



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

הארגון הישראלי לרוב להב - Israel Drone Organization

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

חוברת הכנה לקראת מבחן מעשי להיתר מטיס עד 25 ק"ג

ולפי 300 Matrice





בדיקות לפני יציאה לשטח

לפני היציאה לשטח ההטסה, יש מספר דברים שעליכם לוודא עוד בבית!

1. וודא את מקום ההטסה :

- וודא שאין נוטאם שאוסר טיסה באזור זה.
- וודא ששטח ההפעלה לא נמצא באזור שמוגבל/אסור/מסוכן לטיסה – לפי פמ"ת פרק א' 17.
- וודא שאתה יכול לפעול לפי הפרדות המופחתות הנוגעות לבסיס ענן, מרחק מבניינים ואנשים, קשר עין, הפרדות מכלי טיס (200 רגל אנכי, 250 מטר אופקי ורוחבי) וכו' (פרק ב' 09).
- במידה והאזור נמצא באזור CTR/ATZ בצע תיאום וקבל מרשה (אזור פיקוח שדה תעופה או מנחת), אותו הדבר לגבי בסיסים צבאיים.
- במידה ואתה מתכנן לבצע טיסה בלילה, הגע לשטח ההפעלה באור יום ובדוק איזה מכשולים קיימים בשטח, כגון כבישים ראשיים, אזורי התקהלות, עמודי חשמל וכו'.

2. וודא את מזג האוויר :

- וודא כי אין רוחות משמעותיות, גשמים, ראות לקויה, עננים נמוכים ומגבלות אחרות המתנגשות עם החוק או עם מגבלות הכטב"מ.
- וודא כי הראות עולה על שלושה קילומטרים (ניתן להעריך או לבדוק באפליקציות מזג האוויר).
- על פי הוראות הסעי"מ של הארגון, חל איסור להטיס את רבי הלהב בקשר עין בגשם.
- מרחק גדול מ-500 רגל מבסיס ענן.

3. מרשה טיסה באלכסנדרוני :

טיסה באזור אנדרטת אלכסנדרוני – לא מצריכה אישור מקדים!

באנדרטת אלכסנדרוני, סגירה אווירית המצוינת בנוטאם – עבור מטיסי כטב"מ. כל שעלינו לעשות זה לשמור על כללי הטסת רב להב בקשר עין.

יש לוודא כי נוטאם עדיין תקף – לפני יציאה לשטח ההטסה.

4. וודא כי ברשותך כל הטפסים הנדרשים :

חלק מהדברים שעלינו לוודא זה כי ברשותנו את כל המסמכים הדרושים להפעלה!



**ISRAEL
DRONE
ORGANIZATION**

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי לרב לרב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

להלן מספר דברים שצריך לוודא:

- א. **תעודת רישום של הכטב"מ**: כל כלי טיס מסחרי, צריך שתהיה ברשותו תעודת הרישום שלו בה מצוין גם מספר רישום (4X).
 - ב. **ביטוח צד ג'**: נדרש ע"פ החוק שכל כלי טיס יהיה עם ביטוח צד ג'. העתק של הביטוח צריך להיות יחד עם המסמכים הצמודים של כלי הטיס שם מצוין דגם הכטב"מ ומספר הרישום שלו.
 - ג. **תעודת כושר טיסה/ פטור מכושר טיסה**:
כטב"מים בקשר עין עד למשקל 25 ק"ג שהם מוצרי מדף שלא בוצעו בהם שינויים, יכולים לקבל פטור מהדרישה להוצאת תעודת כושר טיסה.
תעודת הפטור, צריכה גם היא להיות צמודה לכטב"מ ובדרך כלל מתקבלת יחד עם רישיון ההפעלה האווירית של החברה.
אם הכטב"מ מעל למשקל 25 ק"ג או שבוצעו בו שינויים/הוא לא מוצר מדף – יהיה צריך לבצע תהליכים לקבלת תעודת כושר טיסה ויש לציין כי התהליך אינו פשוט ודי מסובך.
לפיכך, ל300m יש תעודת פטור מכושר טיסה שנמצאת יחד עם רישיון ההפעלה האווירית של הכטב"מ.
 - ד. **רישיון הפעלה אווירית + מתאר הפעלה של הכטב"מ**: לכל כלי טיס ולכל מפעיל יש "מפעיל אווירי" שזה בעצם רישיון לחברה שמוענק מטעם רת"א.
לכל מפעיל אווירי יש סעי"מ – (ספר עזר מבצעי) וספר זה מכיל את הנהלים של החברה, מה היא מתכוונת לעשות, מה מתכוונים לצלם ונהלים נוספים כמו איך לתחזק את כלי הטיס שבחברה, איך דואגים שכל הצוות של החברה יהיה כשיר להפעלה ועוד.
כל כלי טיס וכל איש צוות כפוף לנהלי הסעי"מ של רישיון ההפעלה האווירית.
מתאר ההפעלה זה דף שמצורף לרישיון ההפעלה האווירית ושם נכתב מה החברה רשאית לעשות ואיזה כלי טיס רשאים לפעול תחת החברה - **מסמך זה הוא חובה ומהווה תנאי להפעלת הכטב"מ!**
 - ה. **ספר תחזוקה ורישום טיסות של הכטב"מ**: כל כלי טיס חייב שינהלו בשבילו ספר רישום ותחזוקה. בספר זה נכתבות שעות הטיסה שביצע הכטב"מ יחד עם פרטי המפעיל. בנוסף לכך, בספר התחזוקה יצוינו טיפולים שבוצעו לכלי הטיס ותקלות אחרונות / תקלות פתוחות במידה ויש.
- חובה על מפעיל הכטב"מ לוודא שאין שום תקלה פתוחה! במידה ויש תקלה פתוחה, אסור להטיס את הכטב"מ וחובה שמי שמורשה לטפל בתקלה יטפל בה (לפי מה שמאושר



