

הכשרת נווטים בניווט מרשם בבי"ס לטיסה בחיל האוויר

סא"ל (מיל.) ש.

כל הזכויות שמורות © אין לעשות שימוש בחומר בכל סוג של מדיה ללא הרשאה מאת המחבר, למעט ציטוט תוך ציון המקור.

הקדמה

עד סוף שנות השבעים הכשרה ב"ניווט מרשם" הייתה חלק מהתהליך הלימודי בקורס הנווטים בביה"ס לטיסה של חיל האוויר. גם בתחילת שנות ה-70, כשכבר היה ברור וידוע כי למעלה מ-90% מבוגרי מסלול הנווטים מיועדים לקרב – עדיין היה תהליך מוגדר ומבוצע של אימון בטיסות מרשם. לאורך השנים הובן חוסר הצורך בכך והנושא ירד מהתהליך ההדרכה בביה"ס לטיסה. הכשרת נווטים לטייסות התובלה עברה למסגרת שנקראה נתו"מ – "נווטי תובלה ומכוננים", במסגרת הקורס ה"מתקדם", שם הודרכו הנווטים בפעילויות הניווט הייחודיות לטייסות התובלה בעוד שחבריהם לקורס, המיועדים לטייסות הקרב השלימו את השהות בביה"ס לטיסה בקורס המתקדם בפעילויות ייעודיות להשתלבותם בטייסותיהם.

מאמר זה בא להציג ולהסביר את תהליך ההכשרה בנושא בעיקר בשנים האחרונות לקיומו, כאשר מרבית הבוגרים המשיכו לטייסות קרב ואצל רבים מהם טיסות אלו נותרו כמעין זיכרון חולף והערך המעשי העיקרי היה לימוד האוויראות וכלי עבודה להשתלבות בצוות.



מרבית הטיסות בנושא זה בוצעו במטוס הדקוטה, מסיבות שיוסברו בהמשך. מיעוטן במטוסי הנורד. במאמר זה אתרכז בהדרכה שהייתה במסגרת סוג אימון זה, בטכניקות השונות, בסוגי הפעילות ואנסה אף להביא מספר דוגמאות.

הדקוטה (Douglas DC-3, C-47) מטוס בן אלמוות, שימש במהלך חייו לסוגי משימות רבות. כמו בארצות העולם, גם בארצנו, אחד השימושים

היה לאימון נווטים במסגרת ביה"ס לטיסה (תוך שימוש בהתקנות מיוחדות לעניין) ולאחריו.

נווטות הוא המקצוע הראשון שנוסף לעולם התעופה מייד לאחר טיסת המטוס הממונע הראשון ותחילת טיסות לשימושים מסחריים ופרטיים. התמצאות במרחב הטיסה, תכנון הטיסה ומעקב על התקדמותה היו תפקידו של הנווט במטוסים בהם הטייס עמל רבות על הטסת המטוס עצמו ולא יכול היה לחלוק קשב גם לנושא הניווט.

מהותו של הניווט היא תכנון נתיב טיסה מנקודה א' לנקודה ב', התייחסות לסביבה ושימוש בכלים המתאימים והזמינים כדי לממש את התכנון. אל תוך ההצגה הפשטנית הזו נכנסים גם אלמנטים נוספים כמו: תכנון משימות חדשות בזמן אמת (ושינויים בלתי צפויים), הגעה למטרה בזמן מסוים ומוגדר, תכנון צריכת דלק, תנאי מזג האוויר, ביצוע מבצעים ושיקולים הנגזרים מהצרכים (בעיקר בטיסה צבאית) ועוד.

שתי שיטות ניווט בסיסיות קיימות – ניווט ראייה וניווט מכשירים.

בטיסת הראייה, הבסיסית והראשונית, עוקב הנווט אחרי תוואי השטח, תוך העזרות בשעון לבחינת קצב ההתקדמות (וכמובן, עם התייחסות למהירות המטוס) ותוך שימוש במפה המתאימה לסוג זה של ניווט. לאמור – מפה המציגה את תוואי השטח – תשתית ותכסית. על ידי ביצוע התאמה בין זיהוי תוואי שטח מסוים לבין המפה הוא מסמן את מקומו ומוודא שאכן הוא נמצא על נתיב הטיסה הנדרש או אם לא – מתכנן תיקון של מגמת הטיסה חזרה לעבר הנתיב או לעבר היעד.

בטיסת "מכשירים", בה אין לצוות המטוס קשר עין עם תוואי הקרקע או התכסית, אם בשל מזג האוויר (תנאי ראות), אם בשל שעת לילה או בשל גובה טיסה רב – נעשה שימוש במכשירים שונים כדי לקבוע

את מיקומו המדויק של המטוס ושימוש בנווטות חישובית כדי לתכנן את המשך נתיב הטיסה לעבר היעד.

מטוסי הדקוטה שימשו בבית הספר לטיסה של חיל האוויר לאימון בנווטות חישובית – הן באמצעות עזרי ניווט רדיו (ענ"ר) והן באמצעות ניווט שמימי – בעזרת כוכבים. (גם בשנים הראשונות בהן החלה כבר הפנייה מסיבית של נוטים לטייסות הקרב, לאחר הגעת מטוס הקורנס שכלל בתוכו מערכת מתקדמת לימיה של ניווט אינרציאלי, עדיין היה לימוד ואימון של נושא הניווט השמימי).

הערה: מטוס הדקוטה מעט לא נוח לניווט ראייה, בשל מגבלות הראות מתוך תא הטייס החוצה ולמטה. לאימון זה של ניווט נמוך בראייה שימשו בבית הספר לטיסה מטוסים אחרים – סונה באימון ראשוני ובסיסי וצוקית באימון המתקדם ומטוסים אחרים.



**עמדת הנווט במטוס דקוטה
(חסרים שני פנלי הפעלת ADF על הדופן משמאל)**

שולחן הנווט במטוס דקוטה, ממוקם בעמדת הנווט, בצידו השמאלי של המטוס, מאחורי הקברניט ומעט מאחורי דלת החרום. בעמדה היו מוצבים מצפן, שעון עזר, מד מהירות ומד גובה, ובנוסף גם שליטה (במקביל לטייס המשנה) בשני מכשירי רדיו לניווט – "מצפן רדיו" או בשם המוכר ADF (Automatic Direction Finder). הכיוונים שהתקבלו ממצפני הרדיו התקבלו על מחוון ה-RMI (Radio Magnetic Indicator) אשר נתן גם כיוון מצפני של המטוס. ה-VOR שהותקן בתא הטייס ניתן היה להפעלה רק על ידי הטייסים. התצוגה המלאה הייתה רק בתא הטייס, כאשר את תצוגת הכיוון

המתקבל ניתן היה לבחור בצג ה-RMI בעמדת הנווט. הנווט היה מקבל "שרות" של הפעלת מכשיר ה-VOR מהטייסים. אם כי לרוב המכשיר היה מכוון לתדר קבוע (לרוב בן-גוריון, 115.4 מה"צ) ונותן כיוון מתמיד לתחנה. מעל השולחן מספר תאים להעמדת "ספרות מקצועית" – ספר המטוס, ספר גרפים, מפות ועוד.

כן ממוקם בעמדת הנווט, בדופן המטוס מד הסחיפה. פרטים עליו בהמשך. במרכז המעבר למושבי הטייסים, מעט מאחוריהם ממוקם בתקרת התא האסטרודום, אותה כיפת פרספקס שקופה, לתצפיות שמימיות. משטח קטן מתקפל, לעמידה עליו, אפשר להגיע לתצפית בצורה נוחה. באסטרודום היה וו תלייה עבור ה"סקסטנט" ומדף נע, על שתי מסילות, להתקנת ה"מצפן שמימי".

שולחן הנווט במטוס נורד מותקן בצידו האחורי ימני של הקוקפיט מאחורי טייס המשנה ובקירבה מלאה לצוות, (שהייתה לקויה במעט בדקוטה). מספר מכשירים היו בתצוגה בעמדת הנווט, בדומה לדקוטה. (בצידו השמאלי האחורי של המטוס, מאחורי הקברניט הייתה עמדת האלחוטאי ובין שני הטייסים, במרכז, ישב המכונאי המוטס)

התאמות במטוסי הדקוטה

לצורך אימון הנוטים כ"כיתה מעופפת" בוצעו מספר שינויים במטוס הדקוטה. השינויים בוצעו עוד כשהמטוסים היו חלק מהטייסת הבינלאומית, לפני ההפרדה והקמת טייסת הדקוטות:

א. נוספו שני מכשירי מצפן רדיו למטוס. אפשר להבחין במטוסים בשתי אנטנות ADF נוספות בגג המטוס. בעוד האנטנות של שני המכשירים האינטגרליים/מקוריים נמצאים האחת מעל הקוקפיט והשנייה מתחתיו.

ב. נוספו שני אסטרודומים בתקרת המטוס, בתא הנוסעים.

ג. הוצבו בתא הנוסעים של המטוס 4 שולחנות/עמדות עבודה, שניים בכל צד של המטוס לצורך ביצוע אימון של החניכים. על כל שולחן היו תצוגות של מכשירי טיסה (מצפן, גובה ומהירות) ותצוגות מצפני הרדיו. מאחורי כל שולחן הוצב כסא לחניך באותה עמדה. שאר החניכים, אם היו במטוס – התפרסו ומצאו את מקומם במושבים הרגילים של המטוס – "מושבי צנחנים".

שני מצפני הרדיו הנוספים תופעלו על ידי שתיים מהעמדות, אבל נתנו קריאה בכל העמדות. את ניווט המטוס עצמו ביצע אחד החניכים מעמדת הנווט והוא זה שנתן את ההנחיות לטייסים לביצוע הניווט, ביצע את החישובים וניהל את הטיסה.

החניכים בעמדות הנוספות עקבו אחר הטיסה וביצעו תרגולים שונים. לאור חמשת העמדות ניתן היה לאמן לפחות 5 חניכים בו זמנית בטיסה אחת. לרוב היו הטיסות ארוכות וניתן היה לאמן מספר כפול של חניכים.

במטוס הנורד לא בוצעו התאמות מיוחדות להדרכת חניכי נווטות ולכן כל טיסה הוגבלה להדרכה של 2-3 חניכים, אחד אחרי השני. גם לאור עלותה הגבוהה מעט יותר של שעת טיסה בנורד – השתדלו להמעיט בטיסות אלו.

המטוסים עליהם בוצע השינוי: 04, 08, 17 ו-18.



מטוס דקוטה 08, בסמלי הטייסת הבינלאומית, מותאם כ"כיתה מעופפת".
על גבו תוספות של 2 אסטרודום ו-2 אנטנות ADF

על ניווט המרשם החישובי

בניווט מרשם חישובי משתמשים לתכנון וביצוע טיסות ארוכות טווח, לרוב בגובה, וללא קשר עין עם הקרקע. תוך שימוש במפות וטבלאות תכנון טיסה, מתבצע מעקב אחרי מהלך הטיסה ומיקום המטוס, תוך השוואה לתכנון ומבוצעים חישובים שונים, כגון חישובי דלק או חישובי נתיבים עתידיים, תוך שימוש בספרי המטוס, מפה ובמחשבון.

על המטוס לטוס מנקודת היציאה לעבר המטרה. הנתיב המתוכנן מסומן על המפה. הנתיב מוגדר בכיוון ובאורך. מהירות הטיסה האופטימאלית מוגדרת אף היא. ניתן כמובן לבחור ביו מספר "סוגי" מהירות: מהירות מרבית לשיוט; אם רוצים להגיע מהר אל המטרה. מהירות מיטבית לשהייה; אם מבוצע נתיב הלוך ושוב ומטרת הטיסה היא לשהות מירב הזמן באזור. או מהירות מיטבית לטווח, בה נקבל את צריכת הדלק המזערית לכל מייל של טיסה. נתונים אלו מוגדרים לפני הטיסה, בשלב התכנון, או מועלים בשיקול מקומי, אם וכאשר מתקבלת משימה חדשה באוויר.

אמצעי עזר לניווט מרשם

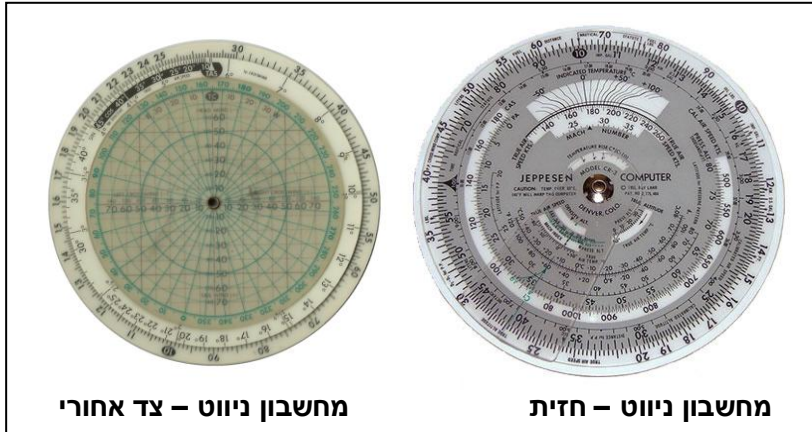
מכשירי טיסה

מכשירי הטיסה בתא הטייס היו נתונים לתצפית ובחינה קבועה של הנווט, אשר ככלל היה גם מנהל רשומות ומעקב אחרי נתוני הטיסה. מספר מכשירים שימשו כמוקד לצורך הניווט והחישובים: מצפן, מד המהירות, מד הגובה, מד הטמפרטורה החיצונית, מדי הדלק.

מחשבון ניווט

"סרגל" לוגריתמי עגול עם סקאלות נעות ובתוכו גם "חלונות" (לא של מייקרוסופט) לטיפול בפונקציות וחישובים מיוחדים. אחד הכלים החשובים ביותר של כל איש צוות אוויר במטוסי תובלה ובמיוחד נוטים בשנים אלו.

בצידו הקדמי של המחשבון שימשה הסקאלה הייצוגית לחישובים תוך שימוש בסרגל לוגריתמי – הכפלות וחילוקים, חישובי זמן, המרת יחידות, חישובי צריכת דלק. על שתי הסקאלות היו סימונים מיוחדים של קבועים שונים להמרות של יחידות (מיילים לק"מ, משקל דלק, טמפרטורות ועוד).

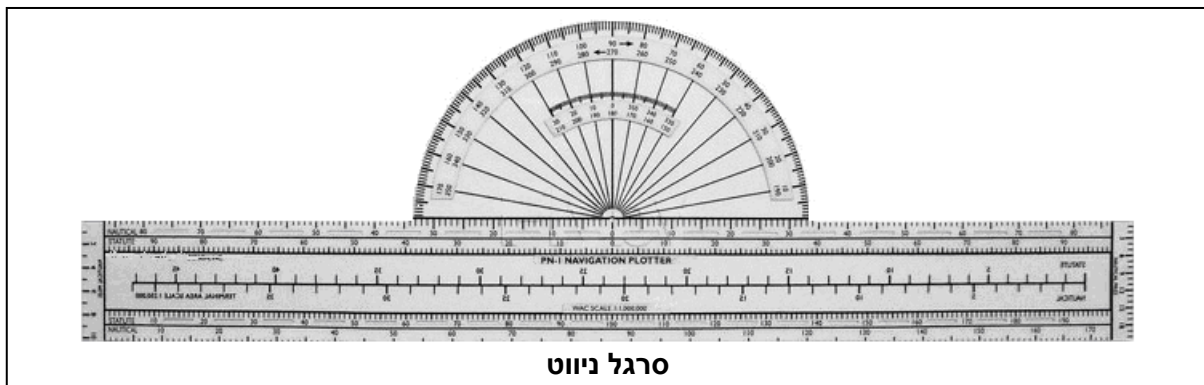


ה"חלונות" שימשו להמרת מהירות מכשירית למהירות אמיתית, מציאת מספר מאך וגובה לחץ.

צידו האחורי של המחשבון שימש לחישובי רוח, סחיפות ותיקוני נתיב בטיסה. בתמונה – מחשבון מתוצרת חברת Jeppesen.

סרגלים

לרוב שימש סרגל סטנדרטי, אשר עליו מסומנות יחידות מרחק על פי קנה מידה ומד מעלות. בעזרת הסרגל נמתחו קווי נתיב וחושבו הכיוונים, הן של הנתיב והן לעזרי רדיו שונים. בין מבחר הסרגלים ניתן היה למצוא לעיתים סרגלים בני דורות שונים ובעלי צורות שונות. הערה: לטובת ניווטי מגע בגובה נמוך הוכן לרוב סרגל מיוחד, אשר הסקאלות בו תואמות לצרכים מסוימים ולרוב גם מותאם לנתונים של סוג מטוס מסוים. על הסרגלים המיוחדים היו בד"כ שבלונות וסימונים ייעודיים, לשימושים שונים. לעיתים נעשה גם בו שימוש לצורכי ניווט מרשם. בלשון המקצועית נקרא הסרגל ווימס (Wims).



מד סחיפה

מד הסחיפה הוא מכשיר שהיה חלק מהציוד הבסיסי במטוס. המכשיר הינו מכשיר תצפית פריסקופי, אשר במבט דרכו ניתן לראות את פני הקרקע (או הים).

המכשיר הותקן בעמדת הנווט, בצמוד לכיסא. חלק של הפריסקופ בלט אל מחוץ למטוס. בחלקו שבתוך המטוס עינית לתצפית, עם ספוג עגול, אשר מאפשר להצמיד את העין למכשיר ללא חשש של פגיעה. במכשיר היה משולב סמן בתוך שדה הראייה ואשר אליו היה מחובר מכניזם חיצוני שלתוכו ניתן היה להכניס עיפרון, ומשטח עגול לבן לסימון, עם קווים מקבילים. הנווט היה עוקב עם הסמן על תוואי שטח קרקעי או על קצף של גל והעיפרון היה משרטט את נתיב הטיסה על המשטח הלבן.

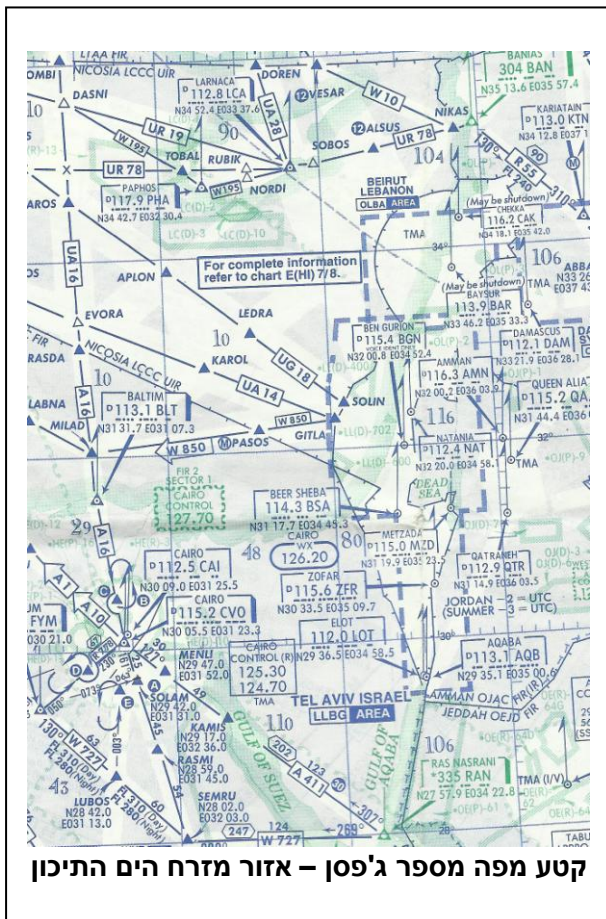


מד סחיפה בעמדת הנווט

ניתן גם היה לסובב את המכניזם עם סימני הקווים המקבילים בתוך שדה הראייה ולוודא תנועת תוואי הקרקע בתוך הקווים המקבילים. המיקום של החוגה היה נותן לנווט את מידת הסחיפה כתוצאה מהרוח אשר הייתה מוצגת על המסך החיצוני הלבן. את המכשיר היו מכיילים תוך כדי ריצת ההמראה, למצב האפס שלו, תוך תצפית בסימנים על המסלול ווידוא שהם נעים בקווים מקבילים לקווים המסומנים בתוך המכשיר. עוד ניתן היה למדוד בעזרת המכשיר את המהירות הקרקעית. מדידת זמן התנועה בין שתי נקודות הקיצון של מסגרת התצפית והתייחסות לגובה האמיתי של המטוס מעל פני השטח נתנה אפשרות לקבל הערכה טובה למדי של המהירות הקרקעית.

העלאת המהירות הקרקעית וסחיפת המטוס על גבי הצד האחורי של מחשבון הניווט, יחד עם ה"כיוון האמיתי" של טיסת המטוס וידיעת מהירות האוויר האמיתית, אפשרה לקבל אל כיוון ועצמת הרוח במידה סבירה של דיוק. עוד במכשיר – סרגל לוגריתמי עגול ובסיסי, לביצוע חישובים והמרת יחידות. ככל הנראה שריד לתקופה שבה לא לכל נווט היה בכיסו מחשבון ניווט.

ספרי Jeppesen



קטע מפה מספר ג'פסן – אזור מזרח הים התיכון

ספרי הג'פסן הם כלי העזר החשוב של הניווט המכשירי. נקרא כך על שם החברה שהפיצה ועדכנה ספרים אלו. היום, כאשר המידע מספרים אלו נמצא בהרבה מטוסים בצורה ממוחשבת, נראית כמות הספרים שלעיתים הייתה עולה לטיסה מעט מוזרה. יחד עם הספרים בד"כ גם הגיע תיק לשאת אותם. הספרות כללה את חוקי ונהלי הטיסה ואת התרשימים של כל המדינות והשדות, כולל כל נהלי הכניסה וההנמכות לשדות השונים, בשיטות השונות הזמינות בכל שדה. הספרים היו מחולקים לפי אזורי הטיסה השונים. כך למשל באזורינו השתמשו בספרות למזרח התיכון או לאירופה (הייתה חפיפה מסוימת בין אזורים שונים). כל תכנון טיסה לווה בעבודה מאומצת סביב התרשימים מספרות הג'פסן – נתיבי הטיסה הבינ"ל, הדפיות השונות לשדות והנהלים. כמובן שהספרות הובלה אחר כבוד גם לטיסה. לשמחת אנשי הצוות, בטיסות במרחב הים התיכון ניתן היה להסתפק לרוב רק בשני ספרים עבי כרס. האחד הכיל את כל הנתונים והמלל הכלליים והשני את כל המפות והתרשימים עבור כל השדות באזור. בטיסות ארוכות טווח במטוסי התובלה של חיל האוויר היה הנווט נושא עימו ארגז עמוס בספרות. לא פעם כעשרה ספרים בכריכת עור חומה ועבה.

ראוי לציין את המטלה שהייתה כרוכה בספרות זו – העדכון החודשי. עדכון זה היה מגיע במעטפות הכוללות את כל השינויים הרלוונטיים ואת תאריך כניסתם לתוקף. לעיתים היו מצטברות מספר מעטפות ותורן העדכונים היה יושב ומעדכן. קרה לא פעם שהיה מעדכן שדה מסוים תוך שימוש בניירת שהגיעה במעטפה מסוימת ובמעטפה לאחר מכן היה שב ומבצע שינוי נוסף, מכניס לספיראלה את הדף החדש וזורק את הדף שאך דקות קודם לכן שילב בסיפוק. לשמחת החניכים בביה"ס לטיסה, הטיסות היו מוגבלות למרחב הקרוב (יחסית) והשימוש בספרות זו היה מוגבל במסגרת ביה"ס לטיסה.

STARS, SUN and PLANETS — 1939 FEB. 1, GREENWICH DATE 63															
G. M. T.	G.H.A. of First Point of ARIES — G.H.A. α						VENUS -4.1		JUPITER -1.6						
	00 ^m	10 ^m	20 ^m	30 ^m	40 ^m	50 ^m	G. M. T.	G.H.A.	Dec.	G. M. T.	G.H.A.	Dec.			
00	130 18	132 49	135 19	137 49	140 20	142 50	00	226 14	S.19 48	151 09	S.9 50				
01	145 21	147 51	150 21	152 52	155 22	157 53	01	241 14	19 48	166 11	9 50				
02	160 23	162 54	165 24	167 54	170 25	172 55	02	256 14	19 49	181 13	9 50				
03	175 26	177 56	180 26	182 57	185 27	187 58	03	271 13	19 49	196 15	9 49				
04	190 28	192 58	195 29	197 59	200 30	203 00	04	286 13	19 51	211 17	9 49				
05	205 31	208 01	210 31	213 02	215 32	218 03	05	301 13	S.19 49	226 19	S.9 49				
06	220 33	223 03	225 34	228 04	230 35	233 05	06	316 13	19 50	241 21	9 49				
07	235 35	238 06	240 36	243 07	245 37	248 07	07	331 12	19 50	256 23	9 49				
08	250 38	253 08	255 39	258 09	260 40	263 10	08	346 12	19 50	271 25	9 48				
09	265 40	268 11	270 41	273 12	275 42	278 12	09	1 12	19 50	286 26	9 48				
10	280 43	283 13	285 44	288 14	290 44	293 15	10	16 12	S.19 51	301 28	S.9 48				
11	295 45	298 16	300 46	303 17	305 47	308 17	11	31 11	19 51	316 30	9 48				
12	310 48	313 18	315 49	318 19	320 49	323 20	12	46 11	19 51	331 32	9 47				
13	325 50	328 21	330 51	333 21	335 52	338 22	13	61 11	19 51	346 34	9 47				
14	340 53	343 23	345 54	348 24	350 54	353 25	14	76 11	19 51	1 36	9 47				
15	355 55	358 26	0 56	3 26	5 57	8 27	15	91 10	S.19 52	16 38	S.9 47				
16	10 58	13 28	15 58	18 29	20 59	23 30	16	106 10	19 52	31 40	9 47				
17	26 00	28 30	31 01	33 31	36 02	38 32	17	121 10	19 52	46 42	9 46				
18	41 03	43 33	46 03	48 34	51 04	53 35	18	136 10	19 52	61 44	9 46				
19	56 05	58 35	61 06	63 36	66 07	68 37	19	151 09	19 53	76 46	9 46				
20	71 07	73 38	76 08	78 39	81 09	83 40	20	166 09	S.19 53	91 48	S.9 46				
21	86 10	88 40	91 11	93 41	96 12	98 42	21	181 09	19 53	106 50	9 46				
22	101 12	103 43	106 13	108 44	111 14	113 44	22	196 09	19 53	121 51	9 45				
23	116 15	118 45	121 16	123 46	126 17	128 47	23	211 08	19 54	136 53	9 45				

G. M. T.	G.H.A. of SUN						SUN'S Dec.	G. M. T.	SATURN 0.9		Planets
	00 ^m	10 ^m	20 ^m	30 ^m	40 ^m	50 ^m			G.H.A.	Dec.	
00	176 37	179 07	181 37	184 07	186 37	189 07	S.17 24	00	117 11	N.3 03	Mean s.H.A.
01	191 37	194 07	196 37	199 07	201 37	204 07	17 24	01	132 13	3 03	
02	206 37	209 07	211 37	214 07	216 37	219 07	17 23	02	147 16	3 03	v. 95
03	221 37	224 07	226 37	229 06	231 36	234 06	17 22	03	162 18	3 03	J. 21
04	236 36	239 06	241 36	244 06	246 36	249 06	17 22	04	177 20	3 03	S. 347
05	251 36	254 06	256 36	259 06	261 36	264 06	S.17 21	05	192 22	N.3 03	Mean
06	266 36	269 06	271 36	274 06	276 36	279 06	17 20	06	207 25	3 03	K.A.
07	281 36	284 06	286 36	289 06	291 36	294 06	17 19	07	222 27	3 04	
08	296 36	299 06	301 36	304 06	306 36	309 06	17 19	08	237 29	3 04	v. 17 38
09	311 36	314 06	316 36	319 06	321 36	324 06	17 18	09	252 32	3 04	J. 22 37
10	326 36	329 06	331 36	334 06	336 36	339 06	S.17 17	10	267 34	N.3 04	S. 00 53
11	341 36	344 06	346 36	349 06	351 36	354 06	17 17	11	282 36	3 04	
12	356 36	359 06	1 36	4 06	6 36	9 06	17 16	12	297 38	3 04	Mer. Pass.
13	11 36	14 06	16 36	19 06	21 36	24 06	17 15	13	312 41	3 04	
14	26 36	29 06	31 36	34 05	36 35	39 05	17 15	14	327 43	3 04	
15	41 35	44 05	46 35	49 05	51 35	54 05	S.17 14	15	342 45	N.3 04	v. 08 55
16	56 35	59 05	61 35	64 05	66 35	69 05	17 13	16	357 47	3 04	J. 13 54
17	71 35	74 05	76 35	79 05	81 35	84 05	17 12	17	372 50	3 04	S. 16 09
18	86 35	89 05	91 35	94 05	96 35	99 05	17 12	18	387 52	3 04	
19	101 35	104 05	106 35	109 05	111 35	114 05	17 11	19	402 54	3 05	
20	116 35	119 05	121 35	124 05	126 35	129 05	S.17 10	20	417 57	N.3 05	Sun's s.d.
21	131 35	134 05	136 35	139 05	141 35	144 05	17 10	21	432 59	3 05	16'
22	146 35	149 05	151 35	154 05	156 35	159 05	17 09	22	448 01	3 05	
23	161 35	164 05	166 35	169 05	171 35	174 05	17 08	23	463 03	3 05	

Venus is well placed for observation in the east before sunrise. Jupiter is observable low in the west shortly after sunset. Saturn is well placed for observation in the west after sunset.

עמוד מספר Air Almanac



מצפן שמימי מותקן מתחת לחופת האסטרודום

בנוסף ובמקביל לספרות ה-Jeppesen נעשה שימוש מוגבל גם בספרות מקבילה אשר הופצה על ידי משרד ההגנה האמריקאי, ה-DOD. שני יתרונות גדולים היו למסמכי ה-DOD – האחד: היותם בפורמט קטן יותר, בצורה של חוברות שהיו נוחות מאד לשימוש והיתרון השני שלא היה צורך בעדכון. מעת לעת היו מגיעות חוברות מעודכנות והישנות היו עוברות למעמד "פג תוקף" ושימשו רק לתרגולים והדרכות.

ספר Air Almanac

ספר עיתי, על פי תאריכים, אשר היה נותן עבור כל תאריך וכל שעה משעות היום את זוויות הגובה של השמש והירח ואת כיוונם וכמו כן גם את זוויות הגובה של כמות נכדה של כוכבי שבת ולכת. שימש כעזר חשוב לאורך תקופות רבות של התפתחות התעופה ולפני שעזרי ניווט רדיו הפכו לנפוצים. בטיסות ארוכות טווח, מעבר לאוקיינוס האטלנטי או השקט הניווט השמימי, תוך שימוש בספרות התאימה, שימש כמוביל הבלעדי. עם התפתחות מערכות ניווט הרדיו ההיפרבוליות (LORAN – Long Range Navigation) הועמה מעט קרנו של הניווט השמימי, אבל עד סוף שנות השבעים עדיין עשו בכך שימוש בטיסות ארוכות טווח בהן הייתה מוגבלות משמעותית בעזרים לניווט.

מצפן שמימי

המצפן השמימי הינו כלי מדידה מכני מדויק שמאפשר לקבוע במדויק את

כיוון המטוס, כתוספת למצפן המגנטי, על בסיס גרמי שמיים. לרוב השימוש היה מהשמש. הוצאת נתונים מספר ה-Air Almanac לגבי השמש, נתנה את כיוון השמש לאותה שעה ולאותו אזור טיסה. בוצעה מדידה של כיוון השמש באמצעות המכשיר, בטיסות רגילות לרוב רק פעם אחת לחניך, לצורך התרגול. הנתונים שימשו לצורך הערכת הדיוק של המצפן המגנטי ולצורך תרגול גרידא.

סקסטנט בועה

מכשיר למדידת זוויות הגובה של גרמי השמיים. נקרא כך על שום הבועה שבתוכו, איתה ניתן היה לפלס את הסקסטנט לאופק, כדי לקבל קריאת זווית מדויקת. עוד כלל המכשיר טיימר ומחשב מכני, שבהפעלת המכשיר וצפייה לעבר כוכב, היה נמדד קבוע זמן בן שתי דקות, והייתה מוצגת הזווית הממוצעת שנמדדה.



סקסטנט בועה

את המכשיר היו תולים על וו במרכז האסטרונום ומחפשים את גרמי השמיים הבהירים והברורים יותר. מתוך ספר ה-Air Almanac היו מקבלים את מיקום הכוכב בשמיים ובהתאם לזווית הגובה שנמדדה ניתן היה לסמן אן הקו המתאים לזווית זו על המפה. מכל כוכב היו נלקחות שתי קריאות ומסומנים שני קווים ולאחר מכן היו נלקחות שתי קריאות מכוכב אחר, רצוי ב 90 מעלות לכוכב הראשון והיו מתקבלים שני קווים נוספים על המפה. ארבעת הקווים היו יוצרים ריבוע שבתוכו אמור היה המטוס להימצא. במקרים טובים היה מתקבל ריבוע של 3X3 מייל, כך שהיה מתקבל דיוק סביר בבחירה של מיקום המטוס במרכז הריבוע. לרוב היה מתקבל ריבוע גדול יותר ושיטת ניווט זו מצאה, באופן הרדיו.

טבעי, את קיצה, כאמור, עם התפתחות מכשירי ניווט

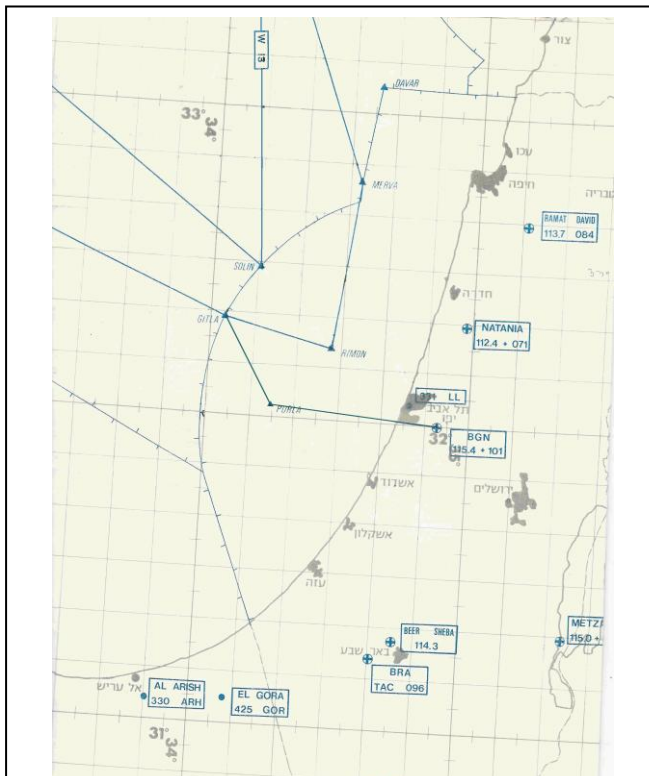
מפות

סוגי המפות והשימוש בהם היה אחד מהנושאים הנלמדים יותר לעומק במסגרת קורס הנווטים בבית הספר לטיסה. סוגי ההשלכות, המתמטיקה של המפות ורשתות צירים נלמדו ונלעסו לאורך זמן. נעשה שימוש במפות מסוגים שונים לצורך לימוד וביצוע נווטות המרשם.

המפה הבסיסית לניווטי מרשם הייתה מפת מרקטור, של איזור מזרח הים התיכון. על מפה זו סומנו נקודות הדיווח הבינלאומיות ותחנות עזרי ניווט הרדיו. על מפה זו הועלו הנתונים המתוכננים ונלקחו נתונים מקדימים לגבי העזרים, לצורך שימוש בטיסה עצמה.

עוד נעשה שימוש במפות האזוריות ובמפות הנתונים הבינ"ל, שהוצאו מספר הג'פסן, שהינו מסמך רשמי בינלאומי שהרי בפועל טסים בנתיב בינ"ל וראוי להכיר שינויים ועדכונים אם נעשו בנתיבים או בנקודות.

כחומר לימודי שימשו גם מפות בהשלכה קונית שומרת צורה – למברט, Lambert,



קטע מפת מרקטור של מזרח הים התיכון

שנועדו בעיקר לתכנונים ארוכי טווח, בשל היות ה"מעגל גדול" עליהן קו ישר. (מפות בהשלכה קונית, עם סימוני ההיפרבולות של מערכות "לוראן" עליהן שימשו לביצוע ניווטים ארוכי טווח תוך שימוש במערכות לוראן במטוסים המצוידיים במערכות אלו).

מטאורולוגיה

לימודי המטאורולוגיה משולבים בכל המגמות בביה"ס לטיסה כמרכיב בסיסי. כל טיסה מלווה בקבלת נתונים מטאורולוגיים, בניתוח שלהם ובתכנון הטיסה תוך התייחסות למזג האוויר, הקיים והצפוי. חניכי הניווט שילבו נושא זה באופן מהותי בטיסותיהם, שבשונה מטיסות אחרות של ביה"ס לטיסה, בד"כ, היו לטווחים ארוכים יותר ולעיתים, עד כמה שאפשר בארצנו הקטנה, נדרשו להתייחס להשתנות של מזג האוויר תוך כדי הטיסה. בודאי השפעות של שינויי רוחות, טמפרטורה ולחץ אטמוספרי. לא נדיר היה לראות חניכי קורס נווטים ממתנים ב-6 בבוקר לפני משרד המבצעים לקבלת חובקן המטאורולוגיה כדי להשלים את תכנון הטיסה לאותו היום.

מורס

תחנות עזרי ניווט הרדיו בעולם התעופה משדרות אותות מורס לזיהוי התחנה, עד היום. לצורך שימוש בכלי זה הועברו שיעורי מורס במסגרת קורס הנווטים הראשוני בבית הספר לטיסה. במסגרת שיעורי המורס נלמד החומר הבסיסי ועל החניך היה להגיע לקצב מסוים בשידור ויכולת "קריאת" מברקים. כיתה מיוחדת הוכשרה לצורך כך, עם מערכת העברת אותות מחיצות בין החניכים לבידוד וכל חניך היה יושב עם אוזניות ומבלה שעות בניסיון לפענח את המידע המועבר.

האלחוטאי

בתחילת שנות ה-70 עדיין היו אלחוטאים מוטסים במטוסי הדקוטה, למרות שטכנולוגיית התקשורת הייתה מתקדמת (יחסית לזמנה) והיה קשר בלתי אמצעי עם הבקרה היישר מעמדת הטייס. לא פעם כאשר הגיעה דקוטה להטיס חניכים בביה"ס לטיסה, ישב בעמדה, מצידו הימני של המטוס באחורי הקוקפיט, האלחוטאי, שהיה "בוחש" במתגי הקשר ומדווח לשולט על מיקום המטוס וכוונותיו. במהלך שנות ה-70 הלכו ונעלמו האלחוטאים בטיסות ויחד עימם גם עמדת האלחוטאי. כל מטוס שהיה נכנס לדרג ד' לאחזקה, היה יוצא ללא עמדת אלחוטאי. כדאי להזכיר שבתקופה זו חלק מהאלחוטאים היותר צעירים חזרו לביה"ס לטיסה, סיימו שם כנווטים, והמשיכו שרותם בתפקיד זה בטיסות השונות של חיל האוויר.

תהליך הדרכתו בדקוטה "כיתה מעופפת"

רקע

התהליך ההדרכתי ב"כיתה המעופפת" בא, כמקובל בחיל האוויר, לאחר תהליך ארוך של "לימודי קרקע". בלימודי הקרקע (למ"ק) החניכים היו נחשפים לתיאוריות של ניווט המרשם, טכניקות העבודה, כלים ומכשירים, שיקולים מבצעיים, עבודת צוות ועוד. בימים בהן שימשה הדקוטה כפלטפורמת הדרכה, נושא הסימולטורים לא היה מפותח דיו, ולכן האימון המעשי התבצע בטיסה. התקנת המטוס ככיתה אפשרה, כאמור, לנצל טוב יותר את שעות הטיסה המוקצבות ולהגיע להכשרה של מספר גדול יותר של חניכים באותו פרק הזמן. גם אם לא כל החניכים ניווטו בפועל את המטוס, הרי התרגול המוטס, שימוש במכשירים בזמן אמת והפקת לקחים מיידית תרמו בהחלט לאיכותו של תהליך הלימוד.

המתאר הבסיסי של תרגול ניווט המרשם היה לרוב קבוע ומוצג בתרשים בהמשך "מתאר ביצוע מרשם ימי". הטיסה הראשונה בסדרה בוצעה כ"מרשם יבשתי". היתרון של המרשם היבשתי היה בזה שלמרות השימוש במכשירים, ניתן היה בסופו של דבר להביט החוצה, להזדהות ולסמן את המיקום על המפה. את המיקום השוו לנתונים המתקבלים מהמכשירים ומהתהליך החישובי כדי לחזר את האמון בתהליך זה ובעצם העבודה עם מכשירים.

תכנון הטיסה

תכנון הטיסה מתחיל יום קודם, כאשר מוגדרים הנתונים לביצוע המשימה. הנתונים מועלים על גבי מפת המרקטור. אחד לאחד. לכל נתיב נמדד כיוונו האמיתי ואורכו במיילים ימיים. בדף תוכנית הטיסה

(Flight Plan) נרשמים הנתיבים ותוך שימוש בתחזית המטאורולוגית, כולל רוחות צפויות בנתיבים ובגבהים המתאימים מושלמת תכנית הטיסה. כולל כיווני טיסה בכל נתיב, זמנים לנתיב וזמנים מצטברים ותחזיות דלק נדרש. החישוב בכל נתיב כולל המרה לכיוונים מגנטיים, חישוב הסחיפה הצפויה בנתיב בעטייה של הרוח וחישוב מהירות הקרקע, לקבלת זמן אמיתי לביצוע הנתיב. כמו כן מבוצעים חישובי צריכת הדלק לכל קטע והצריכה הכללית. לרוב גם משורטט גרף צריכת הדלק לאורך הטיסה ועליו כמויות דלק מזעריות מסוגים שונים: להמשך נתיב, נקודת אל חזור, נקודת זמן שווה וכו'. גרף זה נקרא בשפה המקצועית: How Goes It. על בסיס תחזיות הדלק הנדרש מוגדרת כמות הדלק לתדלוק במטוסים, כולל כמובן רזרבות. למעשה הרזרבות הנדרשות היו גבוהות יותר בשל העובדה שהמשימה לא בוצעה על פי הנתיבים בסופו של דבר, אלא כללה תרגילים נוספים שניתנו לחניכים במהלך הטיסה. (בפועל, מאחר לדקוטה שהייה ארוכה יחסית, הוגדרו לרוב כמויות קבועות מראש, איתם המטוסים היו מגיעים לחצרים לקליטת החניכים ולביצוע המשימה בשלמותה).

בבוקר הטיסה מתקבלת כאמור תחזית מטאורולוגית עדכנית ולפיה, על פי הצורך, מבוצע עדכון של תכנית הטיסה.

ביצוע מרשם – הסבר תיאורטי קצר

המטוס צריך להגיע מנקודת היציאה שלו אל המטרה. קטע הנתיב נקרא בשפה המקצועית "לג". לצורך כך מסומנות שתי הנקודות ונמתח קו ביניהן. על המפה נמדד הכיוון האמיתי בין שתי הנקודות המרחק. למה כיוון "אמיתי"? כי בפועל טס המטוס לפי המצפן שנותן את הכיוון המגנטי (וכמובן, עם התייחסות לשגיאה קיימת הידועה מכיול המצפן). לכן כדי להגיע לכיוון הרצוי יש לתקן את הכיוון האמיתי באמצעות תיקון הנטייה (מזרחית- הפחתה, מערבית-הוספה) ולקבל את הכיוון המגנטי. כדי לקבל את הזמן בין שתי הנקודות יש לחלק את המרחק במהירות המטוס ולקבלו.

עכשיו כל שנותר הוא להגיע לנקודת היציאה, לשים את הכיוון במצפן, לשמור מהירות ולהגיע.

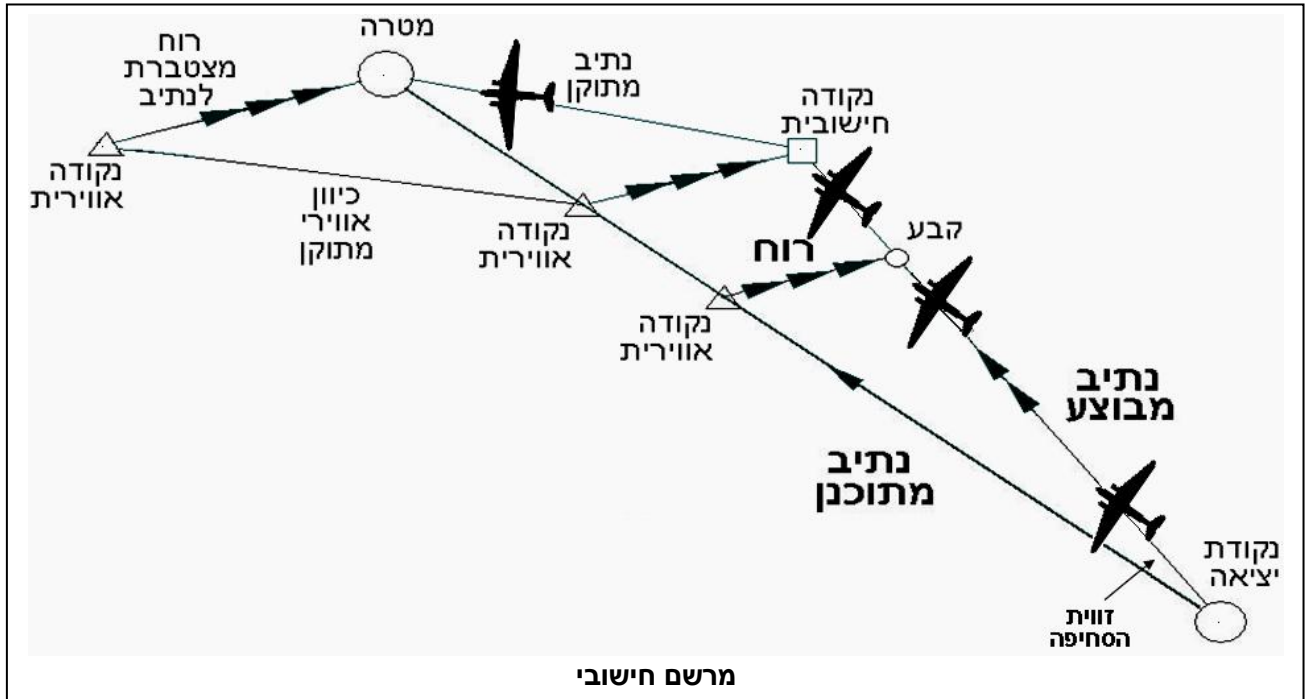
אה – כאן יש לפחות בעיה אחת – הרוח. אלמלא הרוח היה התרגיל הזה יחסית פשוט. אבל הרוח השובבה משפיעה על המטוס. גוש האוויר נע (=הרוח) והמטוס נע איתו. לדוגמה - אם הרוח מנוגדת לכיוון תנועת המטוס ומהירותה כמהירותו, הרי שהרבה דלק יישרף, אבל לא תהיה כלל תנועה קדימה ביחס לקרקע. אם הרוח צולבת, המטוס יחתור למטרתו, אבל בחלוף הזמן ימצא עצמו מספר מיילים בצד המטרה. ואם היה צריך להצניח באותה נקודה, הרי שלא לתודות יזכה מהצנחנים, על הקילומטרים הנוספים אותן יצטרכו ללכת ברגל, כדי להגיע למטרתם.

ועכשיו כל שנותר הוא לדעת מהי הרוח, לתקן מראש ולהגיע למטרה. ואכן, זו השאיפה. משתמשים ברוח המתקבלת מהתחזית המטאורולוגית כדי לתכנן את המשימה מדויק ככל האפשר. לאור העובדה שהנתונים משתנים, יש לעקוב, לבדוק ולתקן – הכל כדי להגיע למטרה במדויק.

נקודה נוספת – מהירות המטוס. המטוס טס על פי מהירות מכשירית מתאימה, כפי שנקבעה על ידי המתכננים ובהתאם לסוג הטיסה הנדרש ולפיו נעשה שימוש בגרפים של ביצועי המטוס.

התרשים הבא מציג קטע של ניווט חישובי והטכניקה (ללא כל כוונה להיכנס לעומק, ל"תדריך כיתתי" בנושא ניווט חישובי).

שיטה זו מכונה Deduction (Ded.) Reckoning (או גם Dead). ובקצרה - DR.



בואו נניח לרגע שאין רוח כלל, ותכנון הנתיב מבוצע בהתאם לכך. מנקודת היציאה יוצאים בכיוון המוגדר ובמהירות המוגדרת. לאחר פרק זמן מסוים בודקים את מיקום הימצאות המטוס – באמצעות ענ"ר או בכל דרך אחרת. מתקבלת נקודה בה המטוס אמור להימצא, כתלות בדיוק של האמצעים והשיעור ששעה הנווט. נקודה זו נקראת "קבע". קרוב לודאי שנקודה זו לא תימצא על נתיב הטיסה, אלא לצידו. על נתיב הטיסה מעלים את ה"נקודה אווירית" התואמת לאותו קבע, מבחינת זמן, ומהירות האוויר האמיתית של המטוס. שם היה נמצא המטוס אילו לא היתה רוח. הקו המחבר את שתי הנקודות הוא קו הרוח שפעלה על המטוס לאורך זמן הטיסה, עד לנקודה זו. מכאן ניתן לקבל את כיוון הרוח (הממוצעת, לאותו פרