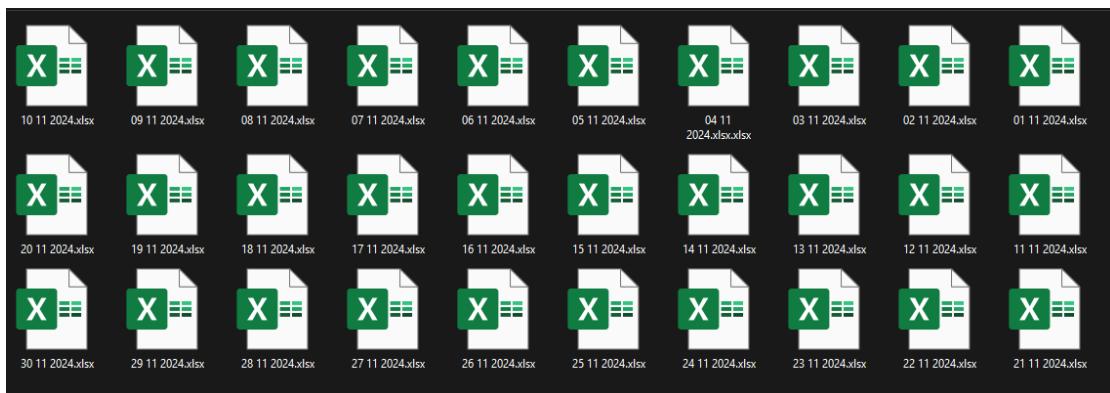
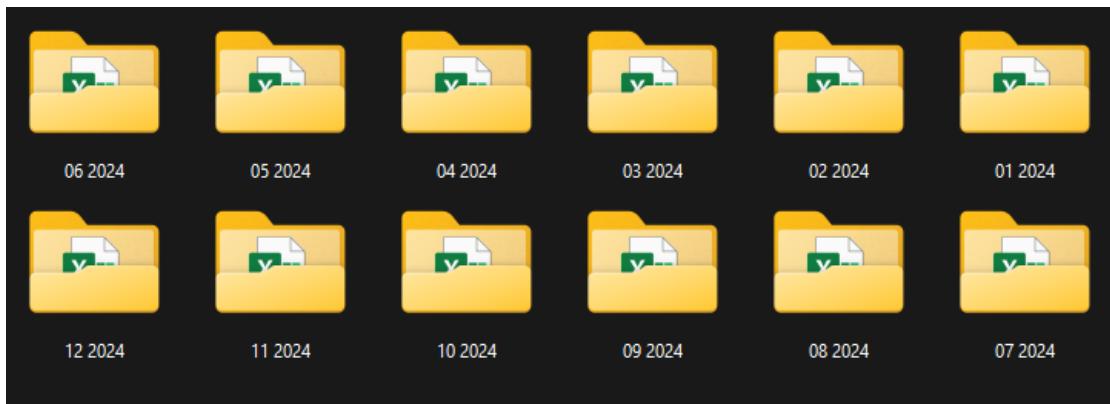
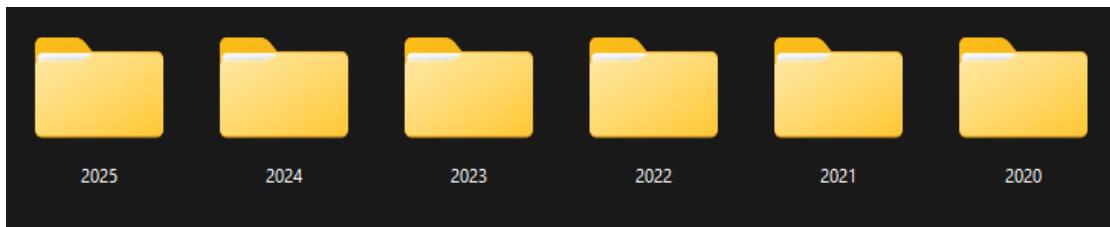
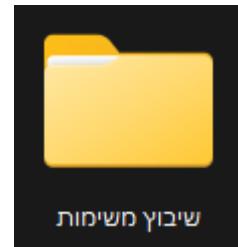
• לוח בשירות

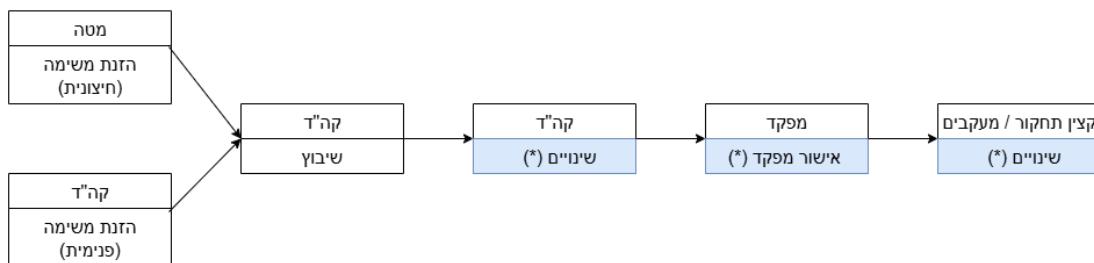
K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	►
אלומות	מזהר	מייחדים	קשריות	ב	ב	א	דרוג	מספר אישי	שם משפחה	שם פרטי	1
11/7/25 ב 00:00 מבחן בילויים ביום שישי 08-00-14:00	02/06/2025	05/06/2025	29/04/2025	30/04/2025	14/04/2025	14/04/2025	טפלן	7450738	בלוט	אבי	3
	04/05/2025		05/03/2025	30/04/2025	02/06/2025	04/05/2025	טפלן	7450758	לי	חוור	4
					21/06/2025	05/05/2025	טפלן	7450778	קארטרון	גילען	5



## ניהול התיקיות והקבצים

.6





תרשים 14 – תהליכי השיבוץ הקיימים

לוחות זמנים:

- אחת לשבוע מבוצע תכנון שבועי.
- בכל יום ב 00:18 מבוצע תיקוף ליום הבא. יכולות להתווסף שימושות חדשות.
- שימוש חדש דוחפה יכולה להתווסף גם עד הוק, עד שעתיים לפני מועד ביצועה.

**מקור המשימה**

- כלל שימושות מבצעיות יורדות מהמטרה כפקודת מבצע במערכת ייעודית.
- קיימות גם שימושות פנימיות (הדרכה, אימון, סימולטורים וכדומה) שגם הן מגיעה לשיבוץ.

**שיבוץ**

- שיבוץ כלל השימושות מבוצע על ידי הקה"דית.
- במידה ויש שינוי במשימות הקה"דית מבוצעת את ההתאמות הנדרשות
- סיבות נפוצות לשינויים:
  - פער בשיבוץ (העדר כשירות, בעיית זמינות...)
  - חריגה מהנהלים שלא אושרה על ידי המפקד
  - בלתי"ם (למשל מחלה...)
  - בקשה לשינוי עקב העדפה (מבוקר לערב, למשל)
  - שימוש חדשה, עדכון שימושה
- שינוי במשימה אחרת יכול להשפיע על משימה אחרת (גם אם כבר שוכחה).



## אישור מפקד

- התכנו הראשוני עובר לאישור סמ"ט ב' להדרכה.
- התכנו הסופי עובר לאישור מפקד הטיסת או סמ"ט א'.
- שינויים נוספים על ידי סמ"ט ב' למבצעים או מנה"ח (מנהל לחימה).
- אם יש חריגה מנהליים - נדרש אישור מפקד. בדרך כלל רק במקרים חריגיים.

## ביצוע בפועל

- מעודכן בזמן אמת מול הלוח ומowan לExcel אחת לשבוע על ידי קצין תחקור / מעקבים לצורך מעקב ובקורת כשירויות.



תפקיד	הסביר
מבצע לטמ"ם	אחראי לתפעול מערכות הבטמ"ם, לרבות ניוט, הטסת הבטמ"ם הפעלת המערכות המותקנות בו ופענוח המידע המתקבל מהן בזמן אמת. במהלך המשימה יושב בקרון.
מטיס חוץ	אחראי על ליווי המראה והנחייתה – בדרך כלל בשטח פתוח, ליד הבטמ"ם, במטרה להשלים את התהליך بصورة תקינה ובטוחה. בכלל זה ביצוע בדיקות לפני המראה, סימון המסלול, פיקוח על המהלך בשטח ומטען מענה לתקלות אפשריות.
מפקד טיסה	בכל צוות טיסה חייב להיות מפקד טיסה. המפקד הינו מבצע לטמ"ם מיומן בעצמו ובנוסך בעל כשירות של מפקד טיסה ברמה הנדרשת למשימה.
מדריך	המדריך הינו מבצע לטמ"ם מיומן בעצמו, שהשלים את ה联系方式 שאוthon הוא מדריך ובנוסך יש לו כשירות של מדריך. המדריך מלאוה משימות אימון וכן טיסות מבצעיות בהן שובץ מבצע לטיסות שטרם הוסמך או שנדרש לטובת רענון בכשירות הנדרשת.

טבלה 7 – בעלי תפקידים בצוות טיסת בטמ"ם

\* הסבר לגבי ה联系方式 בספח ייעודי.

**הבראה:**

בתום תהליך ההכשרה הבסיסית בבה"ס לטיסה, מפעיל הכתמי"מ משובץ בטיסת פעילה ומחויב לבצע מספר גיחות הכשרה מבצעית (קאמ"מ-קורס אימון מבצעי מתקדם) של משלימות הטסה בטרם יוכל לקבל את ההסמכה כמבצע בעל שירותי מבצעית. משלימות ההכשרה / אימון האלו הינו חלק מהמשימות של הטיסת שנדרש לשבץ, בהן יש הכרח לשבץ גם מדריך בעל שירותי מתאימה.

**בשירותות משלימות:**

מעבר לשירותים המבצעיים, מוגדרות עוד שירותי משלימות, על מנת לתת מענה לצרכי המשימות השונות. כל שירותי תליה, בדרך כלל, בהשלמת השירותים שלפניה (רמת קושי ומורכבות גבוהה).

כל שירותי דורשת ההכשרה תיאורטית וכן מספר מינימלי של משלימות אימון והטסה בטרם יוכל לקבל את ההסמכה, גם במהלך הצורך להציג לו מדריך בעל שירותי מתאימה.

במידה ומפעיל/מפקד שהוסמך לשירות מסויימת, לא ביצע משימה בשירות זו במשך למעלה חודשים, הוא נדרש לבצע 2 אימון ריענון בשירות זו, בליווי מדריך, בטרם יוגדר שוב כשייר.

**בשירותות מיוחדות:**

מעבר ליתר השירותים המשלימים, גם הסמכה כמדריך טיסה מוגדרת כשירות בפני עצמה. כמו כן שמעבר לשירות זו, המדריך צריך להיות בעל השירות המתאים לביצוע המשימה אותה הוא מדריך.

הסמכת דרג מפקד משימה הינה שירותי מקצועית. בדרך כלל, מי שהוסמך להיות מפקד, יטוס רק בתפקיד מפקד משימה ולא ביצע שירותי מבצעי.

בהתנתקו ומפעיל הוכשר לדרג פיקוד משימה הוא נדרש לצבור את שירותי המשימה כמפקד בנפרד ואין קשר בין שירותו המשלמי לתפקידו כמבצע בעבר.

**בשירותות רפואי:**

כל מבצעי כתמי"מ מחייב, אחת לשנה, בבדיקות בסימון הוא מוגדר כSizer רפואי. במידה ולא עבר את הבדיקות בזורה תקינה, או שיש לו בעיה רפואי שמורידה לו את השירות הרפואי, הוא אינו רשאי להיות משובץ למשימות.

רק לאחר השלמת הבדיקות / באישור רפואי מתאים, יוכל לקבל את השירות הרפואי ולהזoor למאתר השיבוצים.



• **סיווג בייטחוני והגבליות אבטחה:**

- המערכת מסוגת ברמת סודי ביותר.
- כל כוח אדם שעוסק במערכת – בין אם פנימי (אנשי קבוע, חובה, מילואים או אזרחים עובדי צה"ל) ובין אם חיצוני (חברה חיצונית, יועצים וכו') – חייב לעבור סיווג בייטחוני מתאים.
- המערכת חייבת להיות מאוחסנת בסביבה סגורה, (On-Premises) ואנייה יכולה להיות מחוברת לרשותות חיצונית, כולל רשות האינטרנט. נדרש בידוד מוחלט מגורמים חיצוניים.

• **דרישות זמינות תפעולית:**

- המערכת פועלת במתכונת 24/7 כולל שבתות, חגים ומבצעים.
- נדרשת עמידה בתקני זמינות גבוהה במיוחד uptime – 99.99999% – (שבע תשיעיות), תוך מניעת כל השבתה מתוכננת או לא מתוכננת.
- זמינות גבוהה קריטית לתפקיד שוטף בעת חירום וליכולת תגובה מיידית.

• **תחזוקה ותמיכה טכנית:**

- נדרש מענה לתקלות בכל שעה ביוםמה (תמיכה 24/7).
- זמן תגובה ראשוני – עד 10 דקות מרגע הקריאה (בمعנה טלפון).
- זמן טיפול בתקלה סטנדרטית – עד שעתיים מרגע הדיווח.
- זמן טיפול בתקלה חמורה המחייבת פתרון או מעקב תפעולי תוך 4 שעות לכל היותר.



מונח	הסבר
מזל"יט	מטוס זעיר ללא טיס. הכוינוי שניתן לכלי טיס בלתי מאוישים בתחילת דרכם, כאשריו קטנים ופשוטים יחסית.
כטב"ם	כלי טיס בלתי מאויש. מונח רווח משנות ה-90, המשקף את העבודה שחלק מהכליים אינם בעלי צורת מטוס דודוקא.
מל"יט	מטוס ללא טיס. כינוי שנכנס לשימוש בתחילת שנות ה-2000, ומדגיש שמדובר במטוס מורכב, לא בהכרח זעיר, ואף מכיל מערכות מתוחכמות.
כטמ"ם	כלי טיס מאויש מרוחק. מונח רשמי בחיל האוויר מאז 2016, המדגיש כי פעולה הכליל אינה אוטונומית אלא יש אדם האחראי לשירות על הטסתם וביצוע משימות.
	בעת שימוש במונח זה (להבדיל ממונחים נוספים שיובאו בהמשך) הכוונה הינה לכלי כולל על כלל המערכות המותקנות בו.
פלטפורמה	גם במונח זה הכוונה לכטמ"ם. הפלטפורמה כוללת גוף, מנוע, מערכות בקרה וניוט, חיישנים לניטור עצמי ומערכות היגוי והפעלת הגאים. מאפיינים: דגם, מספר זנב (סידורי) וכשירות המבצעית.
מטע"ד	מטען ייודי, סט האמצעים בעזרתם מתבצעת המשימה, למשל מצלמה אלקטרואופטית. המטען הימי נישא בפלטפורמה ומתקבל ממנו שירותים כמו העברת פקודות מהקרקע, אספקת חשמל ותנאי סביבה.
קרון	תחנת הפעלה, המכילה מערכות מחשב ו מידע, שמאפשרות למפעיל אנושי לשלוט בפלטפורמה ובמטע"ד ולראות את דיווחי כל הטיס והמטע"ד ואת תוצרי המטע"ד. זהו למעשה הקוקפיט של הקטמ"ם.
סימולטור	מערכת הדמיה מתقدמת המדמה סביבות טיסה, מושמות מבצעיות ותרחישים טקטיים בזמן אמיתי. הסימולטור מאפשר למפעילים לתרגל הפעלת מערכות הקטמ"ם, קבלת החלטות ותגובה לאיורים מורכבים ללא סיכון מבצעי. באמצעותו ניתן לשפר כשרויות, לאמן צוותים חדשים ולבצע הכשרות חוזרות באופן מבוקר ויעיל.

טבלה 8 – מילון מונחים



12.

## שאלון הראיונות

### **פרטי המרואין**

- שם :
- דרגה :
- תפקיד :
- שנות ניסיון בתפקיד :
- סוג שירות: חובה / קבוע / מילואים

### **חלק א' – תהליכי השיבוץ בפועל**

1. מה הקשר שלך לתהליכי השיבוץ ?
2. שאלות להנחיות בלבד :

1. כיצד מתבצע כיום תהליכי שיבוץ צוותי הטישה בפועל (שלבים עיקריים) ?

