



קהילת VFS, מודעה מקרבה לב-מה, מאתר "טייס" (www.tayas.co.il) שנתן לנו רשות לעשות שימוש בחומר המצולף שבאתרו. אתר "טייס" מה, הינו לדעתנו אתר חובה לכל אלו המעדירים עצמם 'אנשי תעופה', חובבים ומקצוענים כאחד. אנו קוראים לכולכם לבקר באתר ולהתרשם מאיכות חומריו אשר בודאי יסייעו לכם רבות בקורס ובהמשך הדרך.

מבוא לנווט אווירי

מדריך זה יעסוק בלימוד הטייס לעתיד, כיצד מטיסים את המטוס מנקודה אחת לאחרת. לצורך כך על הטייס לשלוט בטכניקה פשוטה וברורה אשר יישומה מאפשר לו לדעת בוודאות את מיקומו בכל רגע נתון וכן כיצד לנווט למטרה.

המאפיינים העיקריים של הניווט אווירי

א. גורם ה-'זמן' - יש קשר ישיר בין מהירות המטוס לבין ההתקדמות. הגורם המעכב היחיד הוא רוח נגדית שמקטינה את מהירות ההתקדמות של המטוס ביחס לקרקע (מהירות קרקעית). אין גורמים בלתי ניתנים למדידה (כמו פקקי תנועה...)

ב. גורם ה-'רוח' - הרוח משפיעה הן על מהירות המטוס והן על נתיב ההתקדמות. כלומר, רוח יכולה להסיט את המטוס ימינה או שמאלה מהנתיב הקרקעי המתוכנן.

ג. גורם ה-'דלק' - עילוי המטוס בתלוי ביכולת של מנועיו לייצר דחף אשר יגרום לפעולה של כוח עילוי על הכנף ואשר יחזיק את המטוס באוויר. כאשר יאזל הדלק (או בעקבות קלה טכנית במנוע) שרשרת הפעולות ההכרחית לשם יצירת עילוי תיפגע. לכן לפני כל טיסה יש לוודא שבמיכלי הדלק מצויה כמות מספקת של דלק עבור הטיסה ועבור שהות נוספת באוויר למקרה חירום או לכל צרה שלא תבוא.



ישנם שני סוגים של כללי ניווט אווירי:

א. **נווט מגע** - זהו ניווט המבוסס על קריאת המפה ותיקון לרוח. טיסה זו מתבצעת בכט"ר (כללי טיסת ראייה) הנקראת באנגלית Visual Flight Rules – VFR ובישראל, CVFR – Controlled VFR (כללי טיסת ראייה מבוקרת). במסגרת קורס טיס לרישיון פרטי ב VFS, אנו נתמקד בנווט המגע ובכללי טיסת CVFR.

ב. **נווט חישובי ("טיסת מכשירים") IFR** - המתבצע על ידי מכשירי תצפית שונים ו/או על ידי חישוב המתבצע כיום בעיקר בצורה ממוחשבת. סוג זה של ניווט רלבנטי למטוסים בעלי מערכות ניווט מתקדמות או כאשר אין לטייס קשר עין עם הקרקע והוא לא מסוגל לזהות את מקומו הקרקעי בעזרת מפה (למצב כזה קוראים IMC= Instrument Meteorological Conditions). בסוג זה של ניווט נשתמש בעיקר לטיסות ארוכות, במיוחד מעל פני הים, כשאין לנוף כל יכולת לסייע לנו בנווט. עקרונות ניווט מתקדם זה ניתן ללמדו בקורס טיסת מכשירים (IFR) של VFS וכן ליישמו במטוסי BOEING כבדים תוך שימוש באוטומציה בקורס ATPL של VFS.

בקורס הזה אנחנו נעסוק בנווט מגע-טיסת ראייה

טיסת ראייה

ישנם שני סוגים 2 טיסת ראייה.
ברוב העולם, קיימים כללי טיסת ראייה = VFR (Visual Flight Rules)
אך בישראל קיימים כללים שונים הנקראים כללי טיסת ראייה מבוקרת = CVFR (Controlled Visual Flight Rules).