בספר עזר מבצעי ובספר היצרן של הכטב"מ).

1. מגבלות ההפעלה של הכטב"מ:

בניגוד לכלי טיס שיש לו מגבלות בתעודת כושר הטיסה, לM300 שמגיע עם תעודת פטור, המגבלות היחידות שלו הן מגבלות היצרן, הסעי"מ והחוק. בהתאם לתעודת הפטור שלו.

5. תדריך צוות:

אחד מהדברים החשובים שעלינו לבצע לפני הטסה והוא חלק מההכנות המקדימות! בתדריך הצוות, נתייחס לדברים הבאים:

א. הצגת מטרת ההפעלה: ספרו בקצרה מה אנחנו עושים כאן היום, איפה אנחנו מתכוונים להטיס, גבהים ומרחקים מוערכים ועוד.

ב. ספרו על מקום ההטסה: זהו מכשולים, תספרו לכלל אנשי הצוות על המכשולים והסכנות הקיימות כגון מכשולים, כבישים ראשיים, בית חולים קרוב, אנשים סקרנים בקרבת מקום, כלי טיס שעלולים לחדור לשטח ההפעלה וכו', הגדירו מראש נק' לנחיתה אונס!.

ג. תגובות וחלוקת תפקידים: לאחר שהגדרנו את הסכנות והסברנו על ההפעלה, נגדיר תפקידים לכל אדם שאפשר ולוקח חלק מההטסה.

התפקידים יהיו לדוגמא:

תצפיתן בטיחות שתפקידו לעזור לתצפת על הכטב"מ בטיסה ולסייע בזיהוי כשלים/ מקרים חריגים בקרבת מקום ההפעלה.

מטיס משנה שתפקידו לסייע בתפעול מקרים, כמו מצב שבו המפעיל חווה אבדן הכרה שאז נסביר על כפתור alt וכל התהליך שמתרחש עד לנחיתה וכיבוי מנועים ונבקש שיסייע במצבים נוספים כגון אנשים סקרנים שמפריעים בביצוע המנ"ח/ חיות שחודרות לשטח ההפעלה/ מניעה מכלי רכב להגיע לשטח ההמראה/נחיתה וכל דבר אחר שנוכל לעשות.

ד. כחלק מתדריך הצוות, נוודא כי כל אדם בקיא בכל ויודע איפה נמצא כל ציוד העזר לטיסה! לדוגמא, מטף כיבוי/ ערכת עזרה ראשונה/ טלפונים למצבי חירום/ מים וכו'.

ה. חשוב להקפיד על העברת דיווחים ועבודת צוות!: כל פעולה שנעשה, נדווח עליה בקול (המראה/נחיתה/חרום/אבדן אוריינטציה).

6. מידע על מערכות בסיסיות של M300:



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי לרב להב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

א. מערכת ההנעה :

- מנועי "בראשלים" – מנועים חשמליים בעלי בלאי נמוך מאוד בהשוואה למנועי בוכנה/פחמים/גלגלי שיניים.
- מנועים אלה עמידים מאוד, בעלי תקן עמידות למים.
- לכל מנוע יש "בקר מהירות" שאחראי על העברת הזרם למנוע ושליטה במהירות הפעולה.
- החסרונות הבולטים: יכולים להישרף בעומס יתר/ בקר המהירות יכול להתחמם ולהישרף בעבודה ממושכת.

ב. המדחף :

- בסיס קארבון המצופה בפלסטיק קשיח. (ע"פ היצרן).

ג. מערכות קריטיות לטיסה :

- מערכת המצפן: בדומה למצפן רגיל, נותנת נקודת ייחוס (צפון) ובכך רב הלהב משווה את כיוון אף הטיסה לכיוון שמזהה המצפן. כשל במערכת המצפן עלול להביא ליציאה ממצב gps אל מצב atti.
- כחלק מהשימושים במערכת, אופק מלאכותי, כיוון אף כלי הטיס ועוד.
- M300 יש מערכת מצפן כפולה של שני מצפנים (סה"כ 4 מצפנים) מה שמעניק הגנה מורחבת.
- מערכת הניווט GNSS: מערכת ניווט המאפשרת קליטת לוויינים - GPS, GLONASS, GALILEO.
- רב הלהב עושה שימוש במערכות הללו לטובת שמירת מיקום במרחב, חזרה הביתה אוטומטית ומצבי טיסה חכמים נוספים, תיקוני סטיות ועוד.
- למערכת הניווט, סטיה שיכולה להגיע לעד שלושה מטרים במצב תקין.
- ברומטר: חיישן מדידת לחץ אוויר, מודד את הלחץ מנקודת ההמראה ומציג למטיס את גובה הטיסה של רב הלהב.
- הברומטר מאפשר לרב הלהב לשמור את הגובה במרחב הטיסה.
- הברומטר עובד תמיד – גם במצב ATTI.
- IMU: אחת המערכות הקריטיות בטיסה.
- מדובר במערכת אלקטרונית המודדת את הכוחות הפועלים עליה ומכילה מספר חיישנים; מדי תאוצה, גירוסקופים, מגנטומטרים ולפעמים גם חיישני מדידת טמפרטורה.
- מערכת הניווט של הרב להב, מתבססת על חיישן ה-IMU ומבצעת על החיישן אינטגרציה



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי לרב להב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

וחישוב של מיקומו, מהירותו ומצב זוויתי.
בעצם רב הלהב יודע לייצב את עצמו בזכות המערכת הזאת.
כשל במערכת ה IMU עלול להביא לנפילת רב הלהב מהשמיים!
כיוול IMU מומלץ לבצע אחרי נחיתות קשות, אחרי עדכוני גרסה או אחת ל40 הטסות
תקינות וחובה שהכיוול יתבצע על משטח ישר!
**שימו לב! לM300 יש מערכת IMU כפולה! אם יש כשל באחת המערכות, תכנס באופן
מידי המערכת IMU השנייה לפעולה כחלק מגיבוי.**

- מערכת RTK : מערכת זו, דומה לGPS אך מאפשרת מספר דברים ייחודיים (במתומצת);
בעוד שלמערכת הגNSS הרגילה יש סטיות של עד 3 מטר בדרך כלל, למערכת הRTK יתרון
משמעותי וזה האפשרות לבצע תיקונים בזמן אמת ולהתבסס על מספר לוויינים גבוה בצורה
משמעותית מטיסה בלי.
הדבר מביא לכך שניתן להתבסס על נתוני מיקום המתקבלים כמדויקים.
רמת הדיוק שניתן להפיק עם המערכת יכולה להגיע ל2 ס"מ ומטה!
עבודה עם RTK מצריכה שימוש בתחנה הקרקעית שלה ואינה חובה כלל עבור טיסה רגילה.

- מערכת חיישנים למניעת התנגשות: ה300m מוקף 360 בחיישנים המסייעים למניעת
התנגשות אך לא רק.
המערכת מאפשרת שיפור יציבותו בזכות כך שמתבסס בחיישן לשמירה על מיקום בטיסה.
קביעת גובה מעל למכשול (בניגוד לברומטר שמוודד מנקודת ההמראה).
התחמקות ממכשולים – כאשר המערכת מזהה מכשולים, רב הלהב יעצור או יעקוף את
המכשול.
למערכת מספר סוגי חיישנים :

חיישן אופטי :

פועל ממש כמו מצלמה, חייב אור כדי לפעול ולתפקד כראוי, המערכת מזהה מכשולים
ובנוסף לכך מצלמת את הקרקע בעת ההמראה כך שבחזרה אוטומטית הביתה, המערכת
משווה בין ההמראה לנחיתה ומאפשרת נחיתה מדויקת.
החיישנים האופטיים לא עובדים בלילה.