2. אילו מערכות או כלים משמשים אתכם בתהליכי זה ?

3. מהם הקритריונים המרכזיים להחלטה ?

4. עד כמה נלקחים בחשבון אילוצים אישיים / רפואיים / מקצועיים בשיבוץ ?

5. האם קיימים מנגנוןズ לזיהוי ולמניעת טעויות בתהליכי השיבוץ ?

3. עד כמה יש תיאום בין הגורמים השונים בטיטה (הנחיות, סמ"ט, מפקדים, שלישות)  
במהלך תכנון השיבוץ ?

4. מahan לדעתך שלושת הביעות המרכזיות בתהליכי הקיימים ?

### **חלק ב' – קבלת החלטות ובראה**

5. מי מקבל את ההחלטה הסופית לגבי השיבוץ ?

6. האם יש בקרה אינטגרטיבית לתהליכי השיבוץ ? מי מבצע אותה ?

7. האם מתקיים תחקור לאחר מקרים של שיבוץ שגוי ?

### **חלק ג' – מערכות מידע ותמייה טכנולוגית**

8. עד כמה יש תמייה ממוחשבת בתהליכי השיבוץ הקיימים ?

9. האם לדעתך מערכת שיבוץ ממוכנת תשפר תיתן מענה לבעיות הקיימות ?

10. אילו יכולות נדרשות עבורך במערכת שיבוץ צו ?



#### חלק ד' – שגרה לעומת חירות

11. מה ההבדלים המרכזיים בין תהליכי השיבוץ בשגרה לעומת חירות?
12. מה היה שונה בתקופת "חרבות ברזל" לעומת מבצעים קודמים?
13. אילו אתגרים ייחודיים מופיעים בזמן חירות בכל הנוגע ל手続き השיבוץ?

#### חלק ה' – פערים בין התוכנו לביצוע

14. האם קיימים פערים בין השיבוץ המתוכנן לבין הביצוע בפועל?
15. במידה ויש פערים:

1. מהם הגורמים הנפוצים ביותר לשינויים בשיבוץ?

2. כיצד מתמודדים עם השינויים בזמן אמיתי?

#### חלק ו' – עומסים, כשרונות מבצעית וschlägeה

16. האם手続き השיבוץ הנוכחי יוצר עומסים?
17. במידה ויש עומסים:
  1. מהם הגורמים לעומס?
  2. האם העומס גורם לפגיעה בכשרונות המבצעית?
  3. האם העומס גורם לשחיקה? כיצד זה בא לידי ביטוי?
  4. מכאן דרכי הטיפול בעומסים אלו?

#### חלק ז' – הצעות לשיפור

18. האם לדעתך פתרונות טכנולוגיים או תהליכיים יקרים לשפר את התפקיד?
19. האם יש לך רעיונות לשינוי או שיפור ב手続き השיבוץ הנוכחי אם כן מהם?
20. אילו לקחים מה עבר לא יושמו לדעתך ויש ליישם בהקדם?
21. מהם לדעתך המדדים (כמותיים או איכותניים) להצלחת手続き השיבוץ?

#### חלק ח' – שאלות פתוחות והערות

22. האם יש נושאים נוספים שתרצה להעלות בנוגע ל手続き השיבוץ?
23. האם תוכל לשתף בדוגמה אישית או מקרה מהשטח שהמחיש לך בעיה או הצלחה ב手続き השיבוץ הקים?



### **סיכום ראיון (1) - מפקד הטייסת**

מפקד הטייסת אינו מבצע את השיבוץ בפועל, אך מהוות את הסמכות העליונה לאישור חריגים ומעורב בקבלת החלטות אסטרטגיות – בעיקר בתקופות של עומס מבצעי או חירום. לדבריו, בשגרה קיימת חלוקת אחראיות ברורה בין הכה"דיות, הסמ"טים והשלישות, אך התיאום ביניהם אינו תמיד רציף, במיוחד בעת שינויים פתאומיים או אילוצים תפעוליים. בעיות מרכזיות שעלו בראיון:

1. חוסר סyncron מערכתי בין כלל הגורמים בתהליכי, במיוחד בזמן עומס או תקלות.
2. היעדר מערכת טכנולוגית אחודה - אין כלי ממוקן שמרכזו כשירות, אילוצים, העדפות וסטטוסים אישיים.
3. עומס ניהולי חריג שמוביל לשחיקה ולתגובה איטית לשינויים בשטח.  
במהלך מלחתת "חרבות ברזל", תהליכי השיבוץ התבצעו תוך כדי תנועה, ללא יכולת תכנון מוקדם. נדרשו התאמות מיידיות, גiros רחוב של אנשי מילואים, קיצור זמני הכשרה ותמרון מתמיד בין אילוצי כוח אדם.

המציאות הדינמית החריפה את הפער בין התכנון לביצוע והגבירה את העומס הפיקודי.

המליצה עיקרית:

- יש צורך דחוף בפתרון טכנולוגי מותאם שיכלול מערכת שיבוץ ממוחשבת שתאפשר:
- ניתוח עומסים וschläge.
  - התאמה בין כשירותות למשימות בזמן אמת.
  - תיאום בין הגורמים בטיסת.
  - שיפור קבלת החלטות גם תחת לחץ מבצעי.

כלי זהה, יתרום משמעותית למצבי מיטבי של משאבים (כ"א, מטוסים) ויגדל את התפוקות המשימותיות, ישפר את המעקב על ההצלחות המבצעית, של צוותי הטיס, יקל מאוד על הדרג הפיקודי בטיסת, וישפר את שביעות הרצון של צוותי הטיסה בטיסת.



## **סיכום ראיון (2) - סמ"ט ב' להדרכה**

סמ"ט ב' להדרכה מhoeה את הגורם המרכזי בטיסת אישור כשירותות שוטפות, מעקב אחר תוקפן, ניהול תוכנית הסימולטורים והכשרות, והבטחת התאמה בין צוות למשימה. הוא לא בונה את השיבוץ בעצמו אך משמש "שומר סף מקצועי" לאישר נכון מבחינת כשירות, הכשרה ורכישות מבצעית.

לדבריו, מערכת השיבוץ הנוכחית אינה מתואמת עם לוח ההצלחות, אינה כוללת התרעות על עומסים או שחיקה של אנשים, ובפועל מתנהלת ב Excel יידי שਮועד לטיעוות. שינויים בלוייז המבצעי, בעיות זמינות של אנשי צוות או חריגות בכשירותות גורמים לכך שהוא נדרש לעיתים לאשר חריגים תוך כדי תנועה.

### **בעיות מרכזיות שעלו בראיון:**

1. **חוסר בקרה וציפה על כשירותות** - אין מעקב בזמן אמת אחר תוקף בכשירותות, כושר רפואי או ביצוע סימולטורים, מה שמוביל לאישר לא תקין או טיעוות שמתגלות בזמ"א.
2. **פער מתחמץ בין תוכנית ההדרכה לשיבוץ בפועל** - תוכניות הכשרה והדרכה נדוחות לשוללים מול עומסים מבצעים ולא נלקחות בחשבון בביצוע.
3. **שיבוצים ידניים ללא מנגנון למניעת רצף טיסות בעיתוי** - דבר היוצר עומס מצטבר ושחיקה מקצועית, בעיקר בקרבת מפעלים בכירים.

בחירות ניהול ההצלחות הופך מורכב מתיידד כי התנהל במקביל לשיבוץ אינטנסיבי, ללא זמני מנוחה, תוך קיצור הליכי הכשרה ודחית חלק מהסימולטורים. לדבריו, הדרישות והאלוצים המבצעיים חיבבו גמישות מרבית, אך פגעו בשיטתיות הנדרשת לשימירה על כשירות מלאה.

### **המליצה עיקרית:**

- לדברי סמ"ט ב' להדרכה, נדרשת מאוד מערכת שיבוץ ממוחשבת שתכלול:
- **מAGER בשירות דינמי** - שידע להצליב בין כשירות אווירית, מצב רפואי, סימולטורים, משימות והדרכות.
  - **בקורת רצף תעסוקתי** - זיהוי עומסים, עומסי יתר ורצף שיבוץ חורג לכל איש צוות.
  - **מנגנון התרעה לפני חריגות בכשירות או עומס** - שיאפשר תכנון ולא רק תגובה.
  - **ממשק ממוחשב בין הקה"דיות והשלישות** - לצורך תיאום מלא בין לו"ז הכשרות, אישוש טיסות וסימולטורים.



לטענתו, כל כזה יאפשר שליטה מיטבית על כשירות צוותי הטיסה, ישפר את איקות השיבוץ המבצעי, ויכמצם תקלות שנובעות מחוסר עדכון או מעומס שוטף.

### **סיכום ראיון (3) - סמ"ט ב' למבצעים**

סמ"ט ב' למבצעים אחראי על ביצוע ומימוש הפעולות המבצעית השותפת של הטיסת הכללת טיסות אימוניות ומבצעי, כונניות, וכוננות מושימות. הוא גם מהווה את החוליה המחברת בין לוי' המשימות, הצרכים המבצעיים, יכולות המטושים, והכנות לשימות בפועל ועל הקשר והמשק מול הגוף הטכני.

לדבריו, הוא אינו בונה את לוח הטיסות אך מעורב בrama היומיומית בהתאם בין תוכנית המשימות לבין השימוש בפועל לבין יכולות האישום הזמין, במיוחד בשינויים של הרוגע האחרון. הוא מוסיף אילוצי זמ"א, תרחישים דחופים, ודgesים פיקודיים אך מתמודד עם מגבלות בכלל הנוגע לרציפות כשירות וליכולות תגובה מהירות.

#### **בעיות מרכזיות שהוא עולה בראיון:**

1. **פער בין תוכנית מבצעית לשיבוץ בפועל** - לעיתים קרובות צוותי טיסה אינם זמינים או כשירים לשימות שנקבעו להם בלוי'ז, מה שחייב התאמות שוטפו בקבועי זמן קצרים מאוד כדי להימנע מפגיעה בפעולות המבצעית.
2. **מחסור בכלי לתכנון אינטגרטיבי** - ביום אין מערכת אחת שמליצה בין המשימה הנדרשת, השרות, והזミニות של הוצאות.
3. **התמודדות עם שינויים ואילוצים בזמן**"א - שינויים תכופים בלוי'ז המבצעי מוביילים לתגובהיות מאוחרת במקום תכנון יוזם, ופגעים באפקטיביות ובברכה.

המלחמה הביאה אליה צורך ביצוע משימות באופן רציף ולא חלונות מנוחה אידיאלים מאחר וכמויות המשימות דרשה שיבוץ כמעט רצוף של צוותי הטיסה, תוך דילוג על סימולטורים או התחשבות במועד ויעדי השירות.

#### **המלצת עיקרית:**

לדבריו יש צורך מיידי בפתרון טכנולוגי שישלב:

- **ממשק בין פקודות מבצעיות לשיבוץ כ"א בהתאם לשירותים.**
- **כלי לניטוח פערים בין יכולת ביצוע בפועל לתוכנית המשימות.**
- **בקרת כשירותות וניצול יעיל ומיטבי של צוותים בתכנון ובזמן אמת, זה מה שיאפשר לצמצם טעויות תיאום, יspacer את המענה והזミニות מבצעית, ויאפשר למפקדים יכולת החלטה על בסיס תמונת מצב מלאה, במקום פעולה אינטואיטיבי תחת לחץ.**



## **סיכום ראיון (4) - קה"דית**

קה"דית (קצינת הדרכה) מהווה שחקן מרכזי בניהול השוטף של שירותי צוותי הטיסה ובנייה שיבוץ יומי/שבועי בפועל. היא זאת שאחראית על קבלת המידע מכלל הגורמים (כגון מבצעים, שלישות, סמ"טים, רפואיים תעסוקתית), עדכון שירותי זמן אמת, והפצת השיבוץ. לאחר מכן היא זאת שגד עוקב אחרי ביצוע המשימות וمعدכנת באופן יידי את סטטוס השירות. בפועל, היא עובדת תחת לחץ מתמיד של שינויים, ביטולים, אילוצים והיעדרויות בלתי צפויות. ביום רוב העבודה מתבצעת באופן יידי בקטבי Excel תוך הישענות על זיכרונות אישי והיכרות עם הפרטים, דבר המקשה על שמירה על תMOVות מצב מלאה לארך זמן.

### **בעיות מרכזיות שעלו בראיון:**

1. **מחסום במערכת אוטונומית לריבוי שירותי כשיריות** - אין מערכת אחראית שמתעדכנת אוטומטית על סמך נתוני רפואיים, הדרכה וכשירות, שעות טיסה וՏנרכו בין תכנון לביצוע בפועל.
2. **ריבוי גורמים מזינים** - כל שינוי מהיביך תיאום בין לפחות 3–4 גורמים שונים, מה שモ빌 לטיעיות, אידיווקים ולפספסי מידע (לדוגמא: שירותי רפואיים שפגה ולא עדכנה במערכת).
3. **שיבוץ שמותאמ לדרישות המבצעיות ולא לאנשים** - הצורך "לסגור פינות" מוביל לא פעם לאיש אנשי צוות למשימות פחות מתאימות להם מבחינה עומס, התאמת או שחיקה מאוחר ולא תמיד רואים את התמונה המלאה שהוחה האיש צוות, ואם הוא לא מתריע אז זה ממש יכול להתפסף.

במלחמה הפתיעים בכוח האדם גדו, כמוות השינויים גדלה אקספוננציאלית, וה לצורך לתמן בין כל המשימות שהטייסת קיבלה הובילו לפעמים לשיבוץ על בסיס אילוץ ולא על בסיס התאמת. במילוטניה: "הפסיקו לנמל שירותי ופשות ניסינו לשרוד את היום הבא".

### **המליצה עיקרית:**

- **עדכון שירותי כשיריות באופן אוטומטי מכלל המערכות (רפואה, הדרכה, סימולטור, מבצעים).**
- **התראות לפני פקיעת שירותי כשירות.**
- **שיבוץ חכם המזהה עומסים ושחיקה של כל איש צוות.**
- **ממשק קל לתפעול עם הרשות ניהול לפי תפקיד.**

מערכת כזו תשפר לא רק את איקות השיבוץ אלא גם את התחזקה בקרב הצוותים שהם מנוהלים באופן מקצועי, מסודר והוגן.



## סיכום ראיון (5) - מפעיל בטמ"ם בכיר (בשירותות קבוע)

הшибוץ היומיומי נתפס לעיתים כרבותו כמשהו שמיشهו אחר עשה עבורך, אך ההשלכות שלו מורגשות היטב בהיבטי שחיקה, חוסר רציפות באימונים, וחוסר שליטה על הלוי"ז האישי. הוא מדגיש כי הבעיה המרכזית היא איהוֹדוֹאָות לגביו לוחות זמינים, משימות, מתן חופשי, متى מתאימים וمتى נחים, נוצר לא פעם מצב שדוקא אנשי הקבע המנוסים והוותיקים הם אלה שנשחקים ראשונים, כי הם בעלי הכספיות וההסמכות המתקדמות שלרוב בחורס.

### בעיות מרכזיות שעלו בראיון:

1. **шибוץ תגובי, תוצאתי ולא מתוכנן** - אין קשר בין התכנון לביצוע בפועל, הלוך השבועי משתנה כל הזמן.

2. **חוסר שקיפות ומעורבות** - המפעילים אינם שותפים בשיקולי השיבוץ, ולכן חווים את המערכת חד-כיוונית, כאילו הכל קורה בחדרי חדרים וברגע שאתה בא לשאול או לברר משהו אז אומרים שאתה לא רואה את התמונה הגדולה.

3. **פגיעה בקשריות טישה** - תמיד הקשרות חדשות או אימוני שמירת קשרות/סימולטראים נדחקים לצד העדפה לעמידה במשימות מבצעיות תחילת. כשהפועל אם מעמיקים בלוח לפתע אפשר למצוא שיש אופציות יותר יעילות לאיש מישהו אחר.

במלחמה המצב הידדר דרמטית, ככל הוצבו בצו 8 ועד היום מופעלים כמו סדיירים, חופשות בוטלו, כל לוי"ז אישי מתודע אחרון, ואנשים טסים מה סביב השעון.

הוא מתאר מצב שבו פשוט עובדים סביב השעון והאחריות לשימור הכספיות והבריאות הוועברה לאנשים עצמם, ללא כל מנגנון בקרה או פיקוח. הוא מוסיף כי "מי שלא יודע להגיד לא – פשוט ינתחן בלי סוף".