טיסת ראייה מבוקרת [CVFR] ומגבלותיה

פרטים על טיסת ראייה מבוקרת:

הטיסות יבוצעו באור יום בלבד.
 הטיסה חייבת לכלול קיום קשר עין רצוף עם הקרקע.
 תנאי הראות מחייבים ראות של 5 ק"מ לפחות.
 מרחק אופקי של לפחות 1500 מטר מהעננים.
 מרחק אנכי של לפחות 1000 רגל מהעננים.
 רוחב הנתיב הוא 2 ק"מ (ק"מ אחד לכל צד).
 אין להמריא/לנחות בשדה בו העננות היא מתחת ל 1500 רגל.
 מהירות הטיסה המרבית תהיה 180 קשר.
 קוד הסקווק ללא הוראת פקח הוא 5 1 0 0.
 כל עוד לא צוין אחרת, הגבהים במפה הם מעל פני הים.
 לפני כל טיסה, חובה להצטייד במפות ודפיות של שדות התעופה בהם נשתמש. מפות ודפיות ניתן להוריד מהקישור הבא: <http://www.aopa.org.il/site/content/view/166/106>

מידע כללי על השימוש במפת CVFR [נתעמק בהמשך]

נתיבים ירוקים הם נתיבי טיסה אזורית. לדוג':
 משולש צהוב הוא נקודת דיווח רשות (אם הפקח אמר להמשיך לפי נתיב אז אין צורך לדווח לו



בנקודה זו). לדוג':
 משולש שחור הוא נקודת דיווח חובה (אם הפקח אמר להמשיך לפי נתיב, חובה לדווח לו



כשמגיעים לנקודה זו. לדוג':



נתיבים כחולים הם נתיבי תעופה צבאיים בלבד. לדוג':



שטחים אסורים לטיסה מסומנים בקווים ורודים ומוקפים בקו שחור. לדוג':

גובה הנתיב מנקודה לנקודה מסומן בחץ צהוב לאחר נקודה א'. לדוג':
גובה הטיסה ממישור הרוחות להר ארדון הוא 4000 רגל:



מילון מושגים

Visual Flight Rules = VFR = כט"ר = כללי טיסת ראייה
Controlled Visual Flight Rules = CVFR = כטר"מ = כללי טיסת ראייה מבוקרת.
QNH = הלחץ הברומטרי בשדה.
טרנספונדר = תוכי = זע"ט = סקווק.

השוני בין טיסת ראייה (VFR) לטיסת ראייה מבוקרת (CVFR)

בטיסת ראייה (VFR) אנחנו טסים משדה א' לשדה ב' דרך איפה שאנחנו רוצים. לדוג' כבישים, צמתים, מבנים, קו החוף, ועוד דברים שאתה מחליט וקובע לעצמך. **בישראל אינם חלים כללי טיסת ראייה VFR.**

לעומת זאת בטיסת ראייה מבוקרת (CVFR) קיימים נתיבים מוגדרים וברורים, ואנו מנווטים לפי עצמים/צמתים/נקודות קבועות וידועות מראש. אנו טסים מנקודה מוגדרת לנקודה מוגדרת, ומדווחים לפקח על המיקום שלנו לפי נקודות. בטיסת ראייה מבוקרת אנחנו חייבים לטוס מפת CVFR, שבה מסומנות כל הנקודות, הנתיבים, וכללי הנתיבים המעודכנים. על דרכי הכניסה להקפה, גובה ההקפה, גבולות ההקפה ופרטי השדה ניתן לקרוא בדפיות של כל שדה בנפרד.



קריאת מפה

ניווט על פי ראייה מתבצע על ידי קריאת מפת CVFR. ולמעשה זוהי שיטה של השוואת פני הקרקע לתמונת המפה, המביא לידי קביעת מקומו של המטוס. המשמעות של השוואת פני הקרקע לתמונת המפה, היא הבחנה של עצמים על פני השטח וזיהויים על פני המפה. המפה עצמה מסומנת בסימנים מוסכמים שהטייס לומד ומכיר אותם.

יש צורך להתרגל לפענח את פני השטח באמצעות המפה. תמונת השטח נראית שונה בזווית השונות תוך כדי הטיסה. ברור שקריאת המפה ופענוח השטח אפשריים רק בתנאים המאפשרים ראייה ברורה של הקרקע.

