

מגמת הנדסה יישומית

מודולה 2 כיתה י"א

תוכנית לימודים בנושא: סימולציות טיסה לרחפנים

60 שעות

מחברים:

מר כרים אסעד

מר אלי קפלן

עורכת:

ד"ר אמונה אבו-יונס עלי

ייעוץ מדעי ופדגוגי:

גב' אירנה אוצ'יטל
מר איתן גרוס

מפמ"ר המגמה:

מר שלומי אחנין

סמל מגמה: 1150

עדכון: אוגוסט 2026

כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

מרכז המורים הארצי למקצועות הטכנולוגיים, מור-טק

הפרויקט מבוצע על ידי הטכניון עפ"י מכרז 22/11.2020

הפרויקט מבוצע עבור מינהל חדשנות וטכנולוגיה אגף א' STEM, משרד החינוך

החומר יצא לאור במימון מינהל חדשנות וטכנולוגיה אגף א' STEM, משרד החינוך ומינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או
אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר כל חלק שהוא מהחומר שבחוברת זו. שימוש מסחרי מכל
סוג שהוא בחומר הכלול בחוברת זו אסור בהחלט אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

תוכן עניינים

1	מבוא לתוכנית הלימודים
1	חלוקת השעות
1	דגשים דידקטיים
2	מטרות ותוצרי הלמידה
3	תוכנית לימודים בנושא סימולציות טיסה לרחפנים
3	לימודים עיוניים ויישומיים (40 שעות)
3	פרק 1: מבוא לסימולציות טיסה לרחפנים (4 שעות)
3	פרק 2: היכרות עם סביבת הסימולטור (6 שעות)
4	פרק 3: שליטה בסיסית ברחפן (8 שעות)
4	פרק 4: שליטה מתקדמת וניווט במרחב (8 שעות)
5	פרק 5: תרחישי טיסה והתמודדות עם תקלות (6 שעות)
6	פרק 6: תכנון משימות טיסה והכנה למעבר לרחפן אמיתי (8 שעות)
7	לימודים התנסותיים (20 שעות)
9	ביבליוגרפיה
10	נספח א': יישום התוכנית באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello
10	1. ציוד ותשתיות מומלצים
10	2. התאמת פרקי התוכנית ל-DroneBlocks
10	3. מעבר מהסימולטור לרחפן DJI Tello
10	4. כללי בטיחות ייעודיים
11	5. משימות מומלצות
11	6. תקלות נפוצות ודרכי טיפול
11	7. מקורות עזר לנספח א'
	נספח ב': יישום התוכנית באמצעות FreeRider Recharged ושלט BetaFPV Lite Radio 2/3 ורחפן
12	Apex G149
12	1. ציוד ותשתיות מומלצים

2. התאמת פרקי התוכנית ל-FPV Freerider Recharged.....12
3. מעבר מהסימולטור לרחפן Apex G149.....13
5. משימות מומלצות.....14
6. תקלות נפוצות ודרכי טיפול.....16
7. מקורות עזר לנספח ב'.....17

מבוא לתוכנית הלימודים

תוכנית לימודים זו נועדה להקנות לתלמידי מגמת הנדסה יישומית ידע ומיומנויות בסיסיות בהפעלת רחפן באמצעות סביבת סימולציה ממוחשבת, תוך שילוב בין הוראה עיונית להתנסות מעשית. התוכנית כוללת נושאים מרכזיים כגון היכרות עם סביבת הסימולטור, עקרונות השליטה ברחפן, התמצאות במרחב התלת-ממדי, ביצוע משימות טיסה, התמודדות עם תרחישי תקלה ותכנון מסלולי טיסה.

הסימולטור מאפשר לתלמידים לתרגל מיומנויות הטסה בסביבה בטוחה, ללא סיכון לציוד או למשתמשים, ומאפשר ביצוע תרגול חוזר עד להשגת שליטה מלאה במיומנויות הנדרשות. במהלך הלמידה מושם דגש על פיתוח חשיבה טכנולוגית והנדסית, קבלת החלטות, פתרון בעיות, תכנון משימות ועבודת צוות, כהכנה ללימודי ההטסה והתכנות של רחפנים בהמשך מסלול הלימודים.

