



חומר עיוני ללימוד לבחינה לטובת רישיון מטיס – רשות התעופה האזרחית

נושאים עיקריים



מטאורולוגיה

תנאי מזג אוויר המשפיעים על הכטב"ם



ידע טכני

מגבלות מערכת, לוגיקות וכד'



חוקה

תקנות ופמ"ת (פרסום מידע תעופתי פנים ארצי)



הגדרות

- **"טיסן"** - "כלי רחיפה" שמסתו בהמראה המשמש לספורט ופנאי בלבד, כולל כל דבר שהוא נושא או מחובר אליו קטנה מ-150 קילוגרם. טיסן יכול להיות מסוג רב להב (רחפן), כנף קבועה, כנף סובבת (מסוק) וכד' – להגדרה המלאה יש לקרוא בתקנות הטיס (הפעלת כטב"ם), התשפ"ד 2024.
- **"כטב"ם"** - כלי טיס בלתי מאויש. (הפעלה מסחרית\כללית)
- **"כטב"ם קטן"** - כטב"ם שמסתו בהמראה, כולל כל דבר שהוא נושא וכל דבר שמחובר אליו קטנה מ-25 קילוגרם.
- **"כטב"ם זעיר"** - כטב"ם שמסתו בהמראה, כולל כל דבר שהוא נושא וכל דבר שמחובר אליו, היא 250 גרם לכל היותר.
- **"רישיון מטיסן"** - רישיון המאפשר הטסה של כטב"ם. (ספורט ופנאי בלבד)
- **"רישיון מטיס"** - רישיון המאפשר הטסה של כטב"ם. (הפעלה מסחרית\כללית)





הגדרות - המשך

- **"אזור אסור לטיסה"** - מרחב אוויר בעל ממדים מוגדרים, כפי שפורסם בפמ"ת, בו טיסת כלי טיס אסורה.
- **"אזור מוגבל לטיסה"** - מרחב אוויר בעל ממדים מוגדרים, כפי שפורסם בפמ"ת, בו טיסת כלי טיס מוגבלת בהתאם לתנאים מוגדרים
- **"אזור מסוכן לטיסה"** - מרחב אווירי בעל ממדים מוגדרים, כפי שפורסם בפמ"ת או בנוטאם, בו ייתכנו, בפרקי זמן מוגדרים, פעילויות מסוכנות לטיסת כלי טיס;
- **"הרשאה להפעלה מיוחדת"** - הפעלה של מערכת כטב"ם קטן שלא לפי התקנות (התקנות הספציפיות שמהן ניתן לבקש מופיעות בתקנות)
- **"אזור מאוכלס"** - מתחם בשטח יישוב, המשמש בעיקר למטרות מגורים, תעשייה, מסחר או פנאי.



הגדרות - המשך

- **"קשר עין ישיר"** - מצב בו מי שמפעיל את הכטב"ם או הצופה, לפי העניין, רואה את הכטב"ם בעצמו, ובכלל זה בעזרתן של עדשות מתקנות, באופן רציף, במשך כל ההפעלה, בלי עזרה זולת זו של עדשות מתקנות, באופן שמאפשר, בכל רגע נתון במהלך ההפעלה, את כל אלה:
 - מיקומו במרחב (location)
 - מצבו ביחס לאופק (attitude)
 - גובה הטיסה שלו (altitude)
 - כיוון הטיסה שלו (direction of flight)
- **"ראות טיסה"** - המרחק האלכסוני האופקי הממוצע ממקום הימצאו של מי שמפעיל את הכטב"ם, שממנו ניתן לראות ולזהות (see and identify) את אלה, לפי העניין:
 - ביום - עצם בולט לעין אף אם אינו מואר
 - בלילה – עצם בולט לעין מואר
- **פמ"ת** - פרסום מידע תעופתי, מפורסם באתר של רשות התעופה האזרחית.
- **"NOTAM"** - Notice to Airmen, פרסום מידע תעופתי זמני, מפורסם באתר של רשות שדות התעופה.



הגדרות - המשך

- **"יחידת נת"א"**-יחידה לניהול תעבורה אווירית לרבות יחידה צבאית המספקת שירותי ניהול תעבורה אווירית לתעופה האזרחית.
- **"תצפיתן"**-אדם שהציב הבעלים הרשום בתפקיד זה, כדי לסייע למטיס-המפקד ולמטיס בהפעלת מערכת כטב"ם קטן לפי תקנות אלה
- **"בעלים רשום"**-מי שנרשם בתעודת רישום בתור בעלים של כטב"ם קטן
- **"תשתית"**- כל אחד מאלה:
 - אזור מאוכלס
 - כל אתר שפגיעת כטב"ם בו עלולה לסכן חיים או רכוש של אדם.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

רישיון מטיס:

• תנאים לקבלת רישיון מטיס:

- מלאו למבקש 16 שנים.
- הוא קורא, מדבר ומבין את הלשון העברית ואת הלשון האנגלית הטכנית המקובלת בתעופה לעניין הפעלת מערכת כטב"ם קטן
- הוא בעל ידע מקצועי כנדרש להפעלה בטוחה של כטב"ם קטן והוכיח זאת באמצעות מעבר מבחן בידע מקצועי תעופתי שבוצע באתר הבחינה ורישום של רשות התעופה האזרחית.
- המנהל רשאי שלא לתת למבקש רישיון מטיס רישיון כאמור לתקופה שלא תעלה על שנה מיום הגשת הבקשה אם נוכח כי במבקש הרישיון מתקיים אחד מאלה:
 - הוא מסר לו מידע כוזב או מידע שגוי בעניין בקשתו לקבל רישיון מטיס
 - הוא עלול להפעיל כטב"ם בנסיבות שעלולות לסכן חיים או רכוש של מי שלא משתתף באופן ישיר בהפעלת הכטב"ם
- ניתן להטיס גם ללא רישיון מטיס במידה וההפעלה היא כללית והיא תחת פיקוחו הישיר של מטיס מפקד (עם רישיון), או שאושר במסגרת הרשאה להפעלה חריגה.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

חובת רישום וסימון:

- נדרש לרשום במערכת הבחינה והרישום של רת"א כל כטב"ם לרבות "כטב"ם זעיר".

מבחן עיוני

- נדרש לבצע מבחן עיוני ראשוני בכיתת לימוד, ולאחר מכן אחת לשנתיים במערכת הבחינה והרישום.

הוראות לעניין סימון כטב"ם:

- יש לקבע את הסימנים לזיהוי הכטב"ם על משטח חיצוני של גוף הכטב"ם כך שהם יהיו גלויים לעין וקריאים למי שאוחז בכטב"ם ובאופן שיבטיח שהם יישארו קבועים על גביו במהלך כל הטיסה.
- הרישום יהיה תקף למשך 4 שנים, ואולם בעלים רשום רשאי לבקש להאריך את תוקפה של תעודת הרישום לתקופות נוספות של 4 שנים.
- נדרש להודיע לרת"א לא יאוחר מ-14 ימים על כל שינוי או אירוע כגון (הכטב"ם נהרס, נגנב, נמכר או הבעלים הרשום נפטר)
- הפרטים שנדרשים למלא בעת רישום כטב"ם הם פרטי היצרן, דגם, מספר מזהה שנתן היצרן (אם קיים) או מספר סידורי של בקר הטיסה.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

מתן רשות בידי הבעלים הרשום

- בעלים רשום של כטב"ם קטן לא ירשה לאדם אחר להפעיל את מערכת הכטב"ם הקטן שאותו כטב"ם קטן הוא חלק ממנה, אלא אם כן בדק ומצא, עובר להפעלתה, כי אותו אדם רשאי להפעילה לפי התקנות. (רישיון מטיס, לא תחת השפעת אלכוהול וסמים וכד'...)
- נודע לבעלים רשום כי מי שמבקש את רשותו או קיבל את רשותו להפעיל מערכת כטב"ם קטן שהכטב"ם הקטן שהוא בעליו הוא חלק ממנה, הפעיל או מפעיל אותה שלא לפי התקנות, לא ירשה לאותו אדם להפעילה או להמשיך בהפעלתה.

בדיקת כשירות להטסה בטוחה

- יש לבדוק את הכטב"ם בסמוך להפעלתו במטרה לקבוע כי הוא כשיר להפעלה בטוחה, בין השאר לפי הוראות היצרן, ככל שישנן, ומצא כי הוא כשיר להפעלה בטוחה; בדיקה כאמור תכלול, בין השאר, בדיקה של כל אחד מאלה:
- שלמות ותקינות המעטפת והמדחפים – סדקים\בקעים, היפרדות משטחים ובדיקת רכיבים חסרים או רופפים.
- שלמות ותקינות מערכת הכוח וההנעה – נזילת דלק\עיוות מארזי סוללות, שינוי משמעותי בשאון פעולת המנועים, ירידה בקיבולת מקור המתח החשמלי שיש בה כדי לפגוע באפשרות ההפעלה הבטוחה.
- שלמות מערכת החשמל.
- שלמות עמדת השליטה, קישורי תקשורת ורכיבים המשמשים לשליטה בכטב"ם, ובכלל זה בדיקה שהוראות שנשלחות מעמדת השליטה נקלטות בשלמותן ומיושמות באופן מדויק ומידי בכטב"ם.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

כשירות בריאותית להפעלה בטוחה ואיסור שימוש באלכוהול ובסמים מסוכנים

- לא יפעיל אדם כטב"ם, לא ישמש אדם בתפקיד צופה, ולא ישתתף אדם באופן ישיר בהפעלת כטב"ם אם הוא במצב גופני או נפשי שעלול להפריע או לפגוע בהפעלתו הבטוחה.
- לא יפעיל אדם כטב"ם ולא ישמש בתפקיד צופה כשהוא שותה משקה משכר, כשהוא נתון תחת השפעת אלכוהול, או כאשר מצוי בגופו סם מסוכן או תוצר חילוף חומרים של סם מסוכן.