קריאת מפה מאפשרת בצוע טיסה מנקודה לנקודה בדרך פשוטה ומדויקת והיא תופסת חלק חשוב בין שיטות הנווט השונות. העצמים על הקרקע לפיהם נעשית קריאת המפה, מחולקים לשלוש קבוצות:

- א. עצמים שטחיים: כגון ערים גדולות, אגמים, יער, שטחי חול גדולים והרים.**
- ב. עצמים קווים: כגון חופים, פסי רכבת, כבישים, נהרות, ואדיות וקו רכס.**
- ג. עצמים נקודתיים: כגון צמתים, גשרים, נקודות יישוב קטנות, מבנה גדול בולט בשטח לא מבונה.**

את מפות ה-CVFR המעודכנות מומלץ להוריד מאתר אגודת התעופה הישראלית :

<http://www.aopa-israel.org.il>

במפה זו מופיעים כל הפרטים כמו במפה רגילה, כגון כבישים, הרים, אגמים. מומלץ מאוד להצטייד במפת כבישים רגילה או לרכוש מפת CVFR אמיתית מההוצאה לאור הממשלתית.

אם כן לאחר שגלשנו לאתר אגודת התעופה הישראלית והצטיידנו במפת CVFR בואו ניגש להבין כיצד קוראים אותה נכון (ונגלה שאין מדובר בעניין מסובך מדי).



קריאת מפה ניווט CVFR

לפנינו תצלום מהמפה – יש לך רעיון מה רוצים מאיתנו? במבט ראשון אני מאמין שקצת קשה.



בוא נעבור על מקרא המפה ואז ננסה שוב: [שים לב שמקרא המפה המלא מופיע גם אצלך במפה]

העיגול הצהוב מסמל שדה תעופה או מנחת – במקרה שלנו את שדה התעופה שדה דוב בצפון תל אביב. הפס במרכז העיגול מדמה את המסלול ויכול לתת לך אינדיקציה לגבי כיווני המסלול



המפה כולה מורכבת מנקודות דיווח הנמצאות על הנתיבים, ובעזרת נקודות אלו ניתן לנווט. נקודות יכולות להיות כל דבר: צמתי כבישים, ישובים, מאגרי מים וכו', או כל נקודת מרכזית בולטת על פני השטח שקל לטייס לזהות מלמעלה. חלק מהנקודות הם נקודות דיווח חובה וחלקן הן נקודות דיווח על פי דרישה. בואו נראה דוגמאות ונבין טוב יותר.

כחלק מטיסת CVFR מפקחת אתה תשמע את הפקח מבקש ממך לדווח לו כאשר אתה חולף מעל נקודה מסוימת. משולש שחור הינה נקודת דיווח חובה כלומר **תמיד** עליך לדווח לפקח בהגיעך לנקודה זו – במקרה שלנו "תפוח".





משולש צהוב הינה נקודת דיווח על פי דרישה – במקרה שלנו "אלקנה".
בהגיעך לנקודה זו עליך לדווח לפקח רק אם הפקח ביקש זאת ממך
במפורש מראש.



זהו הסימן למעבר קשר בין יחידות מבקרות בציון אות קריאה שלהן
(דיווח חובה – הפקח יפנה אליך ויבקש ממך לעבור לבקרה אווירית
שונה בתדר אחר)



לדוגמא נקודת **וינגייט** – בטיסה מדרום לצפון משמשת כנקודת מעבר
מפקח מגדל שדה דוב לפקח בקרת פלוטו.
בטיסה מצפון לדרום משמשת הנקודה כנקודת מעבר מפקח בקרת
פלוטו לפקח מגדל שדה דוב. בדרך כלל הפקח יגיד לנו להחליף את
התדר.



נתיב טיסה צבאי / אזרחי.



נתיב טיסה צבאי. (מורשה לטיסה אזרחית באישור מראש). בטיסה ברשת
מקבלים אישור טיסה ללא שום בקשה מיוחדת.



נתיב טיסה חד כיווני.



שים לב למספר **085** המופיע מימין למשולש הצהוב (נקודת דיווח לפי
דרישה) מספר זה מראה לנו את הכיוון המגנטי שבו עליך לטוס כדי להגיע
מהנקודה הנוכחית לנקודה הבאה שעת אותו נתיב. במקרה זה עליך לטוס
לכיוון 085 מהנקודה הנוכחית, לנקודה הבאה. השתמש במצפן לשם כך.



שים לב לחץ הצהוב ובו המספר 3500. חץ זה מראה את גובה הטיסה
בנתיב, לכיוון אליו הוא מצביע. כלומר כאשר אתה טס בכיוון בדוגמא זו
גובה הטיסה בו עליך לטוס הוא 3500 רגל QNH בתחילת הטיסה. אל
תשכח לוודא לחץ QNH בתחילת הטיסה.





