

"תעופה קלה" - סדרת מאמרים מבית אגודת התעופה הכללית

המראה

נכתב ע"י תומר חיים

המראה רגילה היא התהליך בו על המטוס להשיג את העילוי הדרוש כדי לנתק ולהתרומם לאוויר בצורה הבטוחה ביותר. המפתח להצלחה בתהליך הוא מהירות, תצורה, טכניקה והבנת הגורמים המשפיעים על המטוס בהמראה.

לכל דגם מטוס, מהירויות ותצורת המראה מומלצת על ידי היצרן וכתובות בספר המטוס. אך הטכניקה והעקרונות הבסיסיים לביצוע ההליך די דומים בין המטוסים, הרי שה"כ מטוס הוא מטוס הוא מטוס.

כיצד נבחר את תצורת המטוס בהמראה?

ברוב מטוסי התעופה הכללית, ממליצים יצרני המטוסים לבצע את ההמראה בכוח מנוע מרבי, חלקם מגדירים טווח מדפים אפשרי להמראה - זו התצורה.

את תצורת המדפים, יש להתאים לשילוב בין אורך המסלול, המכשולים אחרי המסלול, משקל המטוס ותנאי מזג האוויר - במיוחד רוח וטמפרטורה בשילוב עם גובה השדה מעל פני הים.

בואו נזכר בגורמים המשפיעים על ביצועי המטוס בהמראה:

טמפרטורה: טמפרטורה גבוהה, מקטינה את צפיפות האוויר ובשל כך מקטינה את העילוי שהכנף מייצרת ואת הסחב מהפרופלור, לכן מאריכה את מרחקי ריצת ההמראה ומקטינה את



שעור הנסיקה.

גובה השדה מעל פני הים: שדה גבוה, כמו טמפרטורה, יגרור צפיפות אויר נמוכה מאשר שדה נמוך ולכן בהמראה ממסלולים גבוהים, מרחקי ריצת המראה יתארכו ושעור הנסיקה יקטן



רוח: רוח אף חזקה, תקטין את מרחקי ריצת ההמראה. אמנם לא תשנה את שעור הנסיקה אבל תקטין את המהירות הקרקעית לכן המרחק שנעבור תוך רווח גובה ספציפי, יתקצר.



רוח גב, תגדיל את מרחקי ריצת ההמראה באופן משמעותי ביותר.

משקל: ביצועי מטוס קל יהיו טובים יותר מביצועי אותו המטוס כשהוא כבד. כלומר למטוס קל יהיו מרחק ריצת המראה קצר יותר שיעור נסיקה גדול יותר וזווית נסיקה תלולה יותר בהשוואה



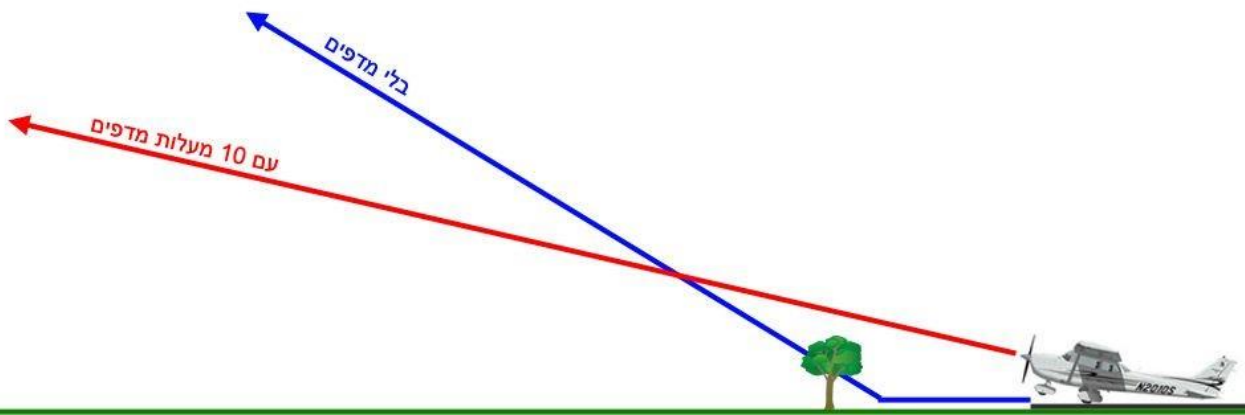
למטוס כבד יותר.