חיישן אינפרה רד :

עובד בכל התנאים מלבד מעל לים (תנועת המים עשויה לשבש אותו). באמצעות החיישן, רב
הלהב מודד גבהים ומרחקים בצורה מדויקת יותר ומתחמק ממכשולים.

- פליקר (תאורה נגד התנגשות) : נמצאת למעלה ולמטה, מהבהבת בתאורה חזקה הניתנת
לזיהוי עד למרחק של 3-5 ק"מ ומאפשרת לטייסים ומפעילים אחרים לזהות את רב הלהב



**ISRAEL
DRONE
ORGANIZATION**

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי לרב להב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

בטיסה.

- תאורת הלבד הלבן: נמצאת למעלה ולמטה, נדלקת בקרבה למכשול או לקרקע (לפי מה שהגדיר המטיס). מאפשרת לחיישנים האופטיים לזהות מכשולים ומסייעת למפעיל לזהות עצמים קרובים.

7. מפרט נתוני המערכת:

- משקלים: משקל המראה מקסימלי – 9 ק"ג, משקל כולל סוללה 6.3 ק"ג.
- גובה טיסה מקסימלי: מגבלת מערכת של עד 500 מטר מעפ"ש (מגבלה לפי חוק – 100 מטר מעפ"ש/ש 300 רגל).
- תדרי תקשורת: 2.4GHz (5.8gHz מושבת בישראל).
- מרחק טיסה מקסימלי: 8 ק"מ בישראל, 15 בחו"ל בגלל מגבלת CE (תקן תקשורת אירופאי) המגבילה את הספקי התקשורת שמספקת המערכת. (מגבלת מרחק לפי חוק – קשר עין או 500 מטר, מה שבא קודם וראות חובה של 3,000 מטר).
- טמפרטורות המערכת לפי מגבלת היצרן: מינוס 20 מעלות צלזיוס עד 50 מעלות צלזיוס, טמפ' עבודה מומלצת היא 15 מעלות צלזיוס.
- חומרים: רגליים (כך נסע) וזרועות - קרבון, גוף מפלסטיק קשיח.
- מהירות טיסה מקסימלית: 82.8 קמ"ש.
- התנגדות לרוח: עד עוצמה של 54 קמ"ש לפי מגבלת סע"מ הארגון ולפי מגבלת היצרן.
- תקן עמידות: IP45.
- מצלמת מטיס: רב הלהב מצויד במצלמת מטיס מקובעת, המספקת לעמדת ההפעלה תמונה בזמן אמת באיכות full hd.

8. חשמל:

- סוללת ליתיום פולימר (ליפו).
- סוללת הליפו, כוללת מספר סכנות:
 - (1) פריקה של הסוללה ל-0 עלולה להביא להרס הסוללה.
 - (2) סוללה טעונה מעל לזמן המומלץ (יומיים לפני ההפעלה) עלולה לגרום להתנפחות התאים.
 - (3) טיסה עם טמפ' גבוהות מדי עלולה לגרום להתלקחות.
 - (4) טיסה עם טמפ' נמוכות מדי, עלולה להביא לפגיעה ביכולות הסוללה ואף לנפילות מתח.
 - (5) חשוב! אם הסוללה מתלקחת, היא תמשיך לנסות לפרוק את החומר הפעיל שבה ומטף כיבוי אבקה רגיל לא יסייע! יש להצטייד במטף CO₂.
 - (6) הסוללה רגישה מאוד. עלולה להתנפח בעקבות קבלת מכות/טמפ' גבוהות מידי/ השארת הסוללה טעונה זמן רב מידי.



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי לרב להב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

- סוללת ה-M300: ליפו 14 תאים (51.8v) בנפח של 17,500 מיליאמפר, מספקת זמן טיסה של עד 18 דקות.
- כשל בסוללה (מערכת החשמל), תוביל לכשל כללי והתרסקות מיידית.
- במצב של כשל בסוללה, יש לבצע נחיתה מיידית!