איסור הפעלה מסוכנת, השלכה או ריסוס

- לא יפעיל אדם כטב"ם באופן העלול לגרום סכנה לחיי אדם או לרכוש, ובכלל זה לא יפעילו בניגוד לתקנות.
- לא ישליך אדם חפץ מכטב"ם ולא ירסס אדם חומר מכטב"ם אם יש בכך כדי לסכן חיים או רכוש של אחר.
- ניתן להפעיל כלי טיס בחקלאות אם עומדים בתקנות ההפעלה הרלוונטיות המופרטות בתקנות
- יש להטיס במרחק של לפחות 5 ק"מ מאירוע כבאות והצלה או תאונת דרכים, ו1 ק"מ מאירוע של שירות בתי הסוהר.

איסור הפעלת כטב"ם מכלי טיס, מכלי רחיפה, מכלי רכב או מכלי שיט בתנועה

- לא ניתן להטיס מכלי טיס או מכלי רחיפה מאויש בתנועה.
- מכלי רכב בתנועה או מכלי שיט בתנועה בין שהם ממונעים לבין שאינם ממונעים, אלא אם כן הכטב"ם מופעל מעל אזור שאינו אזור מאוכלס



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

הפעלת כטב"ם בלילה והפעלה בזמן דמדומים

- ניתן להטיס כטב"ם רק אם לכטב"ם תאורות מהבהבות דולקות שנראות למרחק של לפחות 5 קילומטרים ומושכות את תשומת הלב לכטב"ם, והוא מקיים קשר-עין ישיר, כך שהוא רואה את התאורות האמורות במשך ההפעלה. (המטיס המפקד או התצפיתן)
- הטסת הכטב"ם הקטן נעשית תוך הסתייעות בתצפיתן אחד, לכל הפחות, במשך כל ההפעלה.
- לגבי הפעולות באזור ההטסה:
 - האזור מואר בעת ההפעלה באופן שמאפשר למטיס ולתצפיתן לזהות אנשים או מכשולים המיתמרים מעל פני הקרקע.
 - בוצע סיור באור יום לפני מועד ההטסה ונסקרו מפגעי בטיחות ומכשולים באזור.
- לכטב"ם הקטן תאורות מהבהבות דולקות והמטיס-המפקד והמטיס או התצפיתן מקיימים קשר-עין ישיר עם הכטב"ם הקטן, כך שהם רואים את התאורות האמורות במשך הטיסה.
- הכטב"ם הקטן מוטס במרחק שאינו עולה על 500 מטרים מהמטיס.
- מערכת הכטב"ם הקטן שהכטב"ם הקטן הוא חלק ממנה מאפשרת במשך כל ההפעלה, הנחתה של הכטב"ם הקטן או החזרתו לאתר שממנו המריא, באופן מידי ואוטומטי בידי המטיס.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

הפעלה בקשר עין ישיר

- נדרש להטיס תמיד עם קשר עין ישיר עם הכטב"ם.
- ניתן להטיס כטב"ם גם ללא קשר עין אם הוא מסתייע בצופה שעומד בתנאים הבאים:
 - מלאו לו 16 לפחות.
 - מקיימים תקשורת מתמשכת ויעילה ביניהם, לצורך הבטחת בטיחות ההפעלה.
 - מתאמים ביניהם את ביצוע הפעולות הבאות באופן מתמשך על ידי סריקת המרחב האווירי בחיפוש אחר מפגעי בטיחות וקשר עין עם הכטב"ם.

איסור הפעלת מספר כטב"מים בו-זמנית

- לא ישמש אדם בתפקיד מטיס-מפקד, מטיס או תצפיתן לגבי יותר מכטב"ם קטן אחד באותו זמן, בין שהוא משמש באותו תפקיד ובין שהוא משמש בתפקידים שונים.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

איסור נשיאת חומר מסוכן

- לא יפעיל אדם כטב"ם הנושא חומר מסוכן.