לפני כל המראה משדה חדש או בתנאים לא רגילים, יש לפתוח את ספר המטוס ולוודא שהמטוס, בתנאים האלו מסוגל לבצע את ההמראה. כלומר, עומד לרשותנו מספיק מסלול לטובת ההמראה ושהמטוס יוכל לטפס אל מעל מכשולים הקיימים בסביבת השדה בבטחה.

נחזור למדפים...

אם נזכר בשעורי ידע טכני כללי, נזכור שמדפים מגדילים את מקדם העילוי ומקדם הגרר. המשמעות היא ששימוש במדפים, מקטין את מהירות ההזדקרות של המטוס ומאפשר לנתק את המטוס מהמסלול במהירות נמוכה מאשר בהמראה ללא מדפים. דבר זה מקצר את מרחק ריצת המראה ואיתו גם מרחק מעבר מכשול ראשוני **אבל**, אין מתנות חינם - בהמשך הטיפוס, נצטרך להרים את המדפים, דבר שיקטין לנו את העילוי עד שנשיג מהירות מתאימה להמשך הטיפוס. בזמן זה, ביצועי הנסיקה יהיו **פחות טובים** מאשר בנסיקה ללא מדפים.

לסיכום: מדפים מקצרים את מרחק ריצת ההמראה ומרחק מעבר מכשול אבל פוגעים ביכולת המטוס לטפס בהמשך הנסיקה:
/2..



זכרו שיש להיצמד להוראות יצרן המטוס ורק במידה והיצרן אפשר המראה בטווח מסוים של מדפים, להשתמש במדפים בעת הצורך לפי שיקולי ההמראה והמשך הנסיקה. בהמראה ממסלולים ארוכים, ניתן להשתמש במינימום מדפים שהיצרן מאפשר ובמסלולים קצרים עם מכשולים, לעיתים עדיף להשתמש במדפים כמובן שרצוי לנצל את ניסיונכם האישי והמלצות ההדרכה שקיבלתם על המטוס הספציפי.

מה לגבי המהירות?

מהירות היא דבר חשוב. חשוב מאוד.

זוכרים שהעילוי גדל בריבוע המהירות?

ברוב מטוסי התעופה הכללית, יצרן המטוס הכתיב מהירות מסוימת להרמת גלגל האף והיא נעה בין 10 עד 20 אחוזים מעל מהירות ההזדקרות באותה תצורת מדפים או מהירות מינימלית לשליטה במטוסים דו מנועיים VMC, ומהירות נוספת להמשך הטיפוס הראשוני. חשוב להיצמד למהירות אלו. המראה במהירות נמוכות או גבוהות מאלו, יגרמו להרעה משמעותית בביצועי המטוס עד כדי סכנת התרסקות בהמראה.

אין להתפתות לנתק מוקדם במהירות נמוכה גם אם הדבר אפשרי. יש לשים לב לקצב איסוף המהירות ולהמתין למהירות הנכונה.

אם מהירותכם עם המטוס ועם שדה התעופה, אתם מרגישים שהמטוס לא צובר את המהירות הדרושה במיקום הנכון, עדיף לעצור את ההמראה.

דבר נוסף שחשוב לציין הוא התאמה של המהירות לרוח ולמשקל המטוס:

אם הרוח משבית, המהירות המכשירית עשויה להשתנות מפעם לפעם כלומר, לעלות ולרדת. לכן, כדי לשמור על מהירות מינימלית בטוחה, נהוג, במצב של רוח משבית, לאחר את הרמת גלגל האף למהירות קצת יותר גבוהה מהמהירות המומלצת. (נהוג להוסיף את גודל המשב למהירות).