### **המלצת עיקרית:**

אין בעיה עם זה שיש הרבה משימות, בשביל זה אנחנו כאן, אבל אני חושב שלגמרי הגיוני לדרש הוגנות ואיזון שווה בין כולם, שקייפות ותכנון מראש.

- **шибוץ שקוֹף ונגיש לכל מפעיל בטטייסת** – שככל אחד ידע מה צפוי, מה גמיש, ומה חסום.
- **מענה לרצונות, אילוצים וסחרה** – לא עוד שיבוץ רק לפי "מי פנוי", " אנחנו לא מכונות", אלא לפי מכלול שיקולים שנלקחו בחשבון בכל שיבוץ.
- **מעורבות בתהליך התכנון** – למשל, אפשרות לسان העדפות, או לפחות לדעת מה השיקולים שהובילו לשיבוץ מסוים ולאפשר להציג בזמ"א לפני שהלוח הופץ למבצעים.



## **סיכום ראיון (6) - מפעיל בטמ"ם בכיר (בשירותות מילואים)**

איש המיל' שפגשנו מתאר בחוויתו תחושה של חוסר יציבות מערכתי. רבים מהAMILIONIKIM מזעקים מהרגע להרגע לטיסת לכל מיני פריטים ש"נפלו", ללא כל תיאום אישי מוקדם ולא דאות בנוגע לאורך השירות או היקפו, בפועל מזמן תחילת המלחמה אני מתפקיד כמו סדר ומנהל את כל אורך חיי באמצעות קה"דית. הוא מצין שלפעמים הוא מזנק לפקד על משימות מורכבות ללא הכנה מקדימה, הדרכה או עדכון מפקדים, מה שעוד יותר מוסיף לתחושת הניתוק וחוסר הניהול. הפער בין כוונת המפקדים לטיפול מסודר לבין ההתנהלות בפועלבולט מאוד הטיסות בח"א בניוות וUMBOSTOT על כ-60% אנשי מילואים, זה נכון לשגרה ומתחרדת יותר וייתר בחירות, וברגע שהדבר הזה יוצא מנקודת איזון והופך ללא ניהול פשוט לא ניתן לתפקיד כך לאורך זמן, מצד אחד את רזחה תמיד להיות بعد, מצד שני לא הגיוני שהעומס לא מתפלג בצורה שווה בין כולן.

### **בעיות עיקריות שעלו:**

1. **לא יודעים לתוכנן מראש** - מזניקים אנשים מהבית ברגע האחרון בהתאם לצורכי מבצעי מיידי, במקום שייהי תהליך תוכנון בריא, נכון ומדויק.
2. **פערים בשירות** - היעדר רענון והכשרה נחיה דברCBSGERA, לפעמים מORGASH שאם זה לא מספיק חשוב למפקדים לעמוד בהוז"א אז למה שלוי זה יהיה חשוב לא לחזור מאינטראול, מצד שני לא פעם אני מוצא את עצמי נדרש לפקד על משימות בשרותות שלא תרגلت מעל חצי שנה.
3. **התעלמות מהऋפים האישיים האישיים** - הדבר הכי מרכיבAMILIONIK זה שילוב בין החיים האישיים למיל', כאשר אילוצים אישיים, רפואיים ומשפחתיים אינם נלקחים בחשבון הדבר פוגע במוטיבציה לעוזר בפעם הבאה ובעיקר מיצר מכך תחושה של חוסר הוגנות.

### **המלצות מרכזיות:**

- **תיאום מוקדם ככל האפשר** - לאפשר מגננון הרשמה ותוכנון קדימה מרוחה מספיק, לפחות חודש. כדי שאפשר יהיה לתוכנן את החיים האישיים במקביל למיל'.
- **шибוץ מותאם אישית** - יחס אישי לכל אחד, שיאפשר תוכנון אישי לפי רמת ההצלחות, זמינות והתרומה האפשרית לכל משימה.
- **כלי דיגיטלי ייודי** - אפליקציה או פורטל ייודיAMILIONIKIM לניהול זמינות, העדפות, ומעקב אחר MERCHANTABILITY וшибוצים. אי אפשר שהכל מתבצע ע"ב SHIFT טלפון ו- Excel. לא פעם יש פערים וטעויות בתאום.



## **סיכום ראיון (7) - קצין המטה המבצעי (רמ"א)**

曩יג המטה המבצעי שופך אור על התמונה המערכתי הרחבה של ניהול צוותי כטמ"ם. לדבריו, המטה אינו מתערב ברמת השיבוץ של אנשי הכוחות בטיסת עצמה, אך משמש כגורם מנחה, באמצעות פקודות מבצעיות (פ"מים) שמכטיבות איזו טייסת מבצעת, מתי, ובאיזה היקף סד"כ. לדבריו, הפערים בין תכנון המטה לביצוע בטיסות נובעים לא מחוסר מחויבות - אלא ממידע חלקו, תיאום לא רציף והיעדר שկיפות בנוגע למצב הכספיות והעומסים האמתיים בטיסות השונות.

### **בעיות מרכזיות שעלו בראיון:**

1. **חוסר סטנדרטיזציה בין הטיסות** - כל טיסת מנהלת את כשירותה וшибוציה באופן עצמאי, כך שהמטה לא תמיד יודע להעיר את כשירות הכוח והטייסת בכל רגע נתון, מה שלא פעם גורם לזה שירדות לטיסת משימות שרוב אנשייה אינם כשירים להן.
  2. **הפעלה מבצעית VS בניין כוח/כשירות** - לא קיימת מערכת חייזי שתתירה על הידרדרות כשירות או עומס בטיסת עד שהוא מתבטא בפועל ואז כבר לא ניתן להשפיע כמו לרدد פעילות באופן הדרגתי או מאוזן יותר כדי לאפשר השרות וכו'.
  3. **שימוש יתר בכוח אדם מסוים** - ישנו טיסות "חזקות" שמקבלות שוב ושוב יותר נתן מבצעי כמו פעילות מיוחדת, מה שלא פעם מגיע עד לכדי רמה של שחיקה מערכתי, בשל היעדר איזון בעומסים על כלל המערכת.
- לדבריו, **אחת הביקורות המרכזיות היא היעדר עדכון שוטף מהسطح על מגבלות כשירות וסחרה**. כך קורה שלעיתים נכתבות פקודות שבסוטות על כשירות תאורתית של טיסת, אך בפועל, אין כוח אדם מתאים, או שהעומס בטיסת חורג מהיכולת המבצעית.
- לעתים הapur בין המשימות שהוגדרו לבין מה שבוצע בפועל הינו משמעותי ופוגש אותן בטיעויות מבצעיות קריטיות, הדבר לא נובע בגל רשלנות, אלא כי פשוט אין דרך לראות מה באמת קורה בזמן אמת בטיסות ויש איזונים "שנופלים בין הנסיבות".

### **המלצת עיקרית:**

- נדרש שינוי תפיסתי בכל הנוגע לניהול המשאב האנושי במערך כטמ"ם. אם תפותח מערכת שיבוץ חכמה היא חיונית לכלול:
- **שקייפות מלאה על כשירות, אילוצים וזמן בטיסות ולא רק דוחות תקופתיים** אלא נתונים חיים, גם בלי "להרים טלפון" לכל מפקד טיסת.



- כלי לניטוח עומסים רוחביים - להשוואת ולנתח עומס בין טיסות ולהמליך היכן כדאי לרכז מאמץ ע"ב נתונים.
- יכולת סימולציה - לראות מראש את ההשפעה של פקודה מטה על כשרויות כוח האדם.

#### **סיכום ראיון (8) - פקמ"צית**

מדגישה כי עיקר האתגר בתפקיד הפקמ"צית (פקידת מבצעים) טמון בניהול הגישות מבצעית - יכולת להגיב בזמן אמת לשינויים ולהתאים את השימוש לצרכים המבצעיים המתפתחים, תוך שמירה ככל הנិtan על כשרויות, מנוחה ורציפות הכשרה. לשיטה, לא קיימת בעיה עקרונית בשיטה הקיימת, אלא עיקר הבעיה נובעת מחוסר סyncron, תאום ואחריות של הגורמים השונים. היא מצינית שבשגרה קיימת שגרה ברורה וمبוססת, אך היא מתערערת בקלות ברגע שתרחשים שיבושים או ננסים בלתי"מים כגון: מהיעדרות לא מתוכנת ועד פקודה מבצעית שמתתקבלת לעוד כמה שניות.

#### **בעיות מרכזיות שעלו בראיון:**

1. **אין שום מנגנון ניהול עומסים** - הרבה פעמים אותם אנשים נשחקים שוב ושוב כי "עליהם אפשר לסמוד" או שהם תמיד יגידו "כן, אין בעיה", אך אין שום מדידה שיטית של מי טס כמה ואז נוצר חוסר איזון שלא פעם גורם למיריבות וחיכוכים בין אנשים.
2. **היעדר סטנדרטיזציה בין קה"דיות** - כל אחת פועלת אחרת (קבצים שונים, סדרי עדיפויות שונים), מה שפוגע בהמשכיות וביכולת לחפש בצורה נוחה.
3. **פער תרבותי בניהול שיבוץ** - אין הבנה ברורה במצוות לבני מה הקרייטריוניים שהובילו לשיבוץ - מה זו עדיפות? מהי העדפה? מה מכתיב האילוץ?, מה שלא פעם נופל עליו לחתת את התשובות שלא בהכרח יש לנו.

בלחימה תמיד תהליך השיבוץ עובר למועד של כיבוי שריפות. התהוושה שנוצרת אצל צוותי הטיסה דומה ל"רולטה יומית" – כל יום ממציא את עצמו מחדש, ושיקול דעת אישי של בעל תפקיד כזה או אחר הפכו לכלי המרכז឴ בניהול.

דווקא בעותם חירום הרגישה שנדרשה ממנה יצירתיות וחשיבה לא שגרתית, תוך היישנות על קשרים בין-אישיים והיכרות עם "מאחורי הקלעים" של כל מפעיל, יותר מאשר על כשרויות פורמליות בלבד.

#### **המלצת עיקרית:**

לדבריה, הפתרון צריך להיות אינו רק טכנולוגי אלא בעיקר ארגוני-תרבותי.



עם זאת, מערכת ממחשבת תוכל לתמוך בתרבות חדשה שתכלול :

- **שקייפות במידע** - זמינות לכל הגורמים המעורבים (מבצעים, קה"דיות, סמי"טים, שלישות).
- **מנגנון בקרה עצמית על עומסים** - מדדים ויזואליים שייעזרו לוחות עומס יתר או ניצול חסר.
- **המשכיות בין גורמים** - מנגנון סyncrown אחד בין קה"דיות, גם כшиб חילופי בעית.
- **הכנסת מידע "אנושי" לשיקול השיבוץ** - שהמערכת תאפשר לסמן אילוצים רכיים והעדפות אישיות, ולא רק אילוצים קשייחים.

לדבריה : בסוף אנו לא נמדדים רק בכמה הצלחנו לשבץ - אלא כמה הצלחנו לא לשחוק את האנשים.



במסמך זה ירוכזו ל��חים מתחקרים מבצעיים בנושא תכנון וניהול כ"א בטטיית ח"א בשגרה ובחירום הרלוונטיים לתהליך השיבוץ ולבודת המחקר שלנו.

1. **מחסור במערכת ממוכנת עבור איווש:** נדרש פיתוח מערכת ניהול כוח אדם בזמן אמת, שתאפשר זיהוי מהיר של פערים באישוש משימות, לרבות אי עמידה בכשירות של אנשי צוות, ותספק למפקדים כלי בקרה לצורך שיבוץ מדויק.
2. **אייזן עומסים :** הוצף כי בחלוקת המהקרים נוצר עומס יתר על אנשי צוות מסויימים. נדרש מגנון בקרה שיודא חלוקה מאוזנת של משימות לפי נתוני עומס מצטבר.
3. **מנגנון ניהול תהליכי התכנון והביצוע:** נדרש מגנון עבודה ברור בין הגורמים האחראים על התכנון הראשוני, האישור והביקורת השוטפת והביצוע בפועל, כדי למנוע כפלויות, טעויות או פערים בסyncrho או הבנה המבצעית.
4. **אורץ פריטים:** נדרש להתאים את אורץ הפריטים למול סוג המשימה בפועל – לדוגמה משימות מורכבות أولי נדרש לפרק לפריטים יותר קצריים שידרשו יותר כ"א, דוגמא נוספת היא קיצור או פיצול של פריטים לטובת שימוש כשירותות ליותר אנשים או מניעת ירידת מכשירות.
5. **עומס אישי:** מלבד התפקיד האוורירי נכון להסתכל על העומס בו נמצא איש הצוות בתפקידו הצבאי/אזורתי, הורות וכו', מומלץ לייצר בקרה המנטרת אנשי צוות עם עומס משימות חריג (גבוה או נמוך), ז"א נכון יהיה להכנס לסל השיקולים בשיבוצים האווריריים גם התחשבות בעומס "קרקעי".
6. **מענה לבלת"מיט/הזנקות:** כשהנותנים מענה לאישוש של משימות מופרצות או אישוש שנפל צריכים לקחת בחשבון לא רק זמינות מיידית, אלא גם עומס מצטבר, כשירות ושותם מנוחה, והשפעות השינוי על כל הלוח קדימה ליממה הבאה והמשך השבוע.
7. **הרשמה קדימה:** נדרש לפתח כלי שיאפשר לצוותים לבחור עדיפותות זמנים שבהם הם זמינים ופנויים לטוס או החליפין להזין אילוצים כך שהמערכת תוכל לسانכו את הכל בתהליכי התכנון ולהתחשב במציאות פתרון מיטבי.
8. **כשירות משימה:** כשירות הוא משחו שנבנה לאורך תהליכי הכשרה וניסיון ואין לוزل לו או להמעיט בערכו, נדרש להצמד לדרישות ההז"א גם במחair של צמצום הצוותים הכספיים לשימושה כזאת או אחרת או החליפין עומס יותר גדול לבני כשירות מסויימת.



9. **מנוחה:** תכנון זמני מנוחה צריך להתבסס על כמות ואורך המשימות שביצע איש הצוות בפועל, ולא רק על פרק הזמן שהלך כמו כן פעילות בשעות קיץון.
10. **שקייפות:** לאחר ותהליך האיווש משפייע ברמה האישית על כל איש צוות לפחות פעמיים נוצרת שהדברים נעשים בחדרי חדרים ולא בצהורה שקופה שמציגה את האיזונים, התחשבות בזמן מנוחה וายוצים, מה שלא פוגע מאוד במוטיבציה ומיצרים חיכוכים מיוחדים.
11. **נקודות פתיחה חזקה:** בעת תחילת מערכת, מומלץ להפעיל כוח אדם בכמות גדולה מהנדרש על מנת לאפשר שימור ושחיקה מדורגת, תוך שמירה על גמישות מבצעית, תמיד עדיף להתחיל מאיווש חזק (mobilians, כשירים ביוטר) ואחריו זה לאZN.
12. **שגרת איווש בלחימה:** יש לעבור במהירות מרענון ספורדי לשגרה מסודרת, העדיפות היא לייצר שגרה או קבועות של טיסות בימיים או שעות קבועות לרוב האנשים עד להצליח לנחל חיים/משימות אחרות במקביל.
13. **הארוכות ללחימה ממושכת:** נכון להסתכל על הצורך החדש שהלחימה מביאה אליו וההתאמות כמפורטות הקשרים לכל שימוש בהתאם לצורך.
14. **הכשרות בלחימה:** תקופת הלחימה מביאה אליה הזרמוויות להכיר אנשים בתהליך מזורז ובכברית ניסיון מהירה כתוצאה ישירה של פעילות הלחימה.
15. **חופשיים/ריינונונים:** על מנת להצליח לשמר על האנשים במהלך לחימה ממושכת נכון לבצע תכנון חופשיים/ריינונוניםחצי שנתי/שנתי מראש כדי אחד לייצר וודאות לאנשים ומצד שני לא להביא את הטיisted למצב שהרבה אנשים "נעמלים" במקביל.