מניעת התנגשות וזכות קדימה

- לא יפעיל אדם כטב"ם בקרבה לכלי טיס או לכלי רחיפה אחר, אם יש בה כדי ליצור סיכון להתנגשות בין הכטב"ם לבין כלי הטיס או כלי הרחיפה האחר.
- מי שמפעיל כטב"ם ייתן זכות קדימה לכל כלי טיס מאויש ולכל כלי רחיפה מאויש, ובכלל זה יפנה את המרחב האווירי סביב כלי הטיס או כלי הרחיפה שלו ניתנת זכות קדימה, ויימנע ממעבר מעל, מתחת או לפני כלי הטיס או כלי הרחיפה כאמור, אלא אם כן הדבר יכול להיעשות באופן המאפשר הפעלה בטוחה.
- נוכח אדם כי הוא מפעיל כטב"ם בקרבה לכלי טיס או לכלי רחיפה אחר שיש בה כדי ליצור סיכון להתנגשות ביניהם, ינחית את הכטב"ם מידית, ולא יחדש את הפעלתו אלא אם כן מתקיימים כל אלה:
 - כלי הטיס או כלי הרחיפה האחר עזב את המרחב האווירי המיועד להפעלה
 - בדק את המידע האווירי למרחב האווירי בפמ"ת ובנוטאם (פרסום מידע תעופתי זמני) והוא סקר בשנית את המרחב האווירי.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

הפעלה מעל אדם או תשתית

- המרחק בין הכטב"ם הקטן לבין אדם קטן מגובה הטיסה של הכטב"ם הקטן או מ-50 מטרים, לפי הגדול מבניהם, אלא אם כן אותו אדם משתתף באופן ישיר בהפעלת מערכת הכטב"ם הקטן
- לא ניתן להטיס מעל כלי רכב בתנועה בין אם הוא ממונע ובין שאינו ממונע.
- אין להטיס מעל תשתית.
- המרחק בין הכטב"ם הקטן לבין תשתית קטן מגובה הטיסה שלו, אלא אם כן התשתית היא בבעלותו או בחזקתו של מי שמטיס את הכטב"ם הקטן, או שהבעלים או המחזיק של התשתית הסכים לכך.

הפעלה מעל אדם או תשתית עם כטב"ם זעיר

- ניתן להטיס מעל אדם או תשתית עם כטב"ם זעיר במידה ועומדים בתנאים:
- אין בכטב"ם חלקים נעים גלויים שעלולים לגרום נזק לאדם או לרכוש במקרה של התנגשות.
- הוא מפעיל את הכטב"ם כך שבעת טיסתו הכטב"ם לא שווה מעל אדם בשטח פתוח או מעל כלי רכב בתנועה; לעניין זה, "שווה" - לרבות מרחף, טס באופן חוזר או במעגלים, מעל אדם בשטח פתוח או מעל כלי הרכב, לפי העניין, ולגבי אדם בשטח פתוח - למעט מעבר קצר זמן וחד-פעמי מעליו, כאשר המעבר נועד לצורך טיסה מנקודה-לנקודה.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

הפעלה בניגוד להוראות תעבורה אווירית

- אין להטיס באזור אסור או באזור מסוכן לטיסה אלא אם כן אישר מנהל רת"א את ההפעלה הנדרשת.
- באזור מוגבל לטיסה - אלא לפי התנאים והמגבלות שנקבעו לגבי אותו אזור או באישור הגורם השולט באותו אזור, הגורם המשתמש באותו אזור ויחידת הנת"א המתאימה, כפי שפורסם בפמ"ת או בנוטאם.
- בניגוד לנוטאם בדבר הגבלות על טיסה באזורים מסוימים, אלא לפי אותן הגבלות או באישור הגורם השולט באותו אזור, הגורם המשתמש באותו אזור ויחידת הנת"א המתאימה, כפי שפורסם בנוטאם.

הפעלה במרחבים אוויריים מסוימים ובקרבת שדה תעופה, מנחת או שטח הפעלה

- לא ניתן להטיס באזור פיקוח, באזור פיקוח שדה או באזור שדה.
- לא ניתן להטיס בתחום שהמרחק בין גבולותיו לבין כל נקודה על מסלול שדה תעופה או מסלול מנחת קטן מ- 2 קילומטרים (או אם נקבע מרחק גדול יותר בפמ"ת), או צבאית במרחק שקטן מ- 3 קילומטרים.
- במידה והטיסה של הכטב"ם אושרה מראש בידי יחידת הנת"א המתאימה או בידי מי שנקבע לכך בפמ"ת לגבי אותו אזור או תחום או שנקבע אחרת מראש בפמ"ת, ייתן יהיה להטיס באזורים אלו על בסיס האישור שהתקבל.





תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

מגבלות כלליות על הפעל כטב"ם

- המהירות ביחס לקרקע של הכטב"ם לא עולה על 87 קשר.
- גובה הטיסה של הכטב"ם הקטן לא עולה על 100 מטרים מעל פני השטח, אלא אם כן נקבע בפמ"ת כי גובה הטיסה לגבי המקום בו מתקיימת הטיסה הוא 60 מטרים, שאז לא יטיס אדם כטב"ם קטן בגובה מעל פני השטח העולה על 60 מטרים; קביעה כאמור בפמ"ת ושינויה טעונים את הסכמת מי שמפקד חיל האוויר הסמיכו;
- מתקיימת ראות טיסה של 3 ק"מ לפחות
- בין הכטב"ם לבין ענן נשמר מרחק מזערי של 150 מטרים במישור האנכי.

פעולות נדרשות לפני הפעלה

- הערכת הסביבה – תנאי מז"א, בדיקת המרחב האווירי, בדיקת מכשולים.
- תדרוך משתתפי ההפעלה
- בדיקת תקינות רכיבי הכטב"ם ועמדת השליטה.



תקנות הטיס (הפעלת כטב"ם קטן) התשפ"ד 2024

הרשאה להפעלה מיוחדת

- התקנות שמהן ניתן לבקש הרשאה להפעלה מיוחדת:
 - תקנה 2 (ב) – חובת רישיון למי שמטיס כטב"ם קטן
 - תקנה 25 - איסור הטסת כטב"ם קטן מכלי טיס, מכלי רחיפה, מכלי רכב או מכלי שיט בתנועה
 - תקנה 26 (ג)(4) – הכטב"ם הקטן מוטס במרחק שאינו עולה על 500 מטרים מהמטיס;
 - תקנה 27 – הפעלה בקשר עין ישיר
 - תקנה 28 – תנאים להסתייעות בתצפיתן.
 - תקנה 29 – איסור על הפעלת מספר כטב"ם קטנים בו זמנית
 - תקנה 30 לעניין הפעלת כלי טיס בחקלאות לפי תקנה 18 (ג) – הפעלת חומר מסוכן בחקלאות
 - תקנה 32 – הפעלה מעל אדם או תשתית
 - תקנה 35 – מגבלות כלליות על מערכת כטב"ם קטן (גובה, מהירות, ראות וכד'...)
- את ההרשאה להפעלה חריגה מבקשים דרך אתר הרישום והבחינה , נדרש למלא ניהול סיכונים – [קישור](#) למנחה לכתיבת ניהול סיכונים.
- במידה ורוצים לבקש פטור מתקנה אחרת שלא מופיעה ברשימה הזו נדרש לבקש פטור לפי סעיף 165 לחוק הטיס – [קישור](#) לשירות בקשת הפטור לפי סעיף 165 לחוק הטיס.





חוק הטיס והפמ"ת

מספר נקודות נוספות על בסיס חוק הטיס תשע"א 2011

- במקרה חירום המצריך לדעת המטיס המפקד יש לבצע פעולה מידית לשם הגנה על חיי אדם או שמירת הבטיחות גם אם זה יגרור סטייה מהוראת כל דין לעניין הפעלת כלי הטיס.
- "תאונת טיס" היא אירוע הקשור בהפעלת כלי טיס אירוע הקשור בהפעלת כלי טיס או בפעולות בדק בכלי טיס, שהתרחש בזמן הפעלה או תחזוקה של כלי הטיס, ובמהלכו אירע אחד מאלה:
 - אדם נהרג או נפצע באופן חמור
 - נגרם לכלי הטיס נזק חמור או נזק מבני
 - כלי הטיס נעדר או שלא ניתן להגיע אליו





חוק הטיס והפמ"ת

מספר נקודות נוספות על בסיס פרק ב 09 בפמ"ת

- על בסיס התנאים בסעיף 5 (ג) – הפרדות מופחתות נדרש לשמור הפרדות מכלי טיס \ כלי רחיפה בתנאים:
 - הפרדה אנכית נדרשת – לא תקטן מ-200 רגל
 - הפרדה רוחבית ואורכית נדרשת – לא תקטן מ-250 מטר.
 - תנאים נוספים לטיסה בהפרדות מופחתות:
 - קיים קשר עין רצוף בין המטיס המפקד או התצפיתן לכטב"ם
 - הכטב"ם בגובה של עד 300 רגל מעפ"ש.
 - מהירות הכטב"ם אינה עולה על 87 קשר.
 - לא יפעיל אדם כטב"ם בקרבה לכלי טיס אחר שיש בה כדי ליצור סיכון להתנגשות ביניהם. מי שמפעיל את הכטב"ם ייתן זכות קדימה לכל כלי טיס מאויש. אחריות על ההפרדה היא על מטיס הכטב"ם.
-
- אין פמ"ת פתוח במבחן
 - יש שאלת חישוב לדוגמה בסוף המצגת