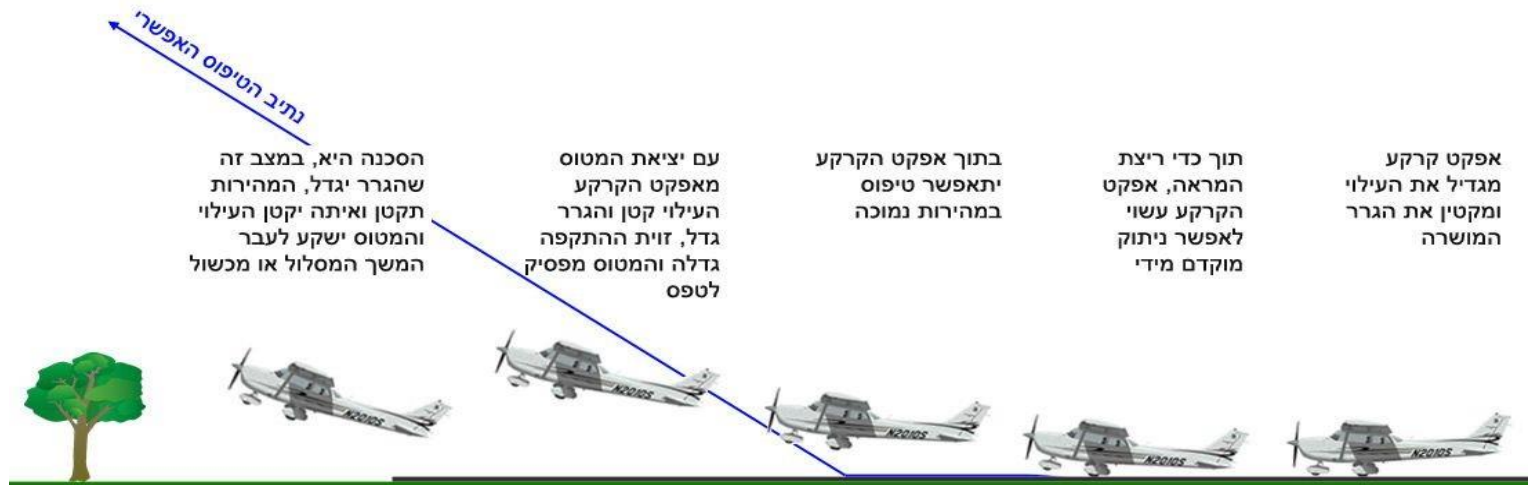
זכרו! את המטוס מעניינת אך ורק מהירות **מכשירית**, זו המהירות שהוא "נושם" וזו המהירות הכנפיים "מרגישות" שהן עוברות דרך גוש האוויר.

ברוב מטוסי התעופה הכללית מהירות הרמת גלגל האף הכתובה בספר המטוס, מתאימה למשקל המראה מרבי ובמהירות הזו נשתמש בכל משקלי המטוס. אבל, צריך לקחת בחשבון שקצב איסוף המהירות אחרי הניתוק במטוס עמוס בנוסעים ובדלק יהיה פחות טוב מאשר במטוס קל, לכן, כאשר אנחנו מודעים לכך שלפנינו עומדת המראה שביצועיה הצפויים נמוכים, יהיה עדיף שקצב הרמת אף המטוס יהיה קטן מהמראות אחרות, אחרת מהירות הניתוק, עלולה להישמר או אפילו לקטון במקום לגדול בהמשך הנסיקה.

אפקט קרקע - קווים לדמותו:

כשמטוס טס בגובה של פחות מחצי מוטת כנף (בקיצור ממש קרוב לקרקע) העילוי מוגבר והגרר המושרה קטן. דבר טוב אבל עלול להיות מסוכן.

הסיבה היא שאפקט זה, בריצת המראה, עלול ליצור אשליה שהמטוס "מוכן" להמראה. המטוס אפילו עלול לנתק מוקדם, במידה ולא מקוזז להמראה ועל הטייס למנוע זאת. ניתוק מוקדם אפשרי בשל אפקט הקרקע אבל עם המשך הנסיקה, ביציאה מאפקט הקרקע, הגרר המושרה יגדל משמעותית ונסיקת המטוס תיעצר ואף תתכן שקיעה לעבר המסלול.



הסכנה היא, במצב זה שהגרר יגדל, המהירות תקטן ואיתה יקטן העילוי והמטוס ישקע לעבר המשך המסלול או מכשול

עם יציאת המטוס מאפקט הקרקע העילוי קטן והגרר גדל, זווית ההתקפה גדלה והמטוס מפסיק לטפס

בתוך אפקט הקרקע יתאפשר טיפוס במהירות נמוכה

תוך כדי ריצת המראה, אפקט הקרקע עשוי לאפשר ניתוק מוקדם מידי

אפקט קרקע מגדיל את העילוי ומקטין את הגרר המושרה

ואם הרוח צולבת?