## סיכום נתוני כמותיים

.15

מספר	תאריך	עד	מספר פיטרים	מספר שיבוצים	מספר צוות ששובכו	מספר אשי צוות	מספר גיש צוות	מספר אש"א ששובכו	מספר אש"א בכלל	מספר משלוח לאש"א (שבובכו)	מספר משימות צוות (שבובכו)	מספר משימות לאיש צוות (שבובכו)	זמן ממוצע של פ"מ	משך ליפויים	מספר שיבוצים (כשירותה)	מספר שיבוצים (שגויים)	מספר שיבוצים (שגביענו)	מספר שיבוצים (פיניות)	מספר שיבוצים (כבלת'ם)	מספר שיבוצים (מנוחה)	מספר שיבוצים (שהרגנו)
<b>שבוע</b>																					
1	31.12.23	06.01.24	36	474	52	68	2	11	18.22	4.11	6	5	2	8							
2	07.01.24	13.01.24	38	504	55	65	3	14	16.88	3.91	5	6	3	2							
3	14.01.24	20.01.24	65	950	103	17	2	11	20.00	4.49	15	15	1	9							
4	21.01.24	27.01.24	42	590	64	56	3	12	15.11	3.26	8	7	3	3							
5	28.01.24	03.02.24	47	626	68	52	1	11	20.00	4.49	2	10	7	8							
6	04.02.24	10.02.24	53	691	75	45	3	14	19.89	4.45	8	13	3	9							
7	11.02.24	17.02.24	60	864	94	26	3	14	17.57	3.56	13	5	5	7							
8	18.02.24	24.02.24	48	682	74	46	4	14	20.00	4.82	12	7	6	10							
9	25.02.24	02.03.24	53	730	79	41	3	14	20.00	4.99	5	13	5	3							
10	03.03.24	09.03.24	65	950	103	17	3	14	20.00	4.38	16	14	2	3							
11	10.03.24	16.03.24	66	961	105	15	1	13	20.00	4.05	17	8	2	3							
12	17.03.24	23.03.24	48	626	68	52	4	13	20.00	4.93	6	5	3	8							
13	24.03.24	30.03.24	54	722	79	41	5	11	17.43	2.88	13	6	3	1							
14	31.03.24	06.04.24	57	770	96	24	1	13	20.00	4.80	8	11	6	8							
15	07.04.24	13.04.24	55	792	98	22	1	10	20.00	4.19	11	11	3	6							
16	14.04.24	20.04.24	58	757	94	26	5	13	19.26	2.95	6	11	4	7							
17	21.04.24	27.04.24	53	739	92	28	3	13	20.00	4.79	13	6	6	4							
18	28.04.24	04.05.24	33	475	59	61	2	12	20.00	4.41	4	7	6	6							
19	05.05.24	11.05.24	56	814	101	19	4	12	20.00	3.90	15	14	6	3							
20	12.05.24	18.05.24	62	832	103	17	2	11	20.00	4.72	12	8	7	8							
21	19.05.24	25.05.24	46	670	83	37	5	12	20.00	3.93	9	8	3	1							
22	26.05.24	01.06.24	45	594	74	46	1	11	19.98	3.64	9	12	4	4							
23	02.06.24	08.06.24	44	631	78	42	1	11	20.00	4.50	8	11	6	10							
24	09.06.24	15.06.24	62	935	112	8	4	11	20.00	3.94	14	9	10	2							
25	16.06.24	22.06.24	62	851	106	14	1	11	20.00	4.15	13	8	6	6							
26	23.06.24	29.06.24	41	581	72	48	1	11	20.00	3.40	4	11	6	1							
27	30.06.24	06.07.24	43	560	78	42	4	9	14.15	2.96	6	9	2	7							
28	07.07.24	13.07.24	56	801	112	8	4	11	20.00	4.11	9	6	1	4							
29	14.07.24	20.07.24	42	600	84	36	5	10	20.00	4.93	6	9	2	5							
30	21.07.24	27.07.24	41	584	82	38	1	12	20.00	4.10	8	9	3	5							
31	28.07.24	03.08.24	43	608	85	35	1	11	20.00	4.18	7	7	3	6							
32	04.08.24	10.08.24	34	480	67	53	5	11	14.27	2.38	6	3	6	1							
33	11.08.24	17.08.24	32	444	62	58	3	10	20.00	4.22	6	4	5	7							
34	18.08.24	24.08.24	46	608	85	35	3	9	20.00	3.78	6	8	3	7							
35	25.08.24	31.08.24	39	525	73	47	3	10	20.00	3.97	7	8	4	2							
36	01.09.24	07.09.24	53	690	68	52	5	12	13.51	3.78	8	4	4	5							
37	08.09.24	14.09.24	46	662	65	55	1	15	14.23	3.60	8	3	5	11							
38	15.09.24	21.09.24	76	1080	106	14	5	14	18.69	4.32	7	15	4	5							
39	22.09.24	28.09.24	66	896	88	32	5	15	17.71	3.77	15	7	8	12							
40	29.09.24	05.10.24	76	1174	112	8	3	12	20.00	3.77	7	7	7	1							
41	06.10.24	12.10.24	73	1066	105	15	2	12	19.94	4.66	18	20	3	5							
42	13.10.24	19.10.24	76	1066	105	15	1	15	13.94	3.62	15	16	5	11							
43	20.10.24	26.10.24	66	923	91	29	3	12	12.00	2.71	7	11	3	11							
44	27.10.24	02.11.24	45	624	61	59	2	15	16.12	4.05	5	7	4	7							
45	03.11.24	09.11.24	76	1094	108	12	2	14	15.86	3.63	19	5	1	1							
46	10.11.24	16.11.24	55	709	70	50	4	15	20.00	4.19	11	7	4	1							
47	17.11.24	23.11.24	76	1202	112	8	1	14	20.00	4.80	22	15	5	1							
48	24.11.24	30.11.24	37	536	82	38	2	11	20.00	3.94	7	7	3	4							
49	01.12.24	07.12.24	62	875	86	34	3	12	17.95	4.13	16	5	12	1							
50	08.12.24	14.12.24	49	680	67	53	4	15	19.18	3.37	7	8	9	4							
51	15.12.24	21.12.24	70	1033	102	18	1	12	20.00	4.77	9	15	1	11							
52	22.12.24	28.12.24	73	1040	102	18	5	15	20.00	4.90	14	7	8	5							

**טבלה 9 – נתוני טיפול רפואיים לשנת 2024**

**סדר שיבוץ המשימות (תיעוד)**

- משימות מיוחדות או משימות הדורשות כשירותות ייחודית.
- משימות מבצעיות שגרתיות.
- משימות פנימיות (הכשרות, הדרכות, אימונים, ריענון).

**סדר שיבוץ כוח אדם**

- סדירים בטיסת.
- אנשי קבוע בהציג (הצבת חרום).
- אנשי מילואים (בהתאם לזמינות).

**איזון עומסים**

- איש צוות צריך לבצע 100 שעות טיסה בחציון. (בממוצע 17 שעות בחודש).
- המשמעות - להעדיין לשבץ אנשי צוות עם פחות שעות טיסה מצטברות.

**זミニות**

- יש לוודא שהמבצע זמין במועד הנדרש
  - לא בהעדרות/חופש/מחלה/משימה קרתקעית
  - לא משובץ במקביל למשימה אחרת
  - לא נמצא במנוחה לאחר/לפני משימה
- איש מילואים – לא נמצא כל יום ביחידת, לוודא שזמין ביום ובשעות הנדרשות.

**נהלי אישוש**

- לא יותר מ-12 שעות שיבוץ ב-24 שעות.
- לא יותר מ-8 שעות ב-12 שעות רצופות.
- הפסקת מנוחה מינימלית:
  - 4 שעות בין טיסות يوم.
  - 6 שעות בין טיסות לילה.(00:00–22:00)
  - רצוי 8 שעות בין כל משימה.



## שיבוץ אנשי צוות למשימה:

- לכל כלי במשימה נדרש צוות הכלול בין שניים לאربעה אנשי צוות (מפקד, מפעיל כטמ"ם ומטייס חזץ לפי צורך).
- מטייס חזץ משתמש רק בשלבים של המראה, נחיתה או אימון הקפות.
- לא ניתן לשבץ איש צוות ליותר ממשימה אחת במקביל.

## אלוצי כשירות:

- יש לוודא שאיש הצוות כשיר רפואי
- יש לוודא שאיש הצוות בעל הכשירות הנדרשת.
- כל איש צוות נדרש לבצע לפחות טיסת אחת בכל כשירות שמחזיק אחת לחודשים. על מנת שלא ירד מכשירות, יש לתעדף שיבוץ של איש צוות שלא ביצע כשירות במשך חודש וחצי ומעלה.
- מפעיל שלא ביצע טיסה בפרק זמן זה – יורד מכשירות. חוזרת לכשירות דורשת 2 טיסות רצונן מבצעיות שמחייבות ליווי מדריך. המשמעות נדרש לשבץ למשימה כזו גם מדריך טיסת.
- מי שטרם הוסמך ישובץ רק לטיסת הכשרה / אימון בליווי מדריך טיסת.
- מדריך חייב שתהיה לו כשירות של מדריך טיסת, בנוסף על הכשירות הנדרשת לטובת המשימה אותה הוא מדריך.
- אין לשבץ יותר מדריך אחד למשימה. המשמעות שלא ניתן לשבץ למשימה יותר מאשר איש צוות אחד שנדרש לרענון.
- בעל כשירות מפקד ישובץ רק ב"כיסא" מפקד בצוות הטיסה.

## מבנה משימה

- בתחילת כל משימה נדרשת המראה ותעבורה (הגעה ליעד).
  - ברירת המחדל לפריט זה – שעתיים.
- בהתאם לקבוע במשימה יקבע המשך הסופי של פריט זה (כתלות במשך ההגעה ליעד).
- בשלב זה נדרשת נוכחות של מטייס החוץ.
- משך המשימה כולל את שעות הטיסה נטו. משך שעולה על 4 שעות מחולק לפריטים.
  - ברירת המחדל לפריט טיסה היא 4 שעות.
  - לכל פריט טיסה ישובץ צוות נפרד.



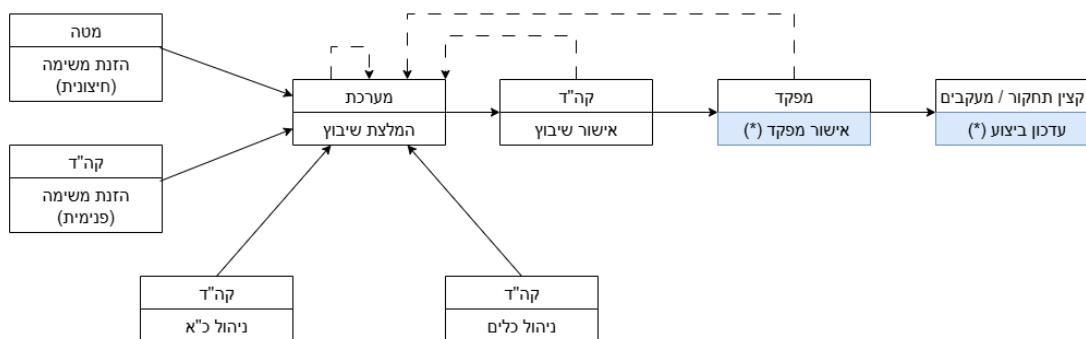
- בשלב זה לא נדרשת נוכחות של מטיס החוץ.
- לפני כל פריט טישה – נדרש תדריך של שעה (התדריך צריך להלך בחשבו לטובת הזמיןות של החזות אך אינוספר כשעת טישה).
- בסיום כל שימוש נדרשת תעבורה ( חוזה מהיעד) ונחיתה.
- בירית המחדל לפריט זה – שעתיים.
- בהתאם לקבוע בשימוש יקבע המשך הסופי של פריט זה ( כתלות במשך ההגעה ליעד).
- בשלב זה נדרשת נוכחות של מטיס החוץ.
- ככל איש צוות לא יכול להיות משובץ לשני פריטים רצופים ללא הפסקה.

#### **משימה הדורשת החלפת כלי**

- בנסיבות ארוכות, מעבר לאיוצי הדלק של הכלים (לפי משך / מרחק) נדרש להחליף את הכלים.
- הכלוי החלופי צריך להגיע ליעד (אחרי המראת ותעבורת) לפני שהכלוי הקודם עוזב אותו (לטובת תעבורת ונחיתה). המשמעות – חפיפה בין הכלים.
- לכל כלי (הקדם והמחליף) – נדרש לשבץ צוות טישה.
- הצוות שמטפל בהמרת ותעבורת הכלוי החלופי, יכול להמשיך ולטפל גם בתעborת, חוזה ונחיתה הכלוי הקודם. זה המקרה היחיד בו צוות יכול להמשיך לפריט צמוד נוסף.

#### **משימה של מספר כלים**

- משימה יכולה לכלול מספר כלים (מבנה/ ערכה).
- נתון זה יופיע במשימה ויריד פ"מ לכל כלי בנפרד.
- בהיבט השיבוץ – יש להתייחס לכל כלי כמשימה נפרדת ולשבץ לו צוות נפרד.
- בהיבט המבצעי יש חשיבות לשיבוץ כלל הכלים לטובת ביצוע המשימה.



תרשים 15 – תהליכי השיבוץ המוצע

**שינויים מרכזיים בתהליכי השיבוץ****בסיס נתונים רחב אוודות כוח אדם וכליים**

- יהיה ניהול מרכזי של **כל הנתונים הרלוונטיים** אודות כל חברי הצוות ובכלל זה נתוני השירות מקצועית ורפואית, זמינות, שיבוצים קודמים ועתידיים וזמני מנוחה נדרש.
- בשלב ראשון, ידרש עדכון יدني של נתונים אלו לטובות עדכניות המערכת, אך בהמשך עדכונים אלו יבוצעו באמצעות ממשקים למערכות קיימות / יכולות חדשות שיפתחו.

**шибוץ**

- במקומות שיבוץ יدني, נעשה שימוש במערכת אופטימיזציה המציע **המלצת שיבוץ** חכמה לכל שימושה.
- ההמלצה המבוססת על כללי השיבוץ שהוגדרו ולוקחת בחשבון את הנתונים העדכניים אודות חברי הצוות הקיימים במערכת.
- כלל ההוראות השיבוץ עוברות לאישור הקה"דית, שיכולה לאשר או לתקן את השיבוץ.
- כלל ההוראות השיבוץ מתקבלת התראעה, ואם עברה אישור קה"דית, מופנית אוטומטית כל חריגת מכלי השיבוץ מקבלת התראעה, וגם עברה אישור קה"דית, מופנית אוטומטית לאישור מפקד.
- כל הוספה של שימוש / עדכון שימוש קיימת, מאפשר עדכון המלצה השיבוץ של המערכת, שוב על סמך כל כללי השיבוץ, וגם המלצה זו צריכה לקבל אישורים.



## תפקיד הקה"דית

- הקה"דית הופכת מגורים משbez, המבצע משימות סזיפיות ללא בסיס נתונים מלא ותקין לגורם מאשר, מקבל ההמלצה ובמידה ויש גם את סימון החריגות.
- בשלב ראשון, הקה"דית תהיה אחראית (אך לא בהכרח המבצעה היחידה) על עדכון שוטף של נתונים כוח אדם וכליים במערכת. כאמור בהמשך העדכון יהיה מבוסס ממשקים אוטומטיים.

## אישור מפקד

- אישור המפקד **מחייב** כאשר השיבוץ חורג מהכללים שהוגדרו.
- עם זאת, המפקדים יכולים לקבל בכל רגע נתון תמונה מצב מלאה אודות כל המשימות וארגוני הצוות לטובת קבלת החלטות.

## ביצוע בפועל

- ככל מקרה בו היה שינוי בין הביצוע בפועל לבין השיבוץ, קצין תחקור / מעקבים יעדכן את השינויי שירות המערכת (ולא בלוחות או בקובץ Excel). המערכת תדאג לעדכן  **מיידית** את נתונים השירות והעומסים ואת לוחות הבקרה בהתאם.

## שליטה ובקירה

- כל הגורמים המעורבים בתהליך יכולים לקבל בכל רגע נתון תמונה מצב מלאה ומקיפה של כלל הפרמטרים הרלוונטיים (שירותות קיימת, שירות שעומדת לפוג, עמידה בייעדי שיבוץ אישיים, עומסים ) וכן נתונים פרטניים לאיש צוות לטובת קבלת החלטות.
- הצגת הנתונים תהיה מלאה וскопה, אך בהתאם להרשאות שיווגdro, על מנת לשמור על צנעת הפרט.