מספר זה מסמן את המרחק במיילים ימיים (nm) מנקודה לנקודה. במקרה זה המרחק הוא 7 מיילים ימיים.



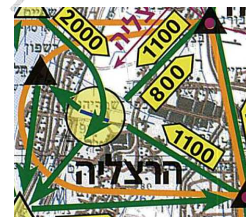
סימון זה מראה על איזור אסור לטיסה, או איזור מוגבל לטיסה, מסיבות כלשהן. עליך להינע בטיסה בשטחים אוויריים אלו.



עיגול זה מסמל נקודות VOR. על ה-VOR תלמדו בקורס טיסת מכשירים IFR. ליד העיגול יופיעו תדר ה-VOR, נקודת הציון המדויקת וכמובן, שמו של ה-VOR. כאמור בשלב זה – זה לא רלוונטי.



הקו כתום מגדיר מה ה-CTR של השדה האזרחי או הצבאי. CTR הינו שטח באחריות הפקח של אותו שדה.



בכל מפה באחד הצדדים יופיעו מלבנים שבהם מופיע סרטוט כללי של המסלולים הנמצאים באזור. כאן למשל, מנחת מגידו. ציור זה מראה לנו את מספרי המסלולים במגידו, 27 ו-60, ושגובה השדה הוא 200 רגל QNH.





כעת, נחזור לתצלום מלמעלה, אני סבור שעכשיו קל מאוד לקרא אותו, בכל זאת ננסה להבין מה הולך:



בא נאמר שאנו טסים מערבה מהנקודה "תפוח" לנקודה "אלקנה" מנקודת דיווח חובה "תפוח" (בה נקרא ונדווח לפקח את מיקומינו) נטוס בכיוון 265 בגובה 4500 רגל למרחק 4 מייל ונגיע לנקודת דיווח "אריאל". [אם לא נדרשנו ע"י הפקח לדווח לו או לקרוא לו בנק' "אריאל" נמשיך בטיסה מערבה מנקודות דיווח "אריאל" באותו כיוון 265 (הכיוון לא השתנה) בגובה 3500 רגל למרחק 7 מייל ונגיע לנקודת דיווח "אלקנה". את הנתבי ההפוך אני מאמין שאתה כבר מבין בכוחות עצמך.

****הערה – הנמכה או טיפוס גובה תמיד תהיה באישור הפקח, אף פעם לא נשנה גובה ללא אישור. פניות ימינה, שמאל לפי הנתבי נוכל לעשות גם ללא אישור מפורש של הפקח (לדוגמא בזמן עומס) היות וקיבלנו אישור טיסה לכל התוכנית שהגשנו.**

אחרי שלמדנו לקרא מפה, נמשיך בלימודי הניווט עצמו.



חמשת העקרונות לקריאת מפה

לימוד טיסה, ותעופה בכלל, מבוססים על עקרונות פשוטים. לצורך קריאת המפה אנו מפעילים חמישה עקרונות יסודיים, מהם אין לסטות בשום מחיר. הקפדה על כללים אלה מבטיחה פענוח נכון של המפה ופני השטח בהתאמה.

א. העיקרון הראשון - החזקת המפה: יש להחזיק את המפה בצורה כזאת שהמפה תפנה לכוון ההתקדמות של המטוס.

ב. העיקרון השני - "מהגדול אל הקטן": על פני הקרקע יש מספר רב של עצמים. ברור לגמרי שקל יותר לזהות עצמים גדולים בהשוואה לעצמים קטנים. לכן יש לזהות תחילה את העצם הגדול ורק לאחר מכן לזהות עצמים קטנים יותר. לדוגמא: אם אנחנו מחפשים מבנה נטוש שנמצא 5 מייל צפונית ליישוב קטן והיישוב הקטן נמצא מצפון לעיר גדולה – קודם נאתר בקלות יחסית את העיר הגדולה, באמצעותה נאתר את הישוב הקטן ודרכו נתאפס על מיקום המבנה הנטוש.

ג. העיקרון השלישי - "שעון מפה שטח" או בראשי תיבות - "שמש". בקריאת מפה יש להשוות את המפה לשטח ולא את השטח למפה. כלומר: אין להסתכל החוצה ולחפש את הנקודה, אלא תחילה יש לקבוע מתי אני צריך לראות את העצם, לזהות את העצם במפה ורק אז, בדיוק בזמן שבו העצם צריך להיות בקרבת המטוס, לחפש אותו בשטח. לשיטה זו יש שלושה יתרונות:

1. קל יותר לחפש על הקרקע מאשר על המפה משום שהעצמים מופיעים על הקרקע בצורה טבעית המוכרת לנו מהחיים.
2. המטוס מתקדם במהירות והנקודה שאנו מחפשים עלולה להיעלם מהאופק אם לא נדע מה לחפש, מתי לחפש ואיפה לחפש. שיטת "שמש" מבטיחה שנחפש את הנקודה בזמן שהיא בקרבת המטוס, מבטיחה שנחפש אותה במקום הנכון ושנדע מה בדיוק אנחנו מחפשים.



3. העצמים שעל הקרקע משתנים. לפעמים הם נעלמים ולפעמים מופיעים דברים חדשים שלא עודכנו עדיין במפה. כלומר, מה שקיים במפה קיים בדרך כלל בשטח (ואם השתנה, בדרך כלל יהיו סימנים שיעידו על קיומו בעבר), אבל לא כל מה שקיים בשטח יופיע במפה. התוצאה היא שכדאי לנו לקבוע קודם מה אנחנו מחפשים על המפה לפני שאנחנו מחפשים בשטח ומתבלבלים בגלל שפע העצמים שיש סביבנו וחולפים לידינו במהירות.

ד. **העיקרון הרביעי - ייצור תמונת השטח:** על פני הקרקע, בסביבה הקרובה, יכולים להופיע מספר עצמים שיכולים להתאים לתיאור הכללי של העצם הנקודה שאנחנו מחפשים. התוצאה היא שאנחנו עלולים לטעות ולזהות את העצם הלא נכון כאילו הוא הנקודה המבוקשת. על מנת להימנע מטעות זו, אין להסתפק בזיהוי העצם רק לפי צורתו הוא, אלא יש לזהות גם את סביבתו.

לדוגמא: אם אנחנו מחפשים יישוב קטן באזור שכולו יישובים קטנים זה ליד זה, יש לאתר צומת גדולה או מסילת רכבת או גשר בולט או צורה ייחודית של היישוב, שיעזרו לנו לקבוע בוודאות איזה מהיישובים הדומים הוא היישוב המבוקש.

ה. **העיקרון החמישי - צמצום השטח:** צמצום שטח המפה שבו נבחר את העצמים לזיהוי. כלומר אנחנו רוצים להקטין את האזור שבו נצטרך לחפש. ברור שככל שנחפש בשטח יותר קטן, יש פחות סיכוי שנתבלבל בין עצמים דומים, או לא נדע היכן לחפש את העצם הדרוש. שיטת הצמצום מתבצעת על ידי שרטוט נתיב הטיסה על המטוס, חלוקת הנתיב לקטעים שונים לפי זמן ההגעה המשוער וסימון קווי עזר נוספים (קווי סחיפה, קווי 2 דקות וכיוב').

בחירת נקודות זיהוי

כדי להקל על עצמנו במהלך טיסת הנווט, אנו בוחרים מראש נקודות זיהוי מסוימות, אותן נאתר בזמן הטיסה. זיהוי הנקודות יאפשר לנו לדעת בוודאות שאנו אכן נמצאים בנתיב המתוכנן, או לדעת מה מידת הסטייה שלנו מהנתיב. הגורמים אשר בהם מתחשבים בבחירת נקודות הזיהוי הם בעיקר:



א. **המאפיינים הייחודיים של הנקודה:** יש לבחור נקודה בולטת במיוחד. לבחור עץ באזור של יער, זה לא רעיון טוב. אבל לבחור נווה מדבר באזור צחיח, זה רעיון מצוין. כמובן שעדיף שהעצם יהיה גדול ככל האפשר, ייחודי ככל האפשר והבולט ביותר באזור.

ב. **גובה הטיסה:** ככל שעולים בגובה גדל שדה הראייה, אבל הגודל היחסי של כל עצם בנפרד, קטן.

לכן בטיסה בגובה חייבים לבחור עצם בולט במיוחד, אך בזכות שדה הראייה הגדול, יש לנו בדרך כלל יותר אפשרויות. בטיסה בגובה של 2000 – 3000 רגל מעל פני השטח נבחר בדרך כלל עצמים שטוחים כמו כפרים, צמתים גדולים, שדה תעופה וכיו"ב. בטיסה בגובה של 500 רגל מעל פני השטח, אפשר להתייחס לעצמים שיש להם גובה/עומק כמו מגדל מים או גבעה ייחודית. בכל מקרה, תמיד כדאי לבחור עצמים שחוצים את הנתיב, ונותנים לנו התייחסות גם למקרה של סטייה ימינה/שמאלה מהנתיב וגם לסטייה בזמן (הגענו לנקודה מוקדם מדי או מאוחר מדי ביחס לתכנון המקורי).

ג. **תנאי הראות ומצב האור:** (יום, לילה, דמדומים). ככל שהראות האופקית גדולה יותר, יגדל שדה הראייה שלנו. יש להתייחס לזווית השמש ולהיות ערים לכך שחיפוש עצמים בכוון של שמש במצב של שקיעה/זריחה יהיה קשה ביותר. בלילה יש לבחור נקודות מוארות היטב שניתן לזהות על פי גודלן היחסי (עיר גדולה ליד ישובים קטנים, או ישוב קטן בלב אזור לא מואר), או לפי צורה מיוחדת או מחלפים מוארים.

היחלצות ממצב של אובדן התמצאות

בזמן טיסה צריך לקחת בחשבון אפשרות שעלול לקרות שהטייס אינו יודע היכן הוא נמצא בנקודת זמן מסוימת. הסיבות לכך יכולות להיות רבות: שכבת עננים שגרמה לאובדן קשר עין זמני עם הקרקע, אובדן ריכוז של הטייס או כל סיבה אחרת. שיטת הנווט שאנו פועלים לפיה חייבת לספק פתרון גם למקרה מעין זה.



במקרה כזה על הטייס לפעול בסדר הפוך: ראשית לאתר נקודה מוגדרת היטב בשטח: עיר או ישוב שברור לחלוטין איזהו, צומת גדולה, נחל וכיוב'. ברגע שאותרה נקודה כזאת, הטייס יכול לקבוע את המיקום היחסי שלו אל הנקודה ומכאן להמשיך בנווט רגיל.

אם מכל סיבה שהיא הטייס אינו מצליח לקבוע את מקומו, עליו להיצמד לתוואי ברור כלשהו כגון כביש או מסילת רכבת או נחל ולדווח בקשר על אובדן ההתמצאות על מנת לקבל סיוע. אם הטיסה בוצעה בגובה נמוך יש לטפס מייד לגובה בטחון.

הכנת מפה לטיסה

לצורך שמירה על נתיב זמן הגעה למטרה (בעגה המקובלת – "זמן מגע מטרה" או בקיצור זמ"מ) אין די בקריאת מפה. יש צורך בהערכת מרחקים וזמנים על גבי המפה. לדוגמא אם המטוס סטה מהנתיב ימינה או שמאלה, או אם המטוס מגיע למטרה מוקדם מהצפוי בגלל רוח גבית, יש צורך באמצעי עזר שיעזרו לנו לאמוד את מידת הסטייה מהתכנון המקורי.

לצורך כך עלינו לסמן על המפה שני סוגים של סימונים:

א. **קווי זמן** – שיגדירו באיזה נקודות ביניים ברורות על המטוס להיות בזמן מוגדר. קווי זמן אלה יעזרו לנו להגדיר האם אנו סובלים מרוח גבית או רוח אף המשבשות את לוח הזמנים המתוכנן.

"קווי הזמן" הם קווים קטנים שאנו מעבירים על קו הנתיב במפה, ומסומנים במרווחי זמן של 2 דקות בין קו לקו. קווים אלה מסייעים לטייס לקבוע היכן הוא צריך להיות בכל זמן כלשהו במהלך הטיסה, מבחינת ההתקדמות לאורך הנתיב.



ב. **קווי סחיפה** – שיסייעו לנו להגדיר האם המטוס שומר על הנתיב או נסחף ימינה/שמאלה עקב רוח צד.

"קווי סחיפה" קוים המשורטטים מצידי הנתיב ומגדיר מהו התחום שהמטוס יימצא בו ייסחף 10° ימינה או שמאלה. כמובן שקוים אלה מיועדים לתת לטייס קנה מידה באשר לשיעור הסחיפה ולא למדוד סחיפה במדויק משום שלא ניתן לשרטט אינסוף קווי סחיפה על המפה.

תיקון נתיב הטיסה עקב סחיפה

טייס נדרש לדעת כיצד לשלוט במצב כאשר הוא מזהה כי המטוס נסחף ימינה או שמאלה מנתיב הטיסה.

על הטייס לקבוע תחילה האם סיבת הסטייה מהנתיב קשורה לרוח שהסיטה אותו או לכך שהוא (הטייס) לא דאג לשמור על כוון הטיסה.

לאחר שקבע הטייס את הגורם לסטייה, עליו לבחור טכניקה שתביא את המטוס בחזרה לנתיב או תבטיח שהמטוס יגיע לנקודה מבלי לחזור לפני כן לנתיב.

כמובן שאם הטייס קובע שהגורם לסטייה היא העובדה שהוא לא שמר על הכוון, ואין למעשה רוח שהשפיעה על נתיב הטיסה, כל מה שהוא צריך לעשות הוא לבצע תיקון בגודל השווה לגודל הסטייה ולמשך זמן זהה לזמן שבו לא נשמר כוון הטיסה. לדוגמא: אם בנקודה שהיא 5 דקות מתחילת הטיסה זיהה הטייס סטייה של 5 מעלות ימינה מהנתיב עקב אי שמירת כוון (ללא רוח), עליו לתקן 5 מעלות שמאלה למשך 5 דקות ואז לחזור ולטוס בכוון המקורי (והפעם לשמור אותו במדויק).

אם הטייס קבע שהסיבה לסטייה היא רוח שהסיטה את המטוס ממסלולו, יש 3 שיטות לתיקון כוון הטיסה, על מנת לשמור על הנתיב או להגיע לנקודה:



א. **תיקון מקביל לנתיב:** בשיטה זו הטייס אינו מתכוון לחזור לנתיב, אלא לשמור על מרחק קבוע ממנו ולטוס במקביל אליו. בתיקון זה משתמשים כשהמטוס סוטה מהנתיב בתחילת הטיסה כאשר מסיבה כלשהי, אין לטייס עניין לחזור לנתיב ודי לו בשמירה על נתיב מקביל. במקרה כזה, התיקון יהיה בגודל הסטייה, אך לכוון ההפוך. כלומר: אם לדוגמה המטוס סטה 5 מעלות ימינה מהנתיב, משום שיש רוח הטייס יתקן 5 מעלות שמאלה.

ב. **תיקון לנתיב:** בשיטה זו נשתמש כאשר המטוס סטה יתר על המידה מהנתיב והטייס מעוניין לחזור אליו בהקדם. תיקון לנתיב נעשה על ידי הטייס על ידי כך שהטייס מתקן תיקון כפול לסחיפה ועם ההגעה בחזרה לנתיב, מפחית חצי מהתיקון ושומר חצי תיקון עד להגעה לנקודה. לדוגמה: אם אחרי 3 דקות טיסה מזהה הטייס סחיפה של 5 מעלות ימינה, הוא יתקן 10 מעלות שמאלה למשך 3 דקות ואז יקטין את התיקון ל-5 מעלות עד להגעה לנקודה.

ג. **תיקון לנקודה:** הטייס מעריך את הזווית הדרושה לחזרה מהמיקום הנוכחי על מנת שהמטוס יגיע לנקודה ומתקן את הכוון בהתאם על מנת להגיע ישירות לנקודה. לדוגמה: המטוס צריך להגיע לנקודה ב' שנמצאת 20 דקות טיסה מנקודה א'. כ- 15 דקות מרגע שהמטוס יצא מנקודה א', מזהה הטייס סטייה של 7 מעלות שמאלה ביחס לנתיב. עוד הטייס מזהה שעל מנת להגיע לנקודה יש צורך בשנוי כוון של 6 מעלות ימינה. על הטייס לפיכך לחבר את שני המספרים $13=7+6$ ולתקן 13 מעלות ימינה.

"כלל אצבע": כאשר הסטייה מהנתיב מתגלית כשהמטוס נמצא בחצי הראשון של הדרך, יש לבצע תיקון לנתיב ולא תיקון למטרה, משום שזהו תיקון שיש לגביו יותר בקרה ושליטה. הואיל ויש לנו עדיין לפחות חצי הדרך לבצע את התיקון, יש זמן לבצע תיקון מבוקר ושלבי.

כאשר הסטייה מתגלית בחצי השני של הדרך לנקודה, יש לתקן לנקודה ולא לנתיב. הסיבה לכך: תיקון לנתיב כעת יסרבל את התהליך ועדיף "לחתוך" ישירות לנקודה.