רוח צולבת תאגרר לנו במעט את ההמראה. במהלך ריצת ההמראה, רוח צולבת פוגעת במייצב הכיוון וגורמת לכך שאף המטוס ישאף לסבסב לתוך הרוח, כך שעלינו להכין את הרגל הנגדית על מנת לא לסטות מציר המסלול.

בנוסף, רוח צולבת חזקה מגבירה את העילוי על הכנף בצד של הרוח ומקטינה את העילוי בכנף השנייה, לכן, הכנף בצד של הרוח עשויה להתרומם לפני הכנף השנייה.

על הטייס לתקן תופעה זו על ידי שימוש במאזנות. אם נכניס סטיק "לתוך" הרוח, נוכל להשוות את העילוי על שתי הכנפיים.

תחילה נכניס כמעט את כל ההגה ועם איסוף המהירות והגדלת האפקטיביות של המאזנות, נוכל לשחרר את ההגה ולהביאו למצב של הטיה קלה בלבד.

לאחר הניתוק וכדי לשמור טיפוס על ציר המסלול יש להפנות את כיוון אף המטוס לתוך הרוח כדי לתקן לסחיפה.

תדריך לפני המראה:

מאוד מומלץ לבצע תדריך מלא לפני ההמראה וזה על מנת שברגע הפתעה נדע מה לעשות כי עברנו על כך בתדריך.

יש שיטות רבות לתדריך אבל

התדריך צריך לכלול:

- רוח, מהירויות ניתוק וטיפוס
- כוח מנוע מינימלי ומד מהירות מגיב
- מקרים בהם נעצור את ההמראה ומקומות אופציונליים לנחיתת אונס לאחר המראה
- תדרוך לנוסעים אם צריך.

אינדיקציות חיוניות:

לפני כל המראה אנחנו תמיד בודקים את המנוע והמגנטו לפי הוראות היצרן ומבצעים בד"ח לפני המראה. ברור שלא נמריא אם אחת מהבדיקות לא תקינה. חשוב לבדוק נפילות סל"ד על כל מגנטו, לחץ שמן וטמפרטורת שמן בטווח הירוק

מעבר לכך, בתחילת ריצת המראה, חשוב לבדוק אינדיקציה נוספת שבלעדיה יש לעצור את ההמראה:



סל"ד סטטי:

במטוסים בעלי פסיעה קבועה, יש טווח סל"ד מינימלי ומקסימלי במצורת מלאה עבור תחילת ריצת המראה. בססנה 172 דגם P למשל מדובר בסל"ד שבין 2300 ל 2420. חשוב מאוד שתבדקו סל"ד זה בהמראה הבאה.

אם הסל"ד נמוך מידי, המנוע מיצר מעט מידי כוח

(או ששכחתם להחזיר את מפתח ההצתה על שניהם Both)

אם הסל"ד שהתקבל בעמידה גבוה מהטווח, המשמעות היא פרופולור בפסיעה עדינה ולא מתאימה למנוע.

במטוסים בעלי פסיעה משתנה, סל"ד בקו האדום ולחץ סעפת מתאים לגובה השדה או בקו האדום במקרה של מדחס גידוש.

השפעת הפרופלור

גם בפרופלור יש להתחשב. בהמראה וטיפוס, כשזווית ההתקפה גדולה וכוח המנוע רב, הלהב היורד של הפרופלור יוצר סחב גדול יותר מהלהב העולה, לכן, במטוסים בהם הפרופלור מסתובב עם כיוון השעון (במבט מתא הטייס), תהיה למטוס נטייה לסבסב שמאלה. לכן, כדי לשמור על טיסה מתואמת ללא החלקות, יהיה על הטייס להכניס כמות מסוימת של רגל ימין. ביטול ההחלקה על ידי הכנסת רגל ימין, תקטין את הגרר ותשפר את ביצועי הנסיקה של המטוס.

לסיכום:

כל המראה שונה מאחותה.

המראה זה מצב ביניים בו המטוס הופך מרכב לאווירון ועל כן רמת המורכבות והסיכון עולה על זו של טיסה בנתיב.

לכן, על הטייס להיות מרוכז ומוכן להמראה, גם מבחינה תכנונית, בדיקת ביצועי המטוס וגם מוכן להפתעות של אינדיקציות לא תקינות, גזרות רוח וכדומה. סוף המראה במחשבה תחילה.

נכתב ע"י תומר חיים ספטמבר 2018