על מנת להמחיש את המערכת המוצעת פותח אב טיפוס באמצעות Base 44. היות והכלי נמצא בען והופך למשותף ולא ניתן להגביל את הגישה לנוטנים ולקוד, מושקולי אבטחת מידע בזעעה "הלבנה" של הנוטנים כאילו שמדובר על חברת רוחניים אזרחית. המונחים הושבו בהתאם, תוך ביצוע הקבלה במידת האפשר (תפקידים, כשרויות, תהליכי העבודה), ומאוד קל להבין את ההקשר ואת ההקלות.

**מס' הבית** - מספק תמונות מצלב עדכנית של סטטוס החברה, תוך הצפת הדגשים הクリיטיים לתהיליך: סטטוס משימות ושיבוצים, הצפת חריגים, סטטוס כשרויות ועמידה ביעדים.

The screenshot displays the Skyward Ops system interface. At the top, there's a header with the date '19/07/2025', the title 'סקירת בית' (Home Survey), and the 'Skyward Ops' logo with a subtitle 'טערטיה שבוך ובקרה'.

The main content area is titled 'סטטוס חברות רוחניים' (Non-Governmental Organization Status) and includes a sub-section 'סטטוס עדכני' (Up-to-date status). This section shows a table with columns: מסדרן העניין (Subject Order), שם פרטי (First Name), שם משפחה (Last Name), וסס (SSN), דוד (Dad), דוד עטוף (Dad's Wrap), כוונת שימוש כללי (General Use Intention), משימות שירותים צבאיים (Military Service Tasks), משימות שירותים אזרחיים (Civilian Service Tasks), כוונת שירותים כללית (General Service Intention), משימות – פעילות רחפן (Tasks - Cleaning Activity), משימות – טיפול רפואי (Tasks - Medical Treatment), משימות – טיפול רפואי וחיה (Tasks - Medical Treatment and Life), משימות – תומך משילה (Tasks - Supportive), משימות – תומך – דודן (Tasks - Supportive - Dad).

Below this are four callout boxes:

- ו. סטטוס כשרויות**: Shows counts for 5, 3, 2, 0, 7, 4, 3, 1.
- ש. שיבוצים חריגים**: Shows counts for 2, 1, 0.
- ט. סטטוס שעוט טיסות**: Shows counts for 19, 22, 4, 8, 11, 2, 16, 64, 8, 6, 15, 4.
- ו. סטטוס אנשי צוות**: Shows counts for 5, 0.

The right side of the interface features a vertical navigation menu with sections like 'תפריט ראשי' (Main Menu), 'סקירת בית' (Home Survey), 'ט. ויהל עטיפים' (W. General Services), 'ט. ויהל משימות' (W. Task Management), 'ט. ויהל שירותים' (W. Service Management), 'ט. אשור מנגנון' (W. Approval Mechanism), 'להוחה בקרה' (Checklist Control), 'א. איש' (A. Person), 'ב. שירותים צבאיים' (B. Military Services), 'ג. שירותים אזרחיים' (C. Civilian Services), 'ד. עטיפים' (D. General Services), 'ה. כשרויות' (E. Permits), and 'ו. חירנות' (F. Privacy).

**תפריט** - לכל אורך המערכת, בצד ימני של המסך, קיימן תפריט המאפשר ניווט בין המסכים. חלקו הראשון של התפריט כולל מסכי עבודה המשורדים לפי סדר כרונולוגי של התהיליך. חלקו השני – מפורטים כל לוחות הבקרה השונים.



## מסכי ניהול נתוני צוותי הטיסה ותהליכי השיבוץ

**מסמך ניהול עובדים** - מאפשר צפיה מרווחות בכל רשותת אנשי הצוות.

לכל איש צוות יש מספר עובד המזהה אותו, שם מלא, סטטוס זמינותו הנוכחי, מקצועו, סוג העסקה (המקביל לשוג שירות – חובה, קבוע ומילואים), המוצגים בטבלה הבסיסית.

ניתן לבצע הרחבה לרשומה בודדת או לכל העובדים ולקבל פרטים נוספים בדges על כל התקשורת (רפואית ומקצועית) ועל נתוני הזמינות (מתי העובד אינו זמין).

שם מלא	סטטוס	מקצוע	מספר זהב
לא זמין	לא פעיל	.DriverManager	345678903
לא זמין	לא פעיל	.DriverManager	891234567
לא זמין	לא פעיל	.DriverManager	234567882
לא זמין	לא פעיל	.DriverManager	567891234
לא זמין	לא פעיל	.DriverManager	234567891
לא זמין	לא פעיל	.DriverManager	456789123

וכן להוסיף עובדים נוספים (באמצעות כפתור בראש המסך משמאל).

מכל רשומות עובד - ניתן להציג למסכי עrica של פרטי העובד ושל הזמינות.

**מסמך ניהול זמינות** – יכולת להוסיף טווחי תאריכים או שעות בהם העובד אינו זמין (חופש, מחלה וכדומה). ההזנה יכולה להיות מרווחות או לאפשר לכל עובד להזין את הזמינות שלו.

**הוסף זמינות עבור ליאת חדד**

**תקופות חסור זמינות קיימות**

לא נמצאו תקופות חסור זמינות.

**הוסף תקופה זמינות**

כל היום

תאריך התחלתה: dd/mm/yyyy

תאריך סיום: dd/mm/yyyy

סיבה (אופציונלי):  
לדוגמא: חופשה

**+ הוסף**



## מץ' ערךת עובד – יכולת להוסיף או לעדכן מידע על עובד.

בעת הוספת עובד ראשוני יש שדות שמודרים כחוּבה והיתר ניתנים להוספה בהמשך. כאמור בהמשך חלק מהנתונים יכולים להתעדכן באמצעות משק למערכות כוח האדם של צה"ל. רכיב זה יהיה הרכיב הראשון שיפתח ויספק כבר בשלב הראשוני את בסיס הנתונים המלא והנדרש על אנשי הצוות לטובת תהליכי השיבוץ.

**ניהול עובדים**  
רשימת CIA וכשרחות

**ערוך עובד**

שם משפחה <input type="text" value="חדר"/>	שם פרטי <input type="text" value="לאט"/>	מספר עובד <input type="text" value="345678903"/>
סוג העסוקה <input type="text" value="קבוע"/>	مكان העבודה <input type="text" value="מעסיל רפואי"/>	
כישורת רפואית		
תאריך אישור <input type="text" value="20/03/2024"/>	סטטוס כישורת <input type="text" value="មואשר"/>	
הכשרות		
הכשרה בסיסית הסתות לויי/רענן <input type="text" value="0"/>	תאריך הוספה אחרונה <input type="text" value="19/06/2024"/>	סטטוס <input type="text" value="הוסף"/>
הכשרה מתקדמת הסתות לויי/רענן <input type="text" value="0"/>	תאריך הוספה אחרונה <input type="text" value="dd/mm/yyyy"/>	סטטוס <input type="text" value="ללא"/>
הכשרה מיוחדת הסתות לויי/רענן <input type="text" value="0"/>	תאריך הוספה אחרונה <input type="text" value="dd/mm/yyyy"/>	סטטוס <input type="text" value="ללא"/>
צפיפות לילה הסתות לויי/רענן <input type="text" value="0"/>	תאריך הוספה אחרונה <input type="text" value="dd/mm/yyyy"/>	סטטוס <input type="text" value="ללא"/>
מדריך הסתות לויי/רענן <input type="text" value="0"/>	תאריך הוספה אחרונה <input type="text" value="dd/mm/yyyy"/>	סטטוס <input type="text" value="ללא"/>
<b>פעולות</b> <span style="background-color: green; color: white; padding: 2px 10px;">שפרה</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 10px;">ביטול</span> <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px 10px;">X</span>		



## מץ ניהול רחפניות - מץ זה אינו חלק מהתוכולה הראשונית ומהוות הדוגמה ליכולות הרחבת

### המערכת בהמשך

**ניהול רחפניות**  
טלאי רחפניות וטראנספורט

**רשימת רחפניות (13)**

שם רחפן	טלאי	טראנספורט	טראנספורט	טראנספורט
Autel EVO II Pro	DR-1084			
Autel EVO II Pro	DR-1089			
Autel EVO II Pro	DR-002			
DJI Agras T40	DR-1087			
DJI Agras T40	DR-1082			
DJI Agras T40	DR-003			

**ניהול משימות**  
ניהול משימות יומיות ותוכנן מראש

**רשימת משימות (15)**

שם משימה	שם המשימה	תאריך	זמן	טאג	טראנספורט	טראנספורט	טראנספורט
הזרמת ליקוי	הזרמת ליקוי	20/07/2025	13:00 - 11:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
בדיקת קוות	בדיקת קוות	21/07/2025	15:30 - 09:30	רחל	הדרת	שוכן	RGB
בקרה תענוגה	בקרה תענוגה	21/07/2025	20:30 - 10:30	רחל	הדרת	שוכן	RGB
איסון לילה	איסון לילה	22/07/2025	23:00 - 20:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
סריקות אדריכליות	סריקות אדריכליות	23/07/2025	11:45 - 08:45	רחל	הדרת	שוכן	RGB
סירות גבול צפון	סירות גבול צפון	23/07/2025	20:45 - 12:45	רחל	הדרת	שוכן	RGB
ריענון נמל חיקום	ריענון נמל חיקום	24/07/2025	16:00 - 13:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
אבטחת גבולות	אבטחת גבולות	25/07/2025	08:00 - 04:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
טיסות סכביתי	טיסות סכביתי	26/07/2025	10:00 - 06:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
הזרמת תוכנה חדשה	הזרמת תוכנה חדשה	27/07/2025	12:00 - 10:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB

**מץ ניהול משימות** - מץ זה מאפשר ניהול מרכזיז של כל השירותים (פ"ם) הפעילות.

לכל משימה יש מספר משימה מזוהה, שם משימה, תאריך וטוווח שעות, סוג משימה, עדיפות (על מנת להבין האם מדובר על משימה פנימית, חיצונית או מבצעית דחופה לטובת התיעודף בהמשך) סטטוס שיבוץ המוצגים בטבלה הבסיסית. כמו בכל מסכי הרשימות בראש הטבלה מופיעות יכולות סינון ומילון.

**ניהול משימות**  
ניהול משימות יומיות ותוכנן מראש

**רשימת משימות (15)**

שם משימה	שם המשימה	תאריך	זמן	טאג	טראנספורט	טראנספורט	טראנספורט
הזרמת ליקוי	הזרמת ליקוי	20/07/2025	13:00 - 11:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
בדיקת קוות	בדיקת קוות	21/07/2025	15:30 - 09:30	רחל	הדרת	שוכן	RGB
בקרה תענוגה	בקרה תענוגה	21/07/2025	20:30 - 10:30	רחל	הדרת	שוכן	RGB
איסון לילה	איסון לילה	22/07/2025	23:00 - 20:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
סריקות אדריכליות	סריקות אדריכליות	23/07/2025	11:45 - 08:45	רחל	הדרת	שוכן	RGB
סירות גבול צפון	סירות גבול צפון	23/07/2025	20:45 - 12:45	רחל	הדרת	שוכן	RGB
ריענון נמל חיקום	ריענון נמל חיקום	24/07/2025	16:00 - 13:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
אבטחת גבולות	אבטחת גבולות	25/07/2025	08:00 - 04:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
טיסות סכביתי	טיסות סכביתי	26/07/2025	10:00 - 06:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB
הזרמת תוכנה חדשה	הזרמת תוכנה חדשה	27/07/2025	12:00 - 10:00	רחל	הדרת	שוכן	RGB



גם כאן ניתן באמצעות כפטורים בראש המסך משמאל:

- להוסיף **משימות נוספות**
  - לשבץ משימה בודדת / את כל המשימות החדשות באמצעות מודל האופטימיזציה.
  - מכל רשותה משימה ניתן להסתעף אל:
  - ערכית פרטיה המשימה
  - שיבוץ המשימה באופן ידני / מפיה בפרטיה המלצה השיבור
  - **מסך ערכית משימה** – יכולת להוסיף או לעדכן מיידע על משימה.

בעת הוספה עובד ממשימה ראשונית יש שדות שמודדים בחוותה והיתר ניתנים להוספה בהמשך.

כואן ניתן גם להגדיר את מספר הכלים וזמן ההגעה ליעד הנדרשים לשיבוץ.

כאמור בהמשך חלק מהנתוניים יכולים להתעדכו באמצעות ממשק למערכות ה-*פ'ם* של חיל האויר.

ערצת פשיטה

שם המשימה										
הדראה	סוג המשימה	הדרכת ל��								
הדראה	תאריך ועתת סיום	תאריך ועתת התחלת								
	13:00 20/07/2025	11:00 20/07/2025								
מספר כלים	כשירות גדרשת	עדיפות								
1	מדריך	רجل								
הגדרת כלים										
<table border="1"> <tr> <td>כלי #1</td> </tr> <tr> <td>סוכן הכליל</td> </tr> <tr> <td>מערכות נדרשות</td> </tr> <tr> <td>בחר ממערכות נדרשות</td> <td>בחר סוג כלי</td> </tr> <tr> <td colspan="2">▼</td> </tr> </table>				כלי #1	סוכן הכליל	מערכות נדרשות	בחר ממערכות נדרשות	בחר סוג כלי	▼	
כלי #1										
סוכן הכליל										
מערכות נדרשות										
בחר ממערכות נדרשות	בחר סוג כלי									
▼										
موقع היעד										
שם המקום										
נ"צ	שם העיר									
נ"צ היעד	שם העיר									
marsh הגעה משוער (డיקות)	(מ"מ) מרחק (מ')									
0	0									
הערות										
הערות נוספות										
סטטוס										
שבץ										
<input type="button" value="שמירה"/> <input type="button" value="ביטול"/> <input type="button" value="X"/>										



**מס' ניהול שיבוצים** - מס' זה מאפשר קבלת כל המשימות הרלוונטיות (ממתיינות לשיבוץ, ששובצו באופן אוטומטי וממтиינות לאישור, השיבוץ אושר וממтиינות לביצוע, אך ניתן לעדכנו).

**מсад שיכון למשימה** – יכולת צפות בשיכון, לשכז ידנית, או לעדן שיכון למשימה.

**פרטי המשימה מופיעים בראש המסך.**

המערכת יודעת לחלק את המשימה לפריטים (השלבים במשימה) בהתאם לכלי השיבוץ.

עבור כל פריט מופיעים כל בעלי התפקידים הרלוונטיים ורק הם.

במקורה של שיבוץ אוטומטי פרטיים אלו יועברו למודל האופטימיזציה.

על כל חrigה בזמינות או בכשירותות.



**מסמך אישור ניהול** – מסך דומה למסמך **шибוץ למשימה**, המרכז למנהל את כל המשימות ששובצו.  
ומתניות לאישורו (בין אם בשל חריגה או בשל בקשה פרטנית) ללא צורך בסינויים וchipושים.

19/07/2025 אישורי ניהול Skyward Ops מעדכנת שבסוף ובסוף

אישור ניהול

משימות והתקינות לאישור מנהל ראשי

הסמכה לאישור מנהל ראשי

סמכה הראשית

אין משימות סמוכות לאישור

כל המשימות סופלו או אישרו

לחות בקרה

אשרי

שכגיאות זיהויים

שכגיאות שחזורים

על

עטיפות

בשירותות

חזרות

## לוחות הבדיקה

**לוח בקרה אישי** – מציג את כלל הנתונים אודוטות כל איש צוות, לרבות נתוני שיבוץ מצטברים. כל איש צוות יוכל לצפות בלוח שלו ולראות את העומס היחסי שלו, על מנת לאפשר שקייפות וליצור אמון במערכת.