ידע טכני ולוגיקות

הטסה ללא GPS

- על מנת להבין היטב כיצד הכטב"ם יתנהג ללא קליטת לווייני GPS יש לקרוא את הוראות היצרן.
- בחלק גדול מרבי הלהב (רחפנים), שמירת גובה ומצב הטיסה ישמר מאוזן אבל יהיה קושי בשמירת המיקום במרחב.
- ישנן חסימות\שיבושים שונים אשר ישפיעו על ההטסה, יש לבדוק זאת תחילה על הקרקע ובכל מקרה לא להטיס כאשר יש חשד להטסה מסוכנת.
- הדרך הנכונה ביותר ברוב המקרים במידה ויש אובדן GPS היא להטיס בקשר עין עד לנחיתה במקום בטוח, לשים לב ששימוש באופנים אוטומטיים מבוססי מיקום יכולים לגרום לאובדן הכטב"ם או לנחיתה במקום לא נשלט.
- על מנת לקבל מיקום מדויק הכטב"ם דורש קליטה של לפחות 3 לוויינים וגובה לפחות 4 לוויינים.

רוטורים של רב הלהב (רחפן)

- יש לשים לב שלמרות שבדרך כלל הרוטורים זהים בגודלם ובצורתם, יש הבדלים במיקום זווית ההתקפה שלהם ולכן יש משמעות למיקום הרכבתם, ברוב הכטב"מים יש סימון על גבי הרוטורים המאפשרים לדעת איך נכון להרכיבם, יש להשתמש בהוראות היצרן על מנת לדעת כיצד להרכיב בצורה נכונה את הרוטורים.
- ברוב רבי הלהב (רחפנים) ישנם 4 רוטורים, במידה ואחד הרוטורים יפסיק לעבוד הכטב"ם יהיה בלתי נשלט וככל הנראה יתרוסק במהירות ובצורה בלתי נשלטת, לכן יש חשיבות רבה לתקינותם והפעלה מעל אזור בטוח לפי התקנות.
- השליטה בתנועת הרב להב (רחפן) מתאפשרת על ידי שינויי דחף וכוח של כל רוטור בנפרד ביחס לרוטורים האחרים, כל שני מנועים צמודים מסתובבים בכיוונים נגדיים.



ידע טכני ולוגיקות

אנרגיה

- בחלק גדול מהכטב"מים, האנרגיה המשמשת להנעת הרוטורים היא על ידי סוללות חשמליות.
- הסוללות רגישות לטמפרטורות קיצוניות, יש לבדוק שלמות לפני כל המראה.
- במקרה וזיהית שהסוללה התנפחה, או פגומה אין להשתמש בה יותר.
- בחלק גדול מהכטב"מים, תתקבל התראה במערכת השליטה של הכטב"ם על ערכי סוללה קריטיים, בחלק גדול מהמקרים הכטב"ם יחזור לנחיתה במקום אשר הוגדר לו מראש או ינחת במקום מכיוון שמערך מסויים הכטב"ם כבר לא יכול לשמור על גובה..

לוגיקת חזרה הביתה (RH)

- לחלק גדול מהכטב"מים יש יכולת לתכנן נקודה מראש אשר הכטב"ם יטוס אליה וינחת במידה ולא תהיה תקשורת עם המטוס או בתקלות מסוימות.
- יש לוודא (במידה ויש זאת במערכת) כי המטיס מזין נקודה בטוחה ויהיה קו ישיר בין הנקודה לבין נתיב הטיסה הצפוי.

כיוון מצפני

- על מנת שהכטב"ם יטוס בצורה תקינה נדרש כיוון מצפני מדויק.
- נדרש לבצע כיוול מצפני בתחילת יום טיסות או לפי הוראות היצרן.
- יש לשים לב כי בסביבת מתח גבוהה יכולה להיות השפעה על הכיוון המצפני שיכולה לגרום להטסה לא בטוחה, יש להתרחק מסביבת קווי מתח גבוה.



ידע טכני ולוגיקות

תקינות הכטב"ם והוראות כלליות

- יש לבדוק לפני ההמראה ואחריה שהכטב"ם תקין, במידה ויש משהו לא תקין או במידה ויש ספק, יש לבדוק זאת מול מעבדה מורשית ולשלוח לתיקון במידה ונדרש.
- בכל מקרה יש להפעיל תמיד לפי הוראות היצרן, נדרש לשים לב שמידה ויש הוראות יצרן שסותרות את המותר בתקנות או בחוקים יש לפעול לפי החוקים והתקנות. (לדוגמה – מהירות\גובה)
- ניתן להוסיף או להוריד חלקים לכטב"ם או אף לבנות כטב"ם בבית כל עוד ההטסה נעשית בצורה בטוחה וניתן לעמוד בכל התקנות והחוקים.
- למרבית הרחפנים יש 2 תאורות אדומות בקידמת הרחפן ו2 תאורות ירוקות בחלק האחורי אשר באמצעותן ניתן לדעת מה כיוון הטיסה של הרחפן בלילה.

מהירות

- בזמן חישוב זמן טיסה בין נקודות יש להתחשב במהירות הקרקעית (Ground speed) שבד"כ מוצגת על גבי עמדת השליטה, נתון שמשפיע על המהירות הקרקעית הוא עוצמת וכיוון הרוח.
- מהירות אווירית מתוקנת (Calibrated air speed) ומהירות אווירית אמתית (True air speed) הן מהירויות הבאות לתאר את מהירות הכטב"ם בתוך גוש האוויר בו הוא טס והוא משמעותי לחישוב גודל העילוי הנוצר על הכנפיים וקריטי בהקשר הזדקרות, הוא רלוונטי בעיקר להטסה של כטב"ם כנף קבועה ולא רב להב (רחפן).



ידע טכני ולוגיקות

מנוע ארבע פעימות

- מנוע ארבע פעימות הוא סוג של מנוע בעירה פנימית פופולארי המשמש להנעה של כלים רבים, לרבות כטב"ם.
- במחזור עבודה אחד של המנועה מתבצעים למעשה ארבע פעולות עיקריות:
 - פעולת היניקה – התהליך בו נכנסת התערובת של הבנזין והאוויר לצילינדר.
 - פעולת הדחיסה – נפח התערובת קטן והלחץ והטמפרטורה עולים והתערובת ניצתת על ידי המצת.
 - פעולת העבודה – פיצוץ התערובת גורם להפיכת אנרגיית הפיצוץ לאנרגיה קינטית היוצרת תנועה כונית המסובבת את ציר המנוע.
 - פעולת הפליטה – הנפח בצילינדר קטן והגזים השרופים נפלטים החוצה דרך המפלט.

מד מהירות ומד גובה

- מהירות אווירית הוא נתון קריטי בטיסה על מנת שהכטב"ם ידע לטוס בצורה יציבה.
- לחץ טוטאלי ולחץ סטאטי נדרשים על מנת לחשב את המהירות האווירית של הכטב"ם (נדרש לחץ דינאמי שהוא ההפרש בין הלחץ הטוטאלי ללחץ הסטאטי), לגובה נדרש רק יחס טוטאלי.
- הלחצים נמדדים על ידי מספר חרירים בצינור הפיטו של הכטב"ם .
- כאשר הפתח הסטאטי חסום, בעת הנסיקה המהירות תרד ובעת הנמכה המהירות תעלה.



ידע טכני ולוגיקות

מונחי בתעופה

- עילוי – סך הכוחות האווירודינמיים על הכנף המתנגדים לכוח הכבידה ומאפשרים לגופים הכבדים מן האוויר לעוף.
 - ככל שהמטוס יטוס מהר יותר זרימת האוויר על הכנפיים מתעצמת וכל יכולה להגביר את היכולת ליצור עילוי.
 - ככל שצפיפות האוויר גדולה יותר תהיה יכולת להגברה של היכולת ליצור עילוי.
 - ההמראה מתאפשרת כאשר העילוי מתגבר על כוחות הכבידה ומאפשר למטוס לעלות לשמיים.
- QNH - לחץ ברומטרי מקומי יחסית לפני הים. מד הגובה יראה את הגובה ביחס לפני הים.
- QNE – לחץ ברומטרי מקומי יחסית לפני השטח. מד הגובה יראה את הגובה מעל פני השטח. (יחסית לנקודה שבו התבצעה המדידה)
- מרכז כובד- נתון המציג את הנקודה הממוצעת של מסת הכטב"ם, הנתון חשוב על מנת שניתן יהיה להעריך מהם הביצועים האפשריים של המטוס וכמה יציב יהיה בטיסה.
- הזדקרות – המצב בו אין זרימת אוויר על הכנף ויש איבוד של העילוי, במצב זה המטוס יאבד גובה.
 - שני פרמטרים חשובים אפשר משפיעים ישירות על הזדקרות:
 - מהירות – מהירות נמוכה יכולה להביא להזדקרות. (פחות רלוונטי לרב להב)
 - מרכז כובד אחורי – יקשה על המטוס לשמור על מהירות ויכולה לגרום להזדקרות.



ידע טכני ולוגיקות

מונחי בתעופה

- רוח גב- רוח הנושבת עם כיוון הטיסה של הכטב"ם, לא תעלה את העילוי בהמראה או בטיסה
- רוח אף – רוח הנושבת נגד כיוון הטיסה של הכטב"ם, ומעלה את העילוי בהמראה ובטיסה.
- רוח צד- רוח שמגיעה קרוב ל90 מעלות לכטב"ם מאחד הכיוונים, יכולה לגרום להתרסקות בהמראה בגלל גלגול של הכטב"ם.
- מיליבר – יחידה למדידת לחץ.
- AGL - גובה מעל פני השטח, בד"כ מוצג על גבי מערכת השליטה של הכטב"ם (Level Ground Above).
- ASL - גובה מעל פני הים, שפה משותפת בין מטיסים\בקרה אווירית – מוצג במפות\אפליקציות של רת"א.
- מהירות אווירית – מהירות כלי הטיס ביחס לגוש האוויר שבו הוא טס (רלוונטית להשפעה הישירה על הכטב"ם – מהירות הזדקרות, מגבלות רוח וכד')
- מהירות קרקעית – מהירותו של הכטב"ם ביחס לקרקע (רלוונטית לחישוב זמן הגעה), לרוב שונה מהמהירות האווירית עקב הרוחות.



מטאורולוגיה

סוגי עננים והשפעתם

- צירוס – ענן גבוה שכבתי מלווה ברוח חזקה וזרמי סילון.
- קומולוניבוס – ענן אשר ילווה במזג אוויר סוער, רוחות חזקות, חתחות וגשם\ברד.
- אלטוסטראטוס – ענן שכבתי בינוני שבדרך כלל לא מוריד גשם.
- סטראטוס- ענן שכבתי יכול במקרים מסוימים ליצור טפטוף.
- נימבוסטראטוס- ענן גשם המתאפיין בגשם קל וממושך ואוויר יציב.

תופעות מזג אוויר

- גזירת רוח - שינוי של מהירות או/ו כיוון רוח בכיוון אנכי או אופקי או שניהם בקצב מהיר.
- צפיפות אוויר-
 - עלייה בצפיפות האוויר (לדוגמה עם ירידה בגובה) - תעלה את העילוי.
 - ירידה בצפיפות האוויר (לדוגמה עם עליה בגובה) - תוריד את העילוי.
- גשם – יש להכיר ולהטיס את הכטב"ם על פי הוראות היצרן, ככל יש להימנע מהטסה בגשם, במקרים רבים לא ניתן לאמוד את כמות המילימטרים שיורדת (בד"כ כך הוראות היצרן ירשמו את המגבלות), גשם יכול לגרום לאובד שליטה על הכטב"ם.
- רוח- יש להטיס לפי מגבלות היצרן, יש להתחשב ברוח בחישוב זמן הטיסה וזמן טיסה של נתיב כלשהו.
- טמפ' – יש להטיס לפי מגבלות היצרן, יש לשים לב שטמפ' קיצונית יכולה לגרום לנזק לסוללה (בעיקר טמפ' גבוהה), ויכולה לגרום לירידי בביצועי הסוללה (בעיקר בטמפ' נמוכה)



שאלת חישוב לדוגמה

שאלה לדוגמה :

הנך מעוניין להטיס בקרבת החוף באזור נתניה, גובה הקרקע הוא 30.5 מטר , לאחר שפתחת מפה בפמ"ת ראית שיש נתיב בגובה 400 (רגל) , מה הגובה המקסימאלי שניתן להטיס (במידה ואין מגבלות אחרות והנך מטיס לפי התקנות של כטב"ם קטן ללא הרשאה להפעלה מיוחדת כלשהי)

תשובה:

1. ראשית נהפוך את המטר לרגל – $30.5 * 3.28$, התוצאה היא 100 רגל, ז"א שהמטיס נמצא בגובה 100 רגל ASL.
2. ה-400 שמסומן במפה הוא גובה ASL של הנתיב.
3. ההפרדה האנכית הנדרשת מתשתית אווירית לפי הפמ"ת לפי התנאים של הפרדות מופחתות – 200 רגל, ז"א שמותר יהיה להטיס 200 רגל מתחת לגובה הנתיב – 200 רגל ASL.
4. מכיוון שגובה המטיס הוא 100 רגל , המטיס יוכל להטיס עד 100 רגל בלבד.



שלב 4: חשב את הגובה המותר מעל פני השטח (AGL)

200 רגל ASL (תקרה) - 100 רגל ASL (קרקע) = 100 רגל AGL

גובה מקסימלי להטסה (AGL): 100 רגל

שלב 3: החל כללי הפרדה

שמור על מרחק הפרדה של 200 רגל מתחת לגובה חנתיב כדי לקבוע את תקרת הטיסה המוחלטת.

400 רגל (נתיב) - 200 רגל (הפרדה) = 200 רגל ASL

תקרה מותרת: 200 רגל ASL

שלב 2: זהה את גובה הנתיב האווירי

גובה נתיב אווירי במפה (נתון תמיד ברגל ASL):

400 רגל ASL

שלב 1: קבע את גובה הקרקע שלך (ASL)

גובה הקרקע נתון במטרים: 30.5 מטר

30.5 מטר * 3.28 = 100 רגל ASL

גובה קרקע: 100 רגל ASL



בהצלחה!