המודולה נבנתה כך שתאפשר את יישומה באמצעות מגוון סימולטורים ורחפנים חינוכיים שונים, בהתאם לאמצעים העומדים לרשות המוסד החינוכי נא לעיין ב-:

נספח א' (יישום התוכנית באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello)

נספח ב' (יישום התוכנית באמצעות FreeRider Recharged ושליט BetaFPV Lite Radio 2/3 ורחפן Apex G149)

חלוקת השעות

חלוקת השעות ללימודי מודולה 2 – סימולציות לטיסת רחפנים בכיתה י"א נתונה בטבלה שלהלן:

שם המקצוע		כיתה י"א		סה"כ
סימולציות לטיסת רחפנים		מחצית א	מחצית ב	כללי
		2 ש"ש	2 ש"ש	60 ש'

דגשים דידקטיים

- שילוב בין הוראה עיונית להתנסות מעשית בסביבת סימולציה.
- פיתוח מיומנויות שליטה במרחב, דיוק ויציבות בטיסה.
- שימוש בתרחישי טיסה המדמים מצבים אמיתיים.
- שילוב תרגול אישי, עבודה בזוגות ועבודת צוות.

- ביצוע תחקור (Debriefing) לאחר כל משימת טיסה לצורך שיפור ביצועים.
- הקפדה על הטמעת תרבות בטיחות והרגלי עבודה נכונים כהכנה להטסת רחפן אמיתי.

מטרות ותוצרי הלמידה

מטרות התוכנית

- להכיר סביבת סימולציית טיסה ואת מרכיביה המרכזיים.
- להבין את עקרונות התנועה של רחפן במרחב תלת-ממדי.
- לפתח מיומנויות שליטה בסיסיות ומתקדמות ברחפן בסביבת סימולציה.
- לתכנן מסלולי טיסה בהתאם לדרישות משימה מוגדרות.
- לנתח תקלות וסטיות במהלך טיסה ולבצע תיקון מסלול.
- לטפח הרגלי עבודה בטוחים ואחראיים לקראת הפעלת רחפן אמיתי.

תוצרי הלמידה

- התלמיד יפעיל את סימולטור הטיסה באופן עצמאי.
- התלמיד יבצע המראה, ריחוף, תנועה, סבסוב ונחיתה בסביבה וירטואלית.
- התלמיד יתכנן ויבצע מסלול טיסה הכולל מספר שלבים.
- התלמיד יתעד את תהליך העבודה ויבצע רפלקציה על ביצועיו.
- התלמיד יסביר את ההבדלים המרכזיים בין טיסה בסימולציה לבין טיסה ברחפן אמיתי.

תוכנית לימודים בנושא סימולציות טיסה לרחפנים

לימודים עיוניים ויישומיים (40 שעות)

פרק 1: מבוא לסימולציות טיסה לרחפנים (4 שעות)

יעדים:

- הכרת מטרות השימוש בסימולטור טיסה כחלק מתהליך הכשרת מפעיל רחפן.
- הבנת יתרונות השימוש בסימולטור לעומת אימון ראשוני ברחפן אמיתי.
- הכרת כללי הבטיחות וההתנהלות בסביבת אימון.

תכנים:

- 1.1 סימולציות טיסה: הגדרה, מטרות ויישומים.
- 1.2 יתרונות ומגבלות של סביבת סימולציה.
- 1.3 תחומי שימוש בסימולטורים (תעופה, רחפנים, ביטחון, תעשייה וחינוך).
- 1.4 כללי בטיחות ונהלי עבודה לפני תחילת אימון.

פרק 2: היכרות עם סביבת הסימולטור (6 שעות)

יעדים:

- הכרת ממשק המשתמש של תוכנת הסימולציה הנבחרת.
- שליטה באמצעי הבקרה והצגת נתוני הטיסה.
- זיהוי רכיבי סביבת העבודה והאפשרויות השונות להפעלת הסימולטור.

תכנים:

- 2.1 הכרת ממשק המשתמש.
- 2.2 תצוגות המסך (HUD).
- 2.3 מצלמות ותצוגות שונות.
- 2.4 בקרי השליטה והגדרות הסימולטור.
- 2.5 בחירת סביבת אימון ותרחישי טיסה.