לוח בקרה אישיש

19/07/2025

Skyward Ops

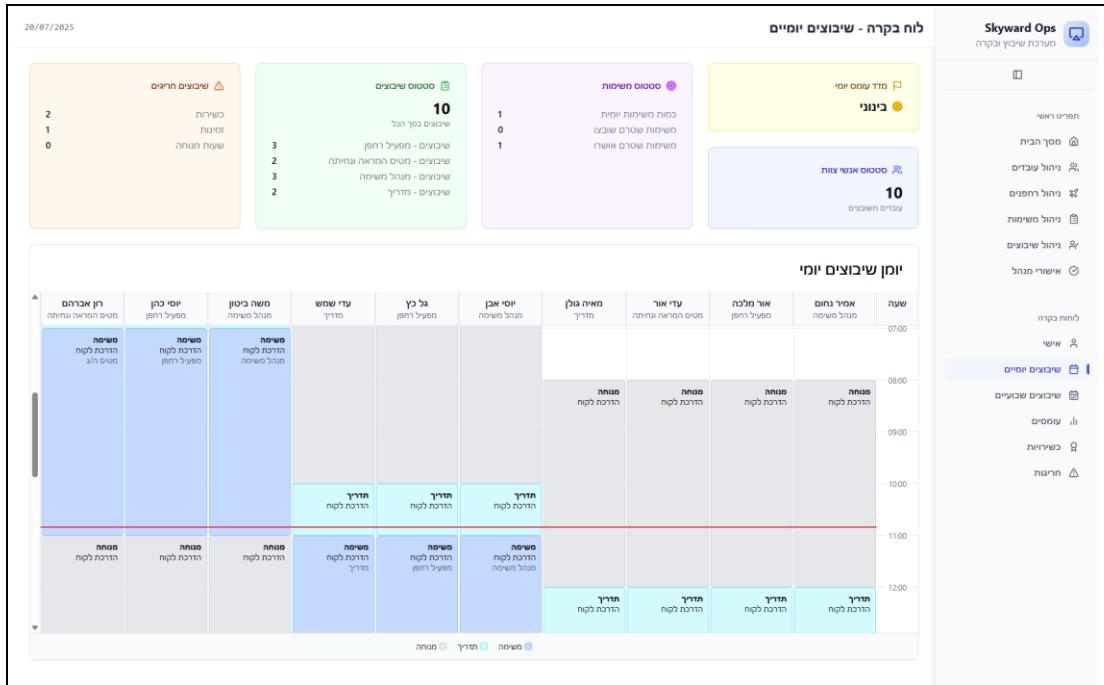
מרכז שוטף ובקה



**لوح בקרה - שיבוצים יומיים** – מציג תומנות מצב עדכנית ברמה יומית וכן יומון יומי מפורט המציג

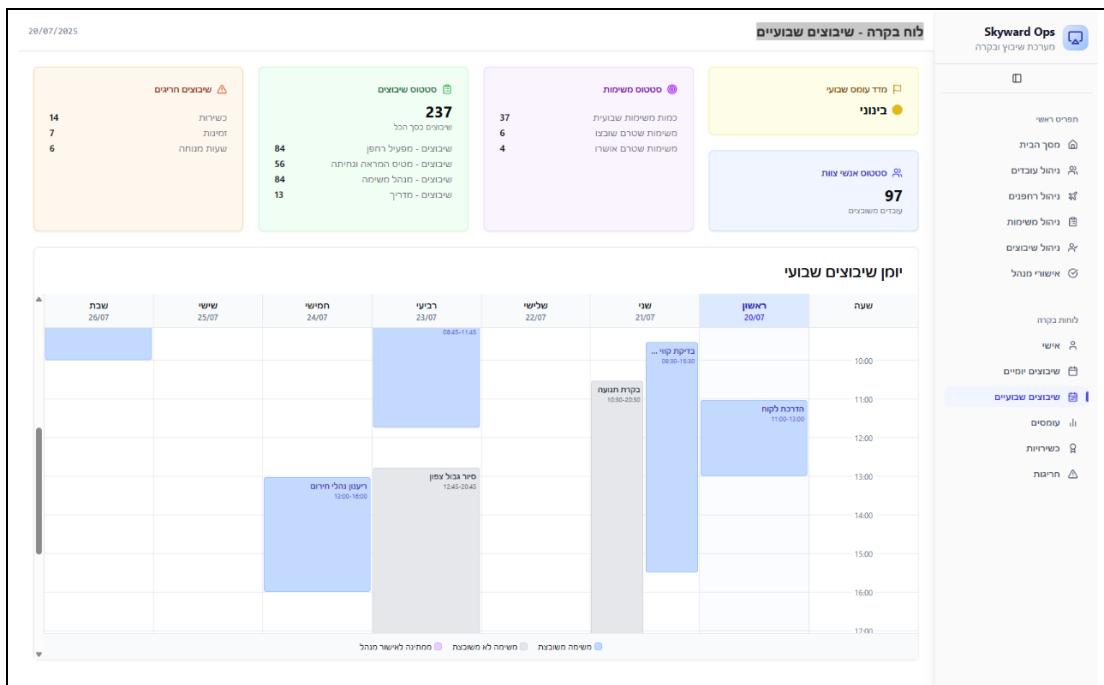
את כל השימושים ברמת איש צוות המשובץ לתפקיד ספציפי בפרט ספציפי במשימה.

כמו כן מוצגים זמני המנוחה של כל עובד והזמנים בהם אין זמין.



**לוח בקרה - שיבוצים שבועיים** – מציג תמונות מצב עדכנית ברמה שבועית וכן יומן שבועי המציג

את כל המשימות המתוכנות במהלך השבוע, לרבות סטטוס השיבוץ של כל משימה.



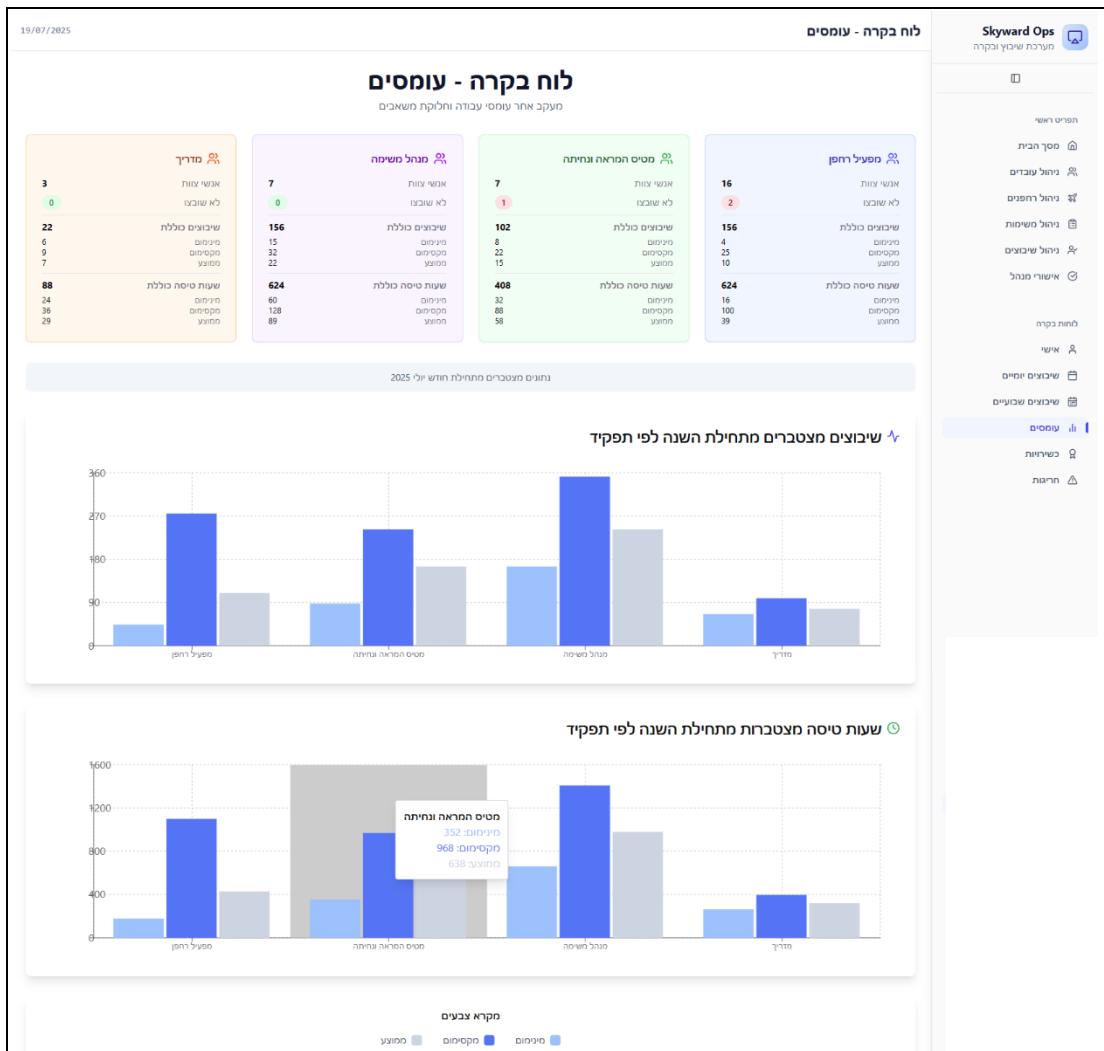


**לוח בקרה – עומסים** – מציג תמונה מצב עדכנית בנוגע לנוטוני העומסים (шибוצים ושעות טיסה),

**בחתקן של המקצועות השונים ברמה חודשיהם.**

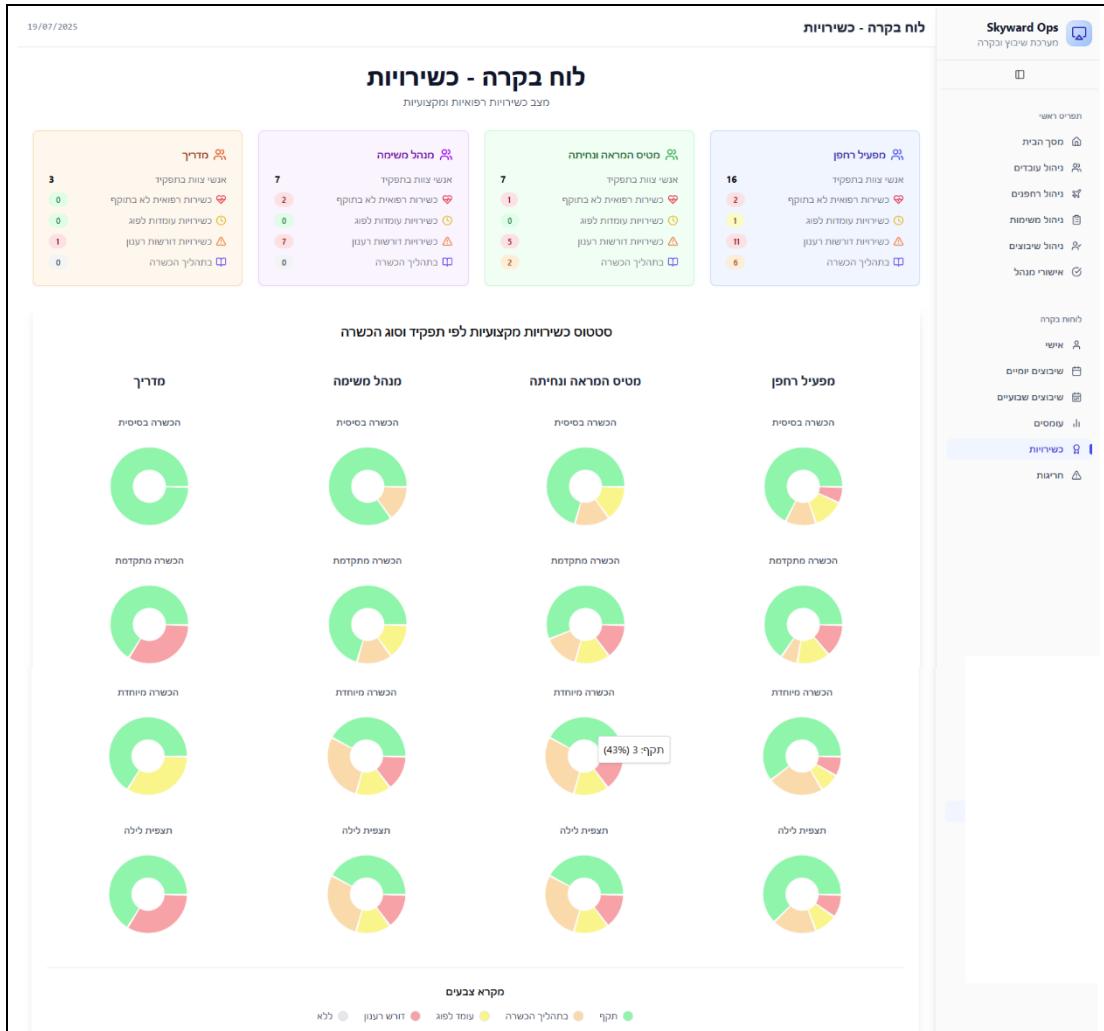
כמו כן יש פירוט ברמה שנתית עבור כל מקצוע לגבי מدد חסר האיזון בעומסים (מינימום מקסימום וממוצע), תוך שימוש באמצעי המכחשה ויזואליים.

מזה אפשר גם הבנה לגבי העמידה ביעדים (ברמת שעות טיסה לאיש צוות).





**لوح בקרה – כשיריות** – מציג תמונה מצב עדכנית בנוגע לנוטני הכשירותות (רפואה ומקצועית), בחתך של המקצועות השונים כמו כן יש פירוט לכל מקצוע ולכל כשירותות לגבי סטטוס הכשירות, תוך שימוש באמצעות המחשב ויזואליים.





**לוח בקרה – חריגות** – מציג תמונה מצב עדכנית בנוגע ליריגות מנהליים (זמיןות, כשירות ושבועות מנוחה), בהתאם למתקנים השונים  
כמו כן יש פירוט לכל סוג חריגת, לפי מקצוע, לאורך זמן (מתחילת השנה), תוך שימוש  
באמצעי המכחשה ויזואליים.



חשוב להזכיר כי מדובר באב טיפוס ראשוני, (Proof of Concept) אשר פותח לצורך הדגמה והוכחת התכונות בלבד ואינו ממש בפועל את כלל הלוגיקה. בהיעדר נתונים חלק מლוחות הבקרה, מומשו כ mockup.

מצורף קישור לאב הטיפוס, שהוא פעיל ונitin להתקנות ולהתרשס:

<https://app--skyward-ops-02d143a6.base44.app>



### מטרת המודל

במטרה לשפר את יעילות השיבוץ של משימות מבצעיות בטיסת בטמ"ם, פותח כלי אופטימיזציה המבוסס על מודל מתמטי בחקר ביצועים. המודל נועד לאפשר שיבוץ אופטימלי של כוח אדם למשימות ולשלבים, בהיבטי איזון עומסים ויכולת מענה למשימות חשובות ודחופות בהתבסס על מגבלות זמינות, כשירות רפואי, כשירות טכנית, אילוצי שעות מנוחה ותיעודף משימות.

### הנחת העבודה

פירוק המשימות לשלבים (פריטים), הגדרת משך הזמן של כל שלב, הגדרת בעלי התפקידים הנדרשים בכל שלב (מפקד, מפעיל, מטיס חוץ), יבוצעו בשלב מקדים ויועברו כפרמטרים לכל כי זה.

### קבוצות

I ∈ I אנשי הצוות

k ∈ K המשימות

J ∈ J השלבים במסימה

R ∈ R - תפקידים (מפקד, מפעיל, מטיס חוץ)

Q ∈ Q – כשירותות מקצועית

T ∈ T - נקודת זמן מסויימת

### פרמטרים חיצוניים

#### משימה / שלב

q<sub>k</sub> - ההצלחות הנדרשת למשימה k (למשימה נדרשת כשירות אחת)

j<sub>k</sub> – השלבים במסימה k

r<sub>j,k</sub> – התפקידים הנדרשים בשלב j במסימה k

p<sub>k</sub> ∈ {1,5,100} – תיעודף משימה k (1 משימה פנימית, 5 משימה חיצונית, 100 משימה מבצעית

(דhopה)

s<sub>j,k</sub> – שעת התחלה שלב k במסימה j

f<sub>j,k</sub> - שעת סיום שלב k במסימה j

d<sub>j,k</sub> - משך הזמן שדורש שלב j במסימה k (בשעות)

• יczon ci s<sub>j,k</sub> = f<sub>j,k</sub> –



### איש צוות

$r_i$  – התפקיד של איש צוות  $i$

$h_i \in \{0,1\}$  – האם לאיש צוות  $i$  יש כשרויות רפואית (0 אין, 1 יש)

$Q_i \in Q$  – תת קבוצת ההצלירות הקיימת לאיש הצוות  $i$

$c_{i,q} \in \{0,1,2\}$  - סטטוס כשרויות  $q$  עבור איש הצוות  $i$ , (0 לא כשיר, 1 כשיר, 2 כשיר בלוני מדריך)

$a_{i,t} \in \{0,1\}$  - האם איש צוות  $i$  זמין בזמן  $t$  (0 לא זמין, 1 זמין)

### משתני החלטה

$X_{i,j,k,r} \in \{0,1\}$  - האם איש צוות  $i$  שובץ לתפקיד  $j$  בשלב  $k$  במשימה  $r$  (0 לא שובץ, 1 שובץ)

### פונקציית מטרה

- פונקציית מטרה ראשונית

השאיפה שיהיה כמה שיותר שוויין כלומר שלא יוצר פער בין איש הצוות העמוס ביותר (סך שעות העבודה) לבין איש הצוות הכى פחות עמוס.