לסיכום: עם גילוי העובדה שהמטוס אינו נמצא על הנתיב, על הטייס לשאול את עצמו שלוש שאלות:

- למה? (כלומר מה הגורם לסחיפה - רוח או אי שמירת כוון)
- כמה? (כלומר - כמה נסחפנו מהנתיב)
- איך? (כלומר - באיזו שיטה נתקן: תיקון לנתיב או תיקון לנקודה).

חוק "אחד לשישים"

לצורך נווט יעיל ופשוט, אנו נזקקים למספר "כללי אצבע", שמאפשרים לנו חישוב פשוט ומהיר שניתן לבצע ללא עזרת מחשב. אחד מכללים אלה הוא "חוק אחד לשישים". חוק זה קובע יחסים פשוטים הדומים ל"ערך משולש".

לחוק "אחד לשישים" יש מספר גרסאות, שכל אחת ניתנת לשימוש בנסיבות שונות, אך העיקרון שביסוד הדברים זהה.

חוק זה אומר כי במעגל שהרדיוס שלו שישים מייל, הקשת המונחת מול זווית מרכזית של 1° שווה למייל אחד. כלומר כל 1° "שווה" מייל אחד, כאשר הרדיוס של העגול הוא 60 מייל. צורה אחרת לומר את אותם דברים היא: סטייה של 1° מנתיב מתוכנן "שווה" מייל אחד מהנתיב, אם המרחק מנקודת המוצא הוא 60 מייל.

ובצורה של נוסחה:

$$\frac{\text{המרחק שנסחפת מהנתיב}}{\text{המרחק שעברת מנקודת היציאה}} = \frac{\text{זווית הסחיפה}}{60}$$

**יישום הנוסחה:**

נניח שהטייס מזהה שהוא נמצא 1 מייל מימין לנתיב ורוצה לחשב בצורה מדויקת את זווית הסחיפה:

עליו למצוא בתחילה מהו המרחק שעבר מנקודת היציאה האחרונה. נניח שהטייס מוצא שהוא נמצא בערך 10 מייל מנקודת היציאה. על הטייס להציב בנוסחה הנובעת מהנוסחה הקודמת, באופן הבא:

$$\text{זווית הסחיפה} = \frac{\text{המרחק שנסחפת מהנתיב}}{60} \times 60$$

המרחק שעברת מנקודת היציאה

ובמקרה שלנו:

$$\text{זווית הסחיפה} = \frac{1 \times 60}{10}$$

10

ולכן:

$$\text{זווית הסחיפה} = 6^\circ$$

כמובן שבאותה שיטה אפשר לחשב את הזווית למטרה: במקום "המרחק שעברת מנקודת היציאה" נציב את המרחק למטרה וכל היתר נשאר אותו דבר.

במסגרת הקורס רישיון טיס פרטי טייס אינו חייב לערוך חישובים מתמטיים מסובכים. עם זאת, כדאי תמיד להכיר שיטות לחישובים גסים ומהירים שמסייעים לנו לשלוט במצב.

אחד הדברים שקל מאוד לחשב, גם תוך כדי טיסה, הוא עצמת הרוח. יותר נכון, עצמת רכיב האף או הצד של הרוח. מה שמעניין אותנו, הוא הרכיב המשפיע באופן מעשי על המטוס. לדוגמא: אם זיהינו לאחר טיסה של 5 דקות שאנחנו מפגרים בלוח הזמנים ב- 20 שניות נוכל



לחשב את רכיב רוח האף בצורה מאוד פשוטה ויעילה. אם נחלק את מספר השניות של האחור/הקדמה במספר הדקות שחלפו מנקודת הזיהוי שממנה התחלנו למדוד זמן, ונקפיל ב- 1.5 נקבל את עצמת רוח האף. כמובן שהמכפיל 1.5 רלבנטי למטוסי ההדרכה שבהם אנו משייטים בדרך כלל, בנווט, במהירות של K90 שזה שווה ערך ל- 1.5 מייל בדקה.

חישוב של רכיב הצד של הרוח: נניח שאנחנו מזהים שנספחנו ב-5 מעלות (לא חשוב מתי), כל מה שעלינו לעשות כדי לזהות את עצמת רוח הצד, הוא להכפיל במקדם 1.5 (שוב, מקדם זה נכון למטוסים שבהם הנווט מתבצע במהירות של K90).

להרחבה על השפעות הרוח על הניווט והתיקונים הנדרשים להשפעת הרוח אנא פנה למדריך ניווט ומטאורולוגיה בסיסית המופיע תחת שיעור שישי בקורס CVFR.

ב ה צ ל ח ה