9. מערכת יתירות: (מערכות לא חובה, אך מסייעות לבטיחות)

- הגנה על המצפן: השימוש במספר מקלטי GNSS כולל הגנה נוספת למערכת המצפן אשר פחות רגישה להפרעות מגנטיות.
- בנוסף לכך, לרב הלהב מערכת כפולה של מצפנים.
- ה-M300, על פי היצרן – במצב של כשל באחד המנועים יוכל להמשיך בטיסתו ולאפשר למפעיל לבצע הגעה לנחיתה.
- רב הלהב מסוגל להמשיך בטיסתו גם אם סוללה אחת יוצאת משימוש בעקבות נפילה/כשל!.
- במידה והסוללה לא מורכבת כראוי, יקבל המפעיל התראה על כך. בנוסף, רב הלהב לא יאפשר ביצוע המראה.
- מערכת החיישנים מקיפה את רב הלהב 360 מעלות ומאפשרת התערבות אוטונומית שבאה לידי ביטוי בהתחמקות ממכשולים.
- מערכת IMU כפולה – בכשל אחת מהן, תכנס השניה לפעולה באופן מידי במקום שרב הלהב יתרסק.

10. שאלות ותשובות:



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי רב להב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

א. רב הלהב נמצא בטיסה בגובה של 50 מטר.

הגדרת חזרה הביתה אוטומטית (RTH) לגובה של 45 מטר.

מה יקרה כעת?

תשובה: אם רב הלהב נמצא מעל לגובה שמוגדר לו לבצע חזרה אוטומטית הביתה, הוא

לא יירד בחזרה לגובה שהוגדר לו – אלא יישאר בגובה 50 מטר, יסובב את אף רב הלהב

לכיוון נקודת הבית, ייחל בטיסה ישרה לכיוון נקודת הבית (לא לפי מסלול מסוים, פשוט

בקו ישר לפי המסלול הכי קצר).

כשיגיע לנקודת הבית יסתובב חזרה ויתחיל בביצוע נחיתה אוטומטית עד כיבוי מוחלט

של המנועים בניגועה בקרקע.

ב. מה קורה כשהסוללה של רב הלהב נגמרת?

תשובה: בהגעה ל-10%, יש הגדרה תוכנית אוטומטית שמגדירה לרב הלהב לבצע נחיתה

במקום בו נמצא אך כבר לפני, הוא יבצע חישוב של המרחק שבו הוא נמצא ביחס לסוללה

וינסה לבצע חזרה אוטו'.

ג. האם מותר לטוס בתוך נתיב טיסה?

תשובה: מותר כל עוד שומרים על ההפרדות הנדרשות שהן 200 רגל אנכי מכל כלי טיס

2500 מטר אופקי ורוחבי.

ד. כמה שעות טיסה צברת?

תזכורת!

תשובה: 10 שעות הדרכה.

ה. האם מותר להטיס מעל אנשים?

תשובה: עלינו לשמור 150 מטר מרחק מבניינים ואנשים בהפעלה מסחרית 2500 מטר

בפנאי וספורט.

ניתן לבקש ולקבל החרגה בסעי'מ להטסה לפי כללי 1:1, מה שאומר שעל כל גובה טיסה

יש לשמור מטר מרחק.

לדוגמא 25 מטר גובה: 25 מטר מרחק מאנשים.



**ISRAEL
DRONE**
ORGANIZATION

Israel Drone Organization - הארגון הישראלי לרוב לרוב

דוא"ל: office@icd.org.il

טלפון: 0525076677

1. מה קורה אם איבדת קשר עין עם הכטב"מ בטיסה?

תשובה: ניתן ללחוץ על RTH ואז רב הלהב יבצע חזרה אוטומטית הביתה.

2. מה עליי לוודא לפני שאני מטיס בלילה?

תשובה: לפי הפמ"ת (פרסום מידע תעופתי - פרק ב' - 09) – עליי לוודא:

1. כי תאורת רב הלהב פועלת ונראית עד למרחק של 5 ק"מ.
2. כי יש לפחות איש צוות נוסף איתי (סה"כ 2) שמשמש כצופה בטיחות.
3. חובה לטוס עם GPS ואם יש תקלת GPS, יש לנחות באופן מידי.
4. יש לבצע סיור מקדים של שטח ההטסה באור יום כדי להכיר את האזור ולזהות סכנות.
5. יש לסמן באמצעי תאורה את נק' ההמראה ונק' הנחיתה.
6. באזור לא מאוכלס מותר לטיס לטווח של עד 250 מטר ו300 מטר רגל גובה.
7. באזור מאוכלס, לפי נוהל הטסה באזור אורבני שבסע"מ וטווח של עד 500 מטר וגובה של 150 רגל.

3. מה קורה אם סוללה אחת פתאום נופלת מרב הלהב בטיסה?

תשובה: רב הלהב ימשיך בטיסתו ויאפשר לי לבצע נחיתה. אני אהיה חייב לנחות באופן מידי.

הדבר בזכות היותו עם שתי סוללות.