תחילה נחשב את  $W$  - ממוצע שעות הטיסה של אנשי הצוות :

$$W = \frac{1}{|I|} \sum_{i \in I} \sum_{j,k} x_{i,j,k,r} \cdot d_{j,k}$$

$|I|$  - גודל קבוצה  $I$

פונקציית המטרה תהיה **מיעור אי השוויון** בעומס, כלומר נרצה שסק ההפרשים בין שעות הטיסות המצביעות של כל אחד מאנשי הצוות לממוצע יהיה מינימלי.

$$\min \left( \sum_i \left| \sum_{j,k} x_{i,j,k,r} \cdot d_{j,k} - W \right| \right)$$

- פונקציית מטרה חלופית

על מנת לתת מענה למשימות בלתי צפויות בתיעוד גובה, עבור משימות שבוצעו או שבתהליך נקבע את  $X$  הקשור אליה ונתJOR מחדש את הבעיה עם המשימה החדשה שנכנסה ונשתמש בפונקציית מטרה חלופית :

$$\text{Max} \left( \sum_k P_k \cdot \left( \sum_{i,j} x_{i,j,k,r} \right) \right)$$



היות ומשימה מבצעית דחופה תקבל תיעודך משמעותית גבוהה ממשימות אחרות פונקציית המטרה תביא לтиיעוד משימות אלה על פני אחרות.

#### פונקציית מטרה מושלבת

היות וגם שיקולי העומס וגם המענה למשימות מבצעיות דחופות חשובות ליחידה, ניתן לשלב בין 2 פונקציות המטרה, תוך שקלול ביניהן :

$$\max \left( \alpha \cdot \left( \sum_k P_k \cdot \left( \sum_{i,j} x_{i,j,k,r} \right) \right) - \beta \cdot \left( \sum_i \left| \sum_{j,k} x_{i,j,k,r} \cdot d_{j,k} - W \right| \right) \right)$$

א - מקדם המשקל של **тиיעוד המשימות**. משקף את החשיבות היחסית של ביצוע משימות

בעלות עדיפות גבוהה. לדוגמה ( $\alpha = 5$ )

ב - מקדם המשקל של **אייזון העומסים**. משקף את החשיבות היחסית של חלוקה שוויונית של שעות העבודה בין אנשי הצוות. לדוגמה ( $\beta = 3$ )

#### אלוצים

##### 1. шибוץ יחיד לתפקיד בשלב

$$\sum_i x_{i,j,k,r} = 1 \quad \forall j, k, r$$

כל תפקיד בכל שלב בכל משימה במערכת חייב איש צוות אחד בלבד.

##### 2. מניעת הקצאות חופפות לאיש צוות

$$\sum_{(j,k) \in \text{overlap}(t)} x_{i,j,k,r} \leq 1$$

$s_{j,k} \leq t \leq f_{j,k}$  כל שילובים ( $j, k$ ) כך ש  $t \in \text{overlap}(t)$

לא ניתן לשבץ את אותו איש צוות ליותר שיבוץ אחד בויזמנית.

##### 3. תפקיד אנשי הצוות

$$x_{i,j,k,r} = 0 \quad \forall i \text{ if } r_i \notin r_{j,k}$$

איש צוות לא יכול להיות משובץ לביצוע שלב מסוים במשימה אם אינו בעל התפקיד הנדרש, ולכן ערך משתנה החלטה יהיה אפס.



#### 4. כשירות רפואי אנשי צוות

$$x_{i,j,k,r} = 0 \quad \forall i \text{ if } h_i = 0$$

איש צוות לא יכול להיות משובץ לביצוע משימה אם אינו בעל כשירות רפואי.

#### 5. כשירות מקצועית אנשי צוות

$$x_{i,j,k,r} = 0 \quad \forall i \text{ if } q_k \notin Q_i \cup c_{q,i} = 0$$

איש צוות לא יכול להיות משובץ לביצוע משימה אם אינו בעל הכשירות המקצועית הנדרשת למשימה או שסתום הנסיבות אינואפשר שיבוץ.

#### 6. זמןנות אנשי צוות

$$x_{i,j,k,r} = 0 \quad \forall i$$

$$\forall (j, k, t) \quad s_{j,k} \leq t \leq f_{j,k} \cap a_{i,t} = 0$$

איש צוות לא יכול להיות משובץ לביצוע משימה אם בטוחה הזמנים של השלב הרלוונטי במשימה הוא לא זמין.

#### 7. מנוחה בין משימות

$$X_{i,j,k,r} + X_{i,l,m,r} \leq 1 \quad \forall i$$

$$\forall (j, k), (l, m) \quad 0 \leq S_{l,m} - F_{j,k} < b$$

$L \in I$  השלבים במשימה העתידית

$M \in m$  המשימות עתידיות

b – זמן מנוחה בין משימות לאדם (בשעות)

uber 00:00< $t$ <06:00 = b (שיבוץ לילה)

uber 00:00< $t$ <22:00 = b (שיבוץ יום)

איש צוות לא יכול להיות משובץ לביצוע משימה אם לא נח לפחות b שעות מהמשימה הקודמת ששובץ אליה.



#### 8. מגבליות שעות עבודה ביממה

$$\sum_{j,k} d_{j,k} \cdot x_{i,j,k,r} \leq 12 \quad \forall i$$

איש צוות לא יכול להיות משובץ לביצוע משימות אם המשך המctrבר של כל השיבוצים שלו עלולים על המקסימום המותר ביממה (לא יותר מ 12 שעות עבודה בכל 24 שעות).  
איולץ נוסף של לא יותר מ 8 שעות בכל 12 שעות מקבל ממילא מענה באילוץ של מנוחה בין משימות).

#### 9. צורך במדריך

אם איש צוות הינו בעל הנסיבות הנדרשת למשימה k, אך רק בליווי מדריך, ככלומר עבורו מתקיים :

$$q_k \in Q_i \cap c_{q,i} = 2$$

از שיבוץ שלו לשלב במשימה מחייב שיבוץ איש צוות נוסף שהינו הן בעל הנסיבות הנדרשת והן בעל כשרונות מדריך לאותו שלב במשימה ועבורו מתקיים :

$$q_k \in Q_i \cap q_g \in Q_i \cap c_{q,g} = 1$$

q – כשרונות מדריך

I – g – איש הצוות שיישמש בתפקיד מדריך

$$\sum_g X_{g,j,k,r} \cdot c_{q,g} = 1$$

**סיכום משוב משתמשים - מפקד טייסת 320 (1) 17/07/2025**

במהלך הצגת המערכת הוצגו העקרונות המרכזיים של הכלים שפיתחנו במסגרת הפרויקט, שמטרתם לשפר את תהליכי השיבוץ וניהול כוח האדם בטיסות. במסגרת הפיזונטציה הודגש כי הכלים המוצעים מתבססים על תשתיות קיימות כבר היום ברשות המבצעית של צה"ל, מה שיאפשר מעבר חלק ולא עליות משמעותיות להטמעתם.

מפקד הטייסת ציין לחיוב את התפיסה הכלולת שהוצאה, המשלבת בין מערכת טכנולוגית חדשה לניהול נתונים ומידע, בין הת Yiיחסות מעמיקה לאילוצים תעופתיים, רפואיים ואישיים של אנשי הכוחות. עוד ציין לטובה את יכולת המערכת להציג תמונה מצב מדוקית וברורה למפקדים בזמן אמת, ולהציג באופן אוטומטי הצעת שיבוץ מיטבית התואמת את כל האילוצים.

המפקד שם דגש רב על האופן שבו נכוון לבצע את תהליכי החטעה, בהתאם להמלצות שהוצעו. הוא ציין כי יש חשיבות להטמעה הדרגתית הכלולת תקופת מעבר שבה יופעלו במקביל הכלים הקיימים והחדשים, כדי לוודא את הבשנות והמכוננות של אנשי הכוח לשימוש שוטף בכלים החדשניים. כמו כן, הוא הדגיש את החשיבות ביצוע ההצלחות מסווגות למשתמשי הקצה (פקמ"ציות, קה"דיות, סמ"טים) ובמיוחד נציגים מtower היחידה שיקחו על עצם תפקיד של מומחי תוכן וילוו את התהליך, כפי שהוצע. לדעתו ומנסיון עבר בהטמעת מערכות חדשות, אחד האתגרים בפועל יהיה להרגל את צוותי הטייסת להשתמש במערכת, ובdagsh על אנשי המילואים שרגילים "שיטת הישנה" כבר הרבה שנים.

בנוסף, ציין המפקד את החשיבות שבמנגנון תחקור מסודר שלילוה כל שלב בתהליך, לצד ביצוע מדידה ברורה של ביצועי הכלים והשוואתם לשיטות העבודה הקודמות.

המפקד העלה גם את הסוגייה של תחזוקת הכלים לאורץ זמן, וציין כי חשוב שתהייה כתובת ברורה לנושא - בין אם ביחידת אופק ובין אם באמצעות גורם חיצוני מוסדר (מיקור חוץ), על מנת להבטיח רציפות תפקודית, זמינות המערכת ומוכנות תמידית לעובדה מבצעית.

לבסוף, ציין מפקד הטייסת, מניסיונו בטיס מסוקים 20 שנה בחיל האוויר, להערכתו הכלים המוצגים מהווים תשתיית חשובה ובעל פוטנציאל משמעותי לשימוש בכל הטיסות ובמערכות נוספים בחיל האוויר, תוך אפשרות להתאמתם לצרכים מבצעיים נוספים ולדרישות מורכבות אף יותר בהמשך הדרך כגון ניהול סדר כוח.



לסיום אמר כי התוצריים שהוצעו בשילוב ידע אקדמי בתחום חקר הביצועים, צפויים לתרום בצורה משמעותית למוכנות ויעילות המערך בשגרה ובטח בחירום - "שם אנחנו חייבים להיות כדי טובים שישי".

### **סיכום משוב משתמשים - טייסט 147 (2) 18/07/2025**

nocchim : מפקד טייסט, סמ"ט א', סמ"ט ב' להדרכה  
במסגרת הצגת המערכת התרשמו המפקדים מן הפתרון המוצע וצינו כי הוא נשמע כמענה מדויק  
לאתגר מהותי בניהול כוח האדם שמלואה כבר שנים את הטיסות.  
המשתתפים הביעו הערכה רבה לעיסוק בנושא זה ולגישה המקצועית שבאה נושא הקשיים  
המובנים במצב הקיים, תוך שילוב של יכולת ניתוח נתונים עם היכרות עמוקה עם המוגבלות  
השתח.

המפקדים הדגישו שנראה כי הפתרון מתבסס על הבנה מוצעת של צרכי המערך ולא רק כפתרון  
טיורטי גנרי, ושמו לראות שיש מענה גם למצבי שגרה וגם לחירום, מה שמאפיין מאוד את  
המערך.

במהלך המפגש עלה באופן עקי הבחנה כי במערך שכל כך מתקדם טכנולוגית פועל בכל הזירות  
סביר השעון, בתנאי עומס ולהז, אין מקום לשיטות שיבוץ ידניות או להסתמכות על זיכרונו וניסיונו  
אישי של בעלי תפקידים שמתחלפים מדי שנה.

מפקד הטייסט ציין שקיים צורך אמיתי במערכת שתספק תומנת מצב מלאה וمعدכנת, שתתاري  
בזמן אמת על כשלים אפשריים ותאפשר ניהול מבוקר של צוותי הטיסה בטייסט, וניכר שהמערכת  
שהוזגה עונה על צורך זה באופן משולב ומאוזן, תוך שמירה על מעורבות ואחריות המפקדים  
בקצה.

המשתתפים צינו לטובה את יכולת ההתאמה של הכללי למצבי תפקוד שונים (בטחון שוטף  
וחירום) ואת המענה של המערכת לגורמים כמו איזון, שחיקה, אילוצים וכשירות רפואיות שנוטה  
להתפסס בדרך כלל. המערכת נתפסה לא רק ככלי טכנולוגי מתקדם אלא גם ככלי ניהול שיכול  
להטמיע תרבויות ארגוניות של **תכנון מבוסט נתונים וחשיבות מערכתית לאורץ זמן**. מהמשתתפים  
עלתה תחושת בייחון בכך שהשיכון ההפוך למדוקין יותר, עקי יותר ופחות חשוף לטעויות אנוש,  
וכל זה תוך שמירה על כשירות הוצאותים ומענה לאיוליציהם האישיים.

לצד התמיכה הרחבה, עלו מספר נקודות שחווב להתייחס אליהן בשלבי המשך. בין היתר,  
הודגש הצורך לשמור על תחושת שליטה וניהול אצל המפקדים בקצה, חשיבות גבוהה לכך  
שהמערכת תהיה נוחה, פשוטה, אינטואטיבית ומתאימה לשימוש מבצעי. עלו גם שאלות טכניות



הנוגעות למשק עם מערכות קיימות, לניהול מידע רגיש (אבטחת מידע) ולהיבטי אחזקה. עוד ציינו כי על אף הפוטנציאל הגבוה, הצלחת המערכת תיקבע בעיקר לפי האופן שבו היא תוטמע בשטח אצל כל בעלי התפקידים מהמטה המבצעי ועד גף הדרכה. תהליכי הטמעה בטיסת יהיה חייב להיות הדרגתי כזה שմבker כל תהליך בנפרד ומוגבה "בשיטת הישנה" למקרי ויתגלו טעויות גדולות במערכת ויהיה ניתן להמשיך לנחל את הפעולות המבצעית ללא פגיעה.

מפקד הטיסת הודה על ההצגה ובפתח דבריו אמר כי "המערכת זו רלוונטית מתמיד כיום, בעוד שבו אנחנו מנהלים לחימה ארוכה של כמעט שנתיים. הטיסת שמבצעת עשרה פ"מ בשבוע ומנהלת פה חיים של כ 100 איש חייבת להיות בעלת יכולות תכנון מתקדמות שמצד אחד ממקסימות את המשאים שלנו ומצד שני מנהלת את אנשינו בצורה מאוזנת ומיטיבית על מנת למנוע שחיקה לאורך זמן". הודגש כי כמו בכל קליטת יכולת חדשה, נכוון לעשות תהליכי מדורג שמתחיל מיפויים מצומצם (אימונים תחיליה ולא על פעילות מבצעית) שיוכל למדוד את תרומתה של המערכת לשיפור הביצועים, הקטנת העומסים ותחזות השליטה של המפקדים בתמונות כ"א בשלבי התכנון והביצוע.

לסיכום, ניכר שהתקבל רושם חיובי מאוד ביחס לדיקוק ולרלוונטיות של המענה שהציגו, לצד הנכונות והרצון העז להכנס את המערכת לשימוש חשוב לעשות זאת בזרירות ובאחריות יחד עם גורמי מטה, אב"ם ואופק. ההבנה המרכזית שעלה מההצגה היא שלא מדובר באיזה שדרוג טכני אלא בהצעה לתשתית ניהולית חדשה ששסרה מאוד במערך.

#### סיכום משוב יב"א 509 (3) 20/07/2025

**משתתפים :** מפקד היחידה, סגן מפקד היחידה, מפקדת גף הדרכה ומבצעים בפתח פגישת העבודה בנושא הניל', הדגיש מפקד היחידה שנושא ניהול משאב כוח האנשים ביחידת ובמערך הבקרה ופיקוח הטיסת בפרט הינו אתגר מרכזי הדורש עבודה מאומצת יומית יומיית המבוססת היום על משק אדם ולא מערכת ממוכנת מבוססת אוטומציה.