2.6 הפעלת משימת האימון הראשונה.

פרק 3: שליטה בסיסית ברחפן (8 שעות)

יעדים:

- רכישת מיומנויות הטסה בסיסיות בסביבת הסימולציה.
- שליטה בתנועות היסוד של הרחפן.
- ביצוע טיסות קצרות באופן יציב ומדויק.

תכנים:

- 3.1 המראה (Takeoff) .
- 3.2 נחיתה (Landing) .
- 3.3 ריחוף (Hover) .
- 3.4 תנועה קדימה ואחורה (Pitch) .
- 3.5 תנועה ימינה ושמאלה (Roll) .
- 3.6 עלייה וירידה בגובה (Throttle) .
- 3.7 סבסוב סביב הציר האנכי (Yaw) .
- 3.8 שילוב תנועות בסיסיות במסלול טיסה פשוט.

פרק 4: שליטה מתקדמת וניווט במרחב (8 שעות)

יעדים:

- שיפור הדיוק והיציבות בטיסה.
- ביצוע מסלולי טיסה מורכבים.
- פיתוח יכולת ניווט ותכנון תנועה במרחב.

תכנים:

- 4.1 שמירת גובה קבוע.
- 4.2 שינויי כיוון במהלך הטיסה.
- 4.3 מעבר דרך שערי טיסה.
- 4.4 טיסה במסלול ריבועי. (יישום באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello בלבד)
- 4.5 טיסה במסלול משולש. (יישום באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello בלבד)
- 4.6 טיסה במסלול מעגלי. (יישום באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello בלבד)
- 4.7 תכנון וביצוע מסלול משולב.

פרק 5: תרחישי טיסה והתמודדות עם תקלות (6 שעות)

יעדים:

- הכרת תרחישי תקלה אופייניים במהלך הטסת רחפן.
- פיתוח יכולת קבלת החלטות בזמן אמת.
- ביצוע פעולות מתקנות לשמירה על שליטה ובטיחות הטיסה.

תכנים:

- 5.1 סטייה ממסלול הטיסה.
- 5.2 איבוד יציבות הרחפן.
- 5.3 השפעת רוח ותנאי סביבה על הטיסה. (יישום באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello בלבד)
- 5.4 זיהוי טעויות מפעיל ותיקון.
- 5.5 ביצוע נחיתת חירום בסימולטור.
- 5.6 ניתוח תרחישים ותחקור ביצועים.

פרק 6: תכנון משימות טיסה והכנה למעבר לרחפן אמיתי (8 שעות)

יעדים:

- תכנון מסלולי טיסה בהתאם למשימה מוגדרת.
- שילוב מיומנויות ההטסה שנרכשו לאורך המודולה.
- הכרת ההבדלים בין סימולציית טיסה לבין הטסה בפועל.

תכנים:

- 6.1 תכנון מסלול טיסה.
- 6.2 בחירת נקודות ציון ומסלול.
- 6.3 שילוב מספר פעולות ברצף.
- 6.4 תכנון משימת צילום או סריקה.
- 6.5 תחקור ביצועי המשימה.
- 6.6 השוואה בין סימולטור לרחפן אמיתי.
- 6.7 מגבלות סביבת הסימולציה.
- 6.8 הכנה למעבר להטסת רחפן אמיתי בהתאם לציוד הזמין ולנהלי הבטיחות.

לימודים התנסותיים (20 שעות)

יעדים:

1. רכישת מיומנויות הטסה באמצעות תרגול מעשי בסביבת סימולציה.
2. פיתוח שליטה, דיוק ובקרה במהלך הטסת הרחפן.
3. תכנון וביצוע משימות טיסה ברמות קושי שונות.

תכנים:

משימה 1 – המראה וריחוף

- 1.1 המראה בטוחה.
- 1.2 ריחוף במשך 15 שניות.
- 1.3 נחיתה מבוקרת.

משימה 2 – שליטה במרחב

- 2.1 תנועה קדימה ואחורה.
- 2.2 תנועה ימינה ושמאלה.
- 2.3 עלייה וירידה.

משימה 3 – טיסה במסלול ריבועי

- 3.1 תכנון המסלול.
- 3.2 ביצוע המסלול.
- 3.3 נחיתה מדויקת.

משימה 4 – טיסה במסלול משולש

- 4.1 תכנון נקודות המסלול.
- 4.2 שמירת כיוון.
- 4.3 סיום המשימה בנחיתה מדויקת.

משימה 5 – מעבר דרך שערים

- 5.1 מעבר בשער יחיד.
- 5.2 מעבר במספר שערים ברצף.
- 5.3 שמירת גובה ומהירות.

משימה 6 – שמירת גובה

- 6.1 ריחוף בגובה קבוע.
- 6.2 שמירת גובה במהלך תנועה.
- 6.3 תיקון סטיות.

משימה 7 – התמודדות עם רוח

- 7.1 תיקון סטייה.
- 7.2 שמירת מסלול.
- 7.3 נחיתה מבוקרת.

משימה 8 – ניווט במסלול מורכב

- 8.1 תכנון המסלול.
- 8.2 מעבר בין נקודות ציון.
- 8.3 תחקור הביצועים.

משימה 9 – משימת טיסה משולבת כולל צילום

- 9.1 שילוב כל מיומנויות ההטסה.
- 9.2 ביצוע המשימה בזמן מוגדר.
- 9.3 הערכת ביצועים.

משימה 10 – משימת סיכום

- 10.1 תכנון עצמאי של מסלול.
- 10.2 ביצוע מלא של המשימה.
- 10.3 הצגת תוצאות ותחקור.

ביבליוגרפיה

1. **ICAO – Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)**
אתר רשמי של ארגון התעופה האזרחית הבינלאומי (ICAO), הכולל מידע מקצועי בנושא מערכות כלי טיס המוטסים מרחוק (RPAS), תקינה, בטיחות, מערכות שליטה ובקרה ושילוב כלי טיס בלתי מאוישים במרחב האווירי.
קישור:
<https://www.icao.int/UA/remotely-piloted-aircraft-systems-panel-rpas>
2. **ICAO – Annex 6, Operation of Aircraft, Part IV: Remotely Piloted Aircraft Systems**
מידע רשמי של ICAO בנושא נספח 6 להפעלת כלי טיס. חלק IV עוסק בהפעלת מערכות כלי טיס המוטסים מרחוק (RPAS), לרבות היבטים רגולטוריים ובטיחותיים הקשורים להפעלתן. **ICAO – Annex**
קישור:
https://www.icao.int/sites/default/files/postalhistory/annex_6_operation_of_aircraft.htm
3. **EASA – Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems**
קישור לגרסה המעודכנת באתר EASA
המקור כולל את כללי האיחוד האירופי להפעלת רחפנים, לצד אמצעי ציות מקובלים והנחיות יישום.
4. **רשות התעופה האזרחית בישראל – רישוי והפעלת כטב"ם קטן**
קישור לעמוד רת"א (לחצו כאן) העמוד כולל מידע על רישום, רישוי, מגבלות הפעלה, קשר עין והרשאות מיוחדות.

נספח א': יישום התוכנית באמצעות DroneBlocks ורחפן DJI Tello

נספח זה מיועד למורה הבוחר ליישם את תוכנית הלימודים באמצעות סביבת DroneBlocks ובאמצעות רחפן חינוכי מדגם DJI Tello. הנספח אינו חלק מחייב מתוכנית הלימודים, אלא דוגמה ליישומית המאפשרת להתאים את התכנים הכלליים לכלי הוראה נפוצים.

1. ציוד ותשתיות מומלצים

- מחשב, טאבלט או טלפון חכם התומך בסביבת DroneBlocks.
- גישה לסביבת הסימולציה או לגרסת העבודה הזמינה של DroneBlocks.
- רחפן חינוכי מדגם DJI Tello, סוללות טעונות ומדחפים חלופיים.
- מרחב הטסה פנימי או חיצוני בטוח, בהתאם להנחיות ולתנאי הסביבה.
- רשת אלחוטית תקינה ואמצעי תיעוד לתחקור משימות הטיסה.

2. התאמת פרקי התוכנית ל-DroneBlocks

- פרק 1: הצגת מטרות הסימולציה, יתרונותיה ומגבלותיה באמצעות סביבת DroneBlocks.
- פרק 2: היכרות עם ממשק המשתמש, תצוגות המסך, אמצעי הבקרה והגדרות הסימולטור.
- פרקים 3–4: תרגול המראה, נחיתה, ריחוף, Pitch, Roll, Yaw, Throttle ומסלולי טיסה.
- פרק 5: יצירת תרחישי סטייה, רוח, איבוד יציבות ונחיתה חירום בסביבה הווירטואלית.
- פרק 6: תכנון משימות, ביצוע תחקור והשוואה בין ביצוע בסימולציה לבין טיסה בפועל.

3. מעבר מהסימולטור לרחפן DJI Tello

- להתחיל בבדיקת סביבת ההטסה ובביצוע רשימת בדיקות לפני טיסה.
- להפעיל תחילה משימות קצרות: המראה, ריחוף, נחיתה ותנועה בכיוון אחד.
- להגדיל את רמת הקושי בהדרגה ורק לאחר שהלומד מפגין שליטה יציבה.
- להשוות בין תגובת הסימולטור לבין תגובת הרחפן בפועל, במיוחד בהשפעת רוח, השהיה ודיוק.
- לבצע תחקור קצר לאחר כל משימה ולתעד טעויות, תיקונים והמלצות להמשך.

4. כללי בטיחות ייעודיים

- אין להפעיל רחפן אמיתי לפני השלמת תרגול בסיסי בסימולטור.
- יש לוודא שהסוללה טעונה, המדחפים תקינים והרחפן מחובר בצורה יציבה.
- יש לשמור מרחק מאנשים, קירות, חלונות, מאווררים ומכשולים אחרים.
- יש להפסיק מיד את המשימה במקרה של איבוד קשר, רעידות, סטייה חריגה או התרעת סוללה.
- יש לפעול בהתאם להנחיות היצרן ולהוראות הבטיחות והרגולציה הרלוונטיות.

5. משימות מומלצות

- משימה 1 – המראה, ריחוף במשך 15 שניות ונחיתה מבוקרת.
- משימה 2 – תנועה קדימה, אחורה, ימינה ושמאלה וחזרה לנקודת ההתחלה.
- משימה 3 – טיסה במסלול ריבועי או משולש.
- משימה 4 – מעבר דרך שערים תוך שמירת גובה ומהירות.
- משימה 5 – משימה משולבת הכוללת ניווט, צילום ותחקור ביצועים.

6. תקלות נפוצות ודרכי טיפול

- אי-התחברות לרחפן: לבדוק שהמכשיר מחובר לרשת ה-Wi-Fi של Tello.
- תגובה איטית או איבוד קשר: להתקרב לרחפן ולהרחיק מקורות הפרעה אלחוטיים.
- סטייה בריחוף: לבדוק תאורה, משטח קרקע, מדחפים וכיול חיישנים.
- זמן טיסה קצר: להשתמש בסוללה טעונה ותקינה ולהימנע ממשימות ארוכות מדי.
- נחיתה לא יציבה: לבחור משטח ישר, נקי ובעל ניגוד חזותי מתאים.

7. מקורות עזר לנספח א'

5. **האתר הרשמי – DroneBlocks**
[קישור לאתר DroneBlocks](#)
 האתר מציג את סביבת התכנות, הסימולטור, תוכניות הלימוד והמשאבים החינוכיים.
6. **DroneBlocks – DJI Tello Curriculum and Simulator**
[קישור לתוכנית הלימודים ולסימולטור](#)
 כולל מידע על סביבת הסימולציה, תכנות בבלוקים, משימות אוטונומיות ומשאבים למורים.
7. **DroneBlocks – Support and Educator Resources**
[קישור לעמוד התמיכה](#)
 כולל תמיכה מקצועית, משאבים והדרכה למורים.
8. **DroneBlocks – Curriculum and Software Membership**
[קישור למאגר תוכניות הלימוד](#)
 המאגר כולל שיעורים, סימולטור, דפי עבודה ותכנים ל-DJI Tello ולפלטפורמות נוספות. חלק מהתכנים כרוכים במנוי.
9. **DJI – Tello App and Support Page**
[קישור לעמוד הרשמי של אפליקציית Tello](#)
 כולל מידע על האפליקציה, כיול הרחפן, הגדרות, צילום ועדכוני מערכת DJI.
10. **DJI – Download Center**
[קישור למרכז ההורדות של DJI](#)
 משמש לאיתור מדריכים, תוכנות, מסמכי תמיכה ועדכונים למוצרי DJI.
11. **חומר עזר למורה (מצגות): Tello1, Tello2, Tello3, Tello4**

נספח ב': יישום התוכנית באמצעות FreeRider Recharged ושלט BetaFPV Apex G149 ורחפן Lite Radio 2/3

נספח זה מיועד למורה הבוחר ליישם את תוכנית הלימודים באמצעות סביבת FreeRider Recharged ובאמצעות רחפן חינוכי מדגם Apex G149 הנספח אינו חלק מחייב מתוכנית הלימודים, אלא דוגמה ליישומית המאפשרת להתאים את התכנים הכלליים לכלי הוראה נפוצים.

1. ציוד ותשתיות מומלצים

- מחשב, טאבלט או טלפון חכם התומך בסביבת FPV Freerider Recharged.
- גישה לסביבת הסימולציה או לגרסת העבודה הזמינה של FPV Freerider Recharged.
- שלט עם כניסת USB מדגם BetaFPV Lite Radio 2/3 וכבל DATA לחיבור למחשב.
- רחפן Apex G149 לצורך הטסה בתוך הכלוב או מבנה עם היכל גדול, כמו אולם ספורט.
- מרחב הטסה פנימי או חיצוני בטוח, בהתאם להנחיות ולתנאי הסביבה.
- רשת אלחוטית תקינה ואמצעי תיעוד לתחקור משימות הטיסה.

2. התאמת פרקי התוכנית ל-FPV Freerider Recharged

- פרק 1: הצגת מטרות הסימולציה, יתרונותיה ומגבלותיה באמצעות סביבת FPV Freerider Recharged
- פרק 2: היכרות עם ממשק המשתמש, תצוגות המסך, אמצעי הבקרה והגדרות הסימולטור.
- פרקים 3–4: תרגול המראה, נחיתה, ריחוף, Pitch, Roll, Yaw, Throttle ומסלולי טיסה.
- פרק 5: יצירת תרחישי סטייה (רוח). הכרת ההבדל בין ACRO לבין LEVEL ברמת הלומד המתחיל. בחירת הגדרות תרגול מתאימות לתלמידים בתחילת הדרך.
- פרק 6: תכנון משימות, ביצוע תחקור והשוואה בין ביצוע בסימולציה לבין טיסה בפועל.

3. מעבר מהסימולטור לרחפן Apex G149

- להתחיל בבדיקת סביבת ההטסה ובביצוע רשימת בדיקות לפני טיסה.
- להפעיל תחילה משימות קצרות: המראה, ריחוף, נחיתה ותנועה בכיוון אחד.
- להגדיל את רמת הקושי בהדרגה ורק לאחר שהלומד מפגין שליטה יציבה.
- להשוות בין תגובת הסימולטור לבין תגובת הרחפן בפועל, השהיה ודיוק.
- לבצע תחקיר קצר לאחר כל משימה ולתעד טעויות, תיקונים והמלצות להמשך.

4. כללי בטיחות ייעודיים

- אין להפעיל רחפן אמיתי לפני השלמת תרגול בסיסי בסימולטור.
- יש לוודא שהסוללה טעונה, המדחפים תקינים והרחפן מחובר בצורה יציבה.
- יש לשמור מרחק מאנשים, קירות, חלונות, מאווררים ומכשולים אחרים.
- יש להפסיק מיד את המשימה במקרה של איבוד קשר, רעידות, סטייה חריגה או התרעת סוללה.
- יש לפעול בהתאם להנחיות היצרן ולהוראות הבטיחות והרגולציה הרלוונטיות.

5. משימות מומלצות

משימה 1: חיבור וכיול השלט 3 LiteRadio – בסיום פרק 3

- חיבור השלט למחשב.
- בחירת USB Controller.
- ביצוע כיול מלא של Pitch ו-Yaw, Throttle, Roll.
- בדיקת תגובת הסטיקים לפני התחלת טיסה.

משימה 2: תנועה קדימה, אחורה, ימינה ושמאלה (2 שעות) – בסיום פרק 4

- שימוש ב-Pitch לתנועה קדימה ואחורה.
- שימוש ב-Roll לתנועה ימינה ושמאלה.
- שמירת גובה אחיד במהלך התנועה.
- חזרה לנקודת ההתחלה לאחר כל תרגיל.

משימה 3: שליטה מלאה בשני הסטיקים ומעבר שערים (2 שעות) – בסיום פרק 4

- שילוב Pitch, Yaw, Throttle ו-Roll.
- כניסה לתוך שער עץ או יעד מובנה במפה.
- עלייה מעל השער וחזרה לנקודת ההתחלה.
- תרגול מעבר חלק ללא תנועות חדות.

משימה 4: המראה, נחיתה ושמירת גובה (2 שעות) – בסיום פרק 5

- המראה עד גובה נמוך.
- שמירת גובה מעל נקודת ייחוס קבועה.
- ביצוע תיקונים קטנים באמצעות Throttle.
- נחיתה מבוקרת ללא התרסקות.

משימה 5: תרגול LOS ו-FPV והתאמת רגישות (2 שעות) – בסיום פרק 5

- תרגול ראשוני במצב LOS.
- התנסות מבוקרת במצב FPV.
- השוואה בין Rate Low לבין Rate High.
- בחירת הגדרה מתאימה לרמת הלומד.

משימה 6: מסלול מובנה Race Time ב-Freerider Recharged (4 שעות) – בסיום פרק 6

- הפעלת Race Time.
- טיסה בין כוכבים או נקודות מסלול.
- השלמת סבב אחד לפחות.
- מדידת זמן ושיפור הדרגתי בין ניסיונות.

משימה 7: תיעוד התקדמות וניתוח ביצועים (2 שעות) – בסיום פרק 6

- רישום זמן טיסה, מספר התרסקויות וקושי המשימה.
- זיהוי נקודת חולשה אישית.
- קביעת יעד שיפור קצר.
- שיתוף תובנות עם המורה או עם עמית.

משימה 8: תוצר מסכם - מבדק טיסה בסימולטור (4 שעות) – בסיום פרק 6

שלבי המבדק:

- המראה ונחיתה.
- שמירת גובה במשך זמן מוגדר.
- מעבר שער או נקודת מסלול.
- ביצוע Race Time קצר והצגת יומן אימון אישי.

מטרת המבדק: בדיקת יכולת שליטה בסיסית בסימולטור, תוך שילוב המראה, שמירת גובה, מעבר יעד מסלול מובנה ונחיתה. משך המבדק לתלמיד: 10-12 דקות, מתוך 2 דקות להכנה ובדיקת שלט, 6-8 דקות לביצוע משימות הטיסה ו-2 דקות להצגת יומן האימון וקבלת משוב.

שלב ראשון של המבדק (ניתן לבצע בצורה מלאה או חלקית)

- המראה ונחיתה: המראה עצמאית לגובה נמוך, שמירה על שליטה לאורך התרגיל ונחיתה מבוקרת בנקודת יעד או באזור נחיתה מוגדר.
- שמירת גובה בזמן מוגדר: שמירה על גובה יציב במשך 30 שניות לפחות לביצוע מספק, 45 שניות לביצוע טוב, ו-60 שניות לביצוע גבוה.

- ## 6. תקלות נפוצות ודרכי טיפול

- 16

7. מקורות עזר לנספח ב'

האתר הרשמי **FPV FREERIDER RECHARGED**

[FPV-Freerider-Recharged](#)

האתר מציג את סביבת התכנות, הסימולטור, תוכניות הלימוד והמשאבים החינוכיים.

השוואת סימולטורים שונים: [השוואת סימולטורים ללימוד FPV](#)

טבלת השוואה של סימולטורים שונים והדגשת יכולות ואפשרויות של כל אחד.

מבוא לסימולטור FreeRider 2026 - [חומר הדרכה לכיול שלט, מצבי טיסה ומשימות אימון.](#)

[FPV Freerider Recharged Manual](#) - מדריך משתמש וחומרי תרגול.

[BetaFPV LiteRadio 3 Video Manual](#) - הנחיות שימוש בסיסיות ומתקדמות וחיבור.