המפקדים הביעו עניין והתרשםות רבה מן הפוטנציאל הגלום במערכת. שימור הידע, כשירות צוותי הבקרה וציווילים בתוך עמדות המשימה מבוסס על מאגר מידע נרחב בשילוב ניתוח נתונים והזנת המגבליות וחסמים הקיימים בעבודת צוותי הבקרה.

המפקדים הביעו אופטימיות על יכולת המערכת להביא פתרון מוכח ולא כפתרון תיאורטי בלבד. היו מספר מערכות אשר נכשלו מעבר מה坦וריה לפракטיקה. הם שיבחו כי המערכת מציעה מענה למצוות הצבירה המבצעיים השונים – שורה, "מערכת שבין המלחמות" וחירום. במהלך המפגש עלה ההבנה כי במערך טכנולוגי ו邏輯י ומתקדם כל כך, שפועל במגוון זירות ובכל שעות היממה,



בתנאי עומס ולחץ, אין מקום לשיטות שיבוץ ידניות או להסתמכות על זיכרון וניסיון אישי של בעלי תפקידים המתחלפים מדי שנה.

מפקד היחידה ציין כי קיים צורך דחוף במערכת שתרכז את כל הנתונים ותספק תמונה מצב עדכנית, שתתריע בזמן אמת על כשלים ותאפשר ניהול מוקר של צוותי הבקעה. הוכח שהמערכת שהוצגה עונה על צורך זה באופן맑ן, תוך בקרה עיתית של בעלי התפקידים הרלוונטיים בתהיליך.

המשתתפים הבינו הערכה על יכולת מתן מענה לביעות כמו איזון עומסים, שחיקה, אילוצים וכשירות רפואי — גורמים חשובים בסט השיקולים שלרוב נוטים להישכח. המערכת נטאפת בכל ניהול מתקדם, המסוגל לתרום לצירוף תרבויות ארגונית של תכנון מבוסס נתונים וחשיבות מערכתית לאורך זמן. התהוושה הייתה כי ניתן שינוי מהותי – תהליך השיבוץ יהפוך למדוקק, עקי ומפחית טעויות אנוש, תוך שימור כשירות הצוותים ומתן מענה לאילוציהם האישיים. מנגד, עלו נושאים שחשיבותם של תהליכי ההטמעה בשכבות הניהול, פשטות, פרקטיות ונקודות בקרה מובנות בתהיליך על ידי מפקדים. כמו כן, הוכח נושא המשകים ההכרחיים עם מערכות קיימות, והיבטי אבטחת מידע שיש לתת עליהם את הדעת. ניכר ההטמעה בפועל בשטח, על ידי כל בעלי תפקידים, חייבות להישנות באופן הדרגתי ומבוקר למניעת טעויות ממשמעותיות ובכך תימدد הצלחת המערכת.

לסיום, התקבל רושם חיובי מאוד לגבי הדיקוק והקשר של הפתרון שהוצע, לצד הרצון גדול להטמע את המערכת בשטח תוך שיתוף פעולה עם כל הגורמים הרלוונטיים (מטה, אב"מ ואופק). ההבנה המרכזית שהבחירה הזאת היא כי לא מדובר רק בשדרוג טכנולוגי, אלא בתשתיית ניהול חדשה וחשובה שלא קיימת במרקם יום.



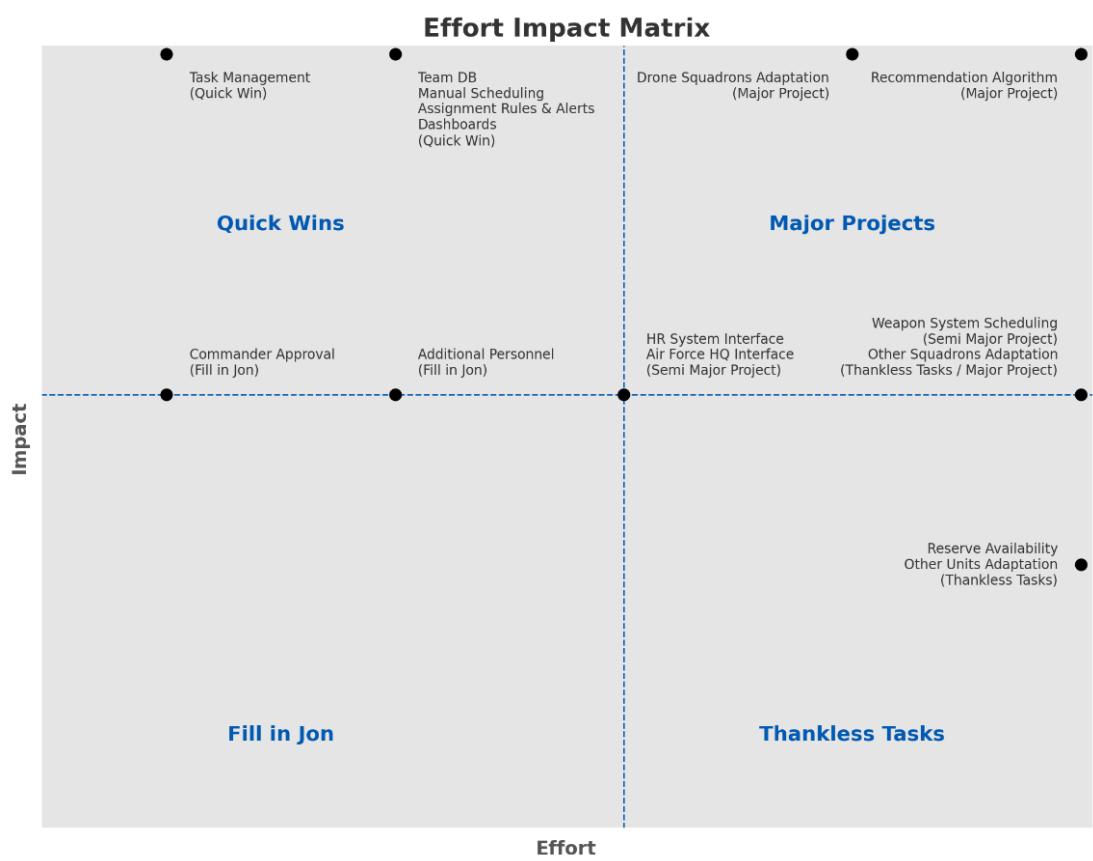
\* כל היעדים ימדדו החל ממועדים לאחר הטמעת הרכב הRELONETI

הערות	מצבי קיימם	יעד	מדד להצלחה	קריטריון
	ממוצע שבוע 34.52	מצומס ב 15% לשיבוץ יدني בתמיכת חוקי השיבוץ מצומס ב 30% לשיבוץ במודל האופטימיזציה	מצומס מספר אנשי הצוות שלא שובצו	SHIPOR AIZON עומסים
	ממוצע טיסות שבוע בשבוע 25.78	מצומס ב 15% לשיבוץ יدني בתמיכת חוקי השיבוץ מצומס ב 30% לשיבוץ במודל האופטימיזציה	מצומס ההפרש בין איש הצוות העמוס ביותר להכי פחות עמוס	SHIPOR AIZON עומסים
יום נשמר השיבוץ הסופי בפועל לאחר תיקונים (כולל זמן אמת) ולא התכוון המקורי	ממוצע שבוע מקסימום 22 (шибוץ בפועל) 9.77	לא יותר מ 5 שבוע	מצומס אחוז השיבוצים שהגויים מטעמי השירות	מניעת шибוצים בלתי כשרים
הצפוי שבל כניסה של משימה דחופה יתן יהיה לבצע шибוץ מיידי בהתאם לחוקי השיבוץ	לא קיים	מיידי	יכולת לספק מיידי לשינויים	SHIPOR המהירות והגמרישות לשינויים מבצעיים
zion-1 ימומש באמצעות סקר שמעסר למשתמשים ויבחן לפני ובמהלך ההטמעה	בהתאם لتוצאות הסקר шибוצע	SHIPOR של לפחות 20%	מדד שביעות רצון	שביעות רצון של בעלי התפקידים



חדש, לא הוגדר מראש	ממוצע 8.9 שבוע מקסימום 20 (шибוץ בפועל)	לא יותר מ 5 שבוע	מצוצים אחו השיבווצים השגויים מטעמי זמןנות	מניעת шибוצים בלתי זמןניים
חדש, לא הוגדר מראש	ממוצע 5.38 שבוע מקסימום 12 (шибוץ בפועל)	לא יותר מ 5 מקרים בשבוע	מצוצים חריגות שעות מנוחה	מניעת шибוצים בלתי זמןניים
חדש, לא הוגדר מראש	-	לא יותר מ 2 אנשי צוות בחודש	מצוצים ירידה מכשירות	עמידה ביודי הטייסת

טבלה 10 – קלייטריוונים להצלחה



תרשים - 16 Effort Impact Matrix

החלטות תיעוד	סיווג במטריצה	Impact (1-5)	Effort (1-5)	יוזמה
להתחליל מיד – תשתיית לכל הפניות	Quick Win	5	2	יצירת מאגר מידע עם כל אנשי הצוות
יעד טקטי – להשקייע בשלבים מתקדמים	Major Semi Project	3	3	ממתק למערכת כוח האדם הצבאי
לא בציר הקרייטי של המערכת, ניתן לשקוול בשלבים מתקדמים	Thankless Tasks	2	5	רכיב עדכון זמינות (חיצוני) לאנשי מילואים כולל ממתק למערכת
להתחליל מיד – תשתיית להמשך	Quick Win	5	1	ניהול משימות למערכת (ללא ממתקים)
יעד טקטי – להשקייע בשלבים מתקדמים	Semi Major Project	3	3	ממתק למערכת פ"ם של מטה חיל האוויר



להתחליל בשלב מוקדם – תשתיית להמשך	Quick Win	5	2	עדכון ידני של שיבוץ (ללא חוקי שיבוץ)
להתחליל בשלב מוקדם – תשתיית להמשך	Quick Win	5	2	החלת חוקי שיבוץ על העדכון הידני והתרעה על חריגות
לא בציר הכספי של המערכת, אך לאור העלות ניתן לשלב	Fill in Jon	3	1	רכיב אישור מפקד לחיריגות מהנהלים
יעד אסטרטגי – לאור משך הפיתוח נתחיל עם מענים זמןניים	Major Project	5	5	שילוב מערכת המלצה לשיבוץ (אלגוריתם)
להתחליל בשלב מוקדם – יכול לסייע משמעותית בהטמעה	Quick Win	5	2	לוחות בקרה ושליטה
פרויקט צדי - יש לשකול בשלבים מתקדמים של הפרויקט	Semi Major Project	3	5	תמייה בשיבוץ כלים, חימושים, מערכות ואמצעים נוספים כולל משקדים למערכות
פרויקט צדי - יש לשකול בשלבים מתקדמים של הפרויקט	Fill in Jon	3	2	תמייה בשיבוץ כ"א נוספף (כגון טכנאים وانשי לוגיסטיקה)
יעד אסטרטגי - יש לתעדף בשלבים מתקדמים של הפרויקט	Major Project	5	4	התאמת המערכת לטייסות כטמי"ם נוספות
פרויקט נפרד - התועלת למימוש אחד אינה גבולה. יש לשකול בשלבים מתקדמים של הפרויקט	Thankless Tasks Major Project	3	5	התאמת המערכת לטייסות אחריות
פרויקט נפרד - התועלת למימוש אחד נמוכה. יש לשකול בשלבים מתקדמים של הפרויקט	Thankless Tasks	2	5	התאמת המערכת לייחדות אחריות (מחוז) לחיל האוויר

טבלה 11 – Effort Impact



סיכון	חומרה (1-5)	הסתברות (1-5)	ציון משקלל	דרכי התמודדות
הטמעת שינוי תרבותי/ ארגוני במקביל להטמעת המערכת עלול להכשלה	3	4	12	פירוק התוצרים והטמעה מדרוגת באופן שיספק תועלת בכל שלב. הגדרת פורום מומחי יישום שיימשו ש"סוכני שינוי".
מייפוי נתוני כוח האדם לא יהיה שלם / עדכני	4	3	12	יעידוד הכה"דיות לדאג לשמלות ועכניות המידע לאור התוצאות הכספיות, הורדת עומסי השיבוץ תכנון לייצר ממשקים עם מערכות כ"א בהמשך
לא ינתן מענה מיטבי לשינויים תכופים ולא צפויים בנסיבות	5	2	10	רכיב השיבוץ יבנה כך שיוכל לבצע התאמות בשיבוץ כתוצאה כל שינוי ויספק התרעות על כל חריגת מהנהלים
פרטים קיימים בכשיוריות יקשו על מענה מיטבי בשיבוץ	5	2	10	מענה לניהול הכספיות בשלב מוקדם יחסית, כולל הטרעה על ירידת צפואה מכשיירות לוח בקרה המספק תמונות מצב על כלל הכספיות ואפשר טיפול מוקדם בפער כיישורות
התנגדות הכה"דיות להטמעת המערכת	4	2	8	הורדת עומסי השיבוץ יצירת תמונות מצב עדכנית שילובן בתהליך הפיתוח ומתן אפשרות לתת משוב ולבצע התאמות
אי אמון במערכת כפתרון לאיזון העומסים	3	2	6	לוח בקרה מתעדכן המציג את נתוני העומסים בזמן אמיתי הן ברמת הכלל והן ברמת הפרט
התנגדות המפקדים להטמעת המערכת	5	1	5	לוחות בקרה מתעדכנים המשפרים את יכולת קבלת החלטות הצפת התרעות על חריגים שילובם בתהליך הפיתוח
התנגדות המפעילים להטמעת המערכת	2	2	4	תמונת מצב אישית ורוחנית על העומסים מדידת השיפור בעקבות הטמעת כל רכיב המערכת

טבלה 12 – ניהול סיכוןים כללי



## **Executive Summary**

The Israeli Air Force's UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Formation is a central component of the IDF's operational activities in both routine and states of emergency. In a state of emergency, the formation is required to significantly expand its activities over time, to work around the clock, and prepare for missions at short notice.

Therefore, in emergency conditions, the need for skilled personnel increases significantly in order to maintain operational competence over time.

Currently, the deployment of air crews is carried out manually, a situation that causes an imbalance in the load placed on some crew members and operational failures, resulting in manpower depletion, a lack of optimal utilization of human resources, and sometimes even a violation of operational continuity. Optimal management of manpower is essential to ensure a rapid and effective response to any operational requirement.

The project is based on analyzing squadron data from "The Swords of Iron War" and examining workloads, gaps in crew competence, and operational failures.

The project focuses on developing a comprehensive system for managing the deployment of air crews in the UAV squadrons, which will enable improved deployment, based on an optimization model, balance workloads and optimize the availability of air crews, while considering factors such as competence limitations, rest times and personal limitations such as the availability constraints of air crew members.

The project is based on the development of a comprehensive database of air crew members. Each personal profile will contain all competence, availability, limitations and constraints. All tasks will also be managed, while considering the various limitations and requirements of each task. Then, the deployment model will be applied, which will be used as a decision-support tool for commanders, by providing a deployment recommendation that will require manual validation and approval and will allow for a revised recommendation in the event of real-time changes.

The use of a computerized system and a smart mathematical model based on an algorithm from the field of performance research will make it possible to reduce



overload on air crew members, reduce human errors in air crew deployments, improve the status of competence, prevent skill gaps and unplanned operational failures, and optimize the operational response. The control mechanisms, real-time alerts of exceptions, and control panels will present a current and updated status visualization. These abilities will make it possible to improve commanders' decision-making in real time.

The system will be modular and expandable, for managing additional resources in squadrons such as technicians of various types, training, readiness (personnel who are not assigned to a mission but are in advanced stages of assessment that enable operational readiness within a short time of receiving an order), aircraft, mobile command-and-control vehicles for UAVs, armaments, and more. It will also be possible to expand the use of the system in another operational domain by adapting and integrating it into additional units in the Air Force and significantly improving the management of operational personnel therein. Later, the system will also be adaptable to additional units in the IDF that need effective deployment of personnel under changing operational constraints.

The implementation of the system is expected to contribute to a significant improvement in the squadrons' ability to cope with loads and provide a better response to operational requirements.

The project represents an innovative approach to human resource management in UAV squadrons, integrating academic research, advanced technology and operational needs, to set a new standard for operational personnel management in the modern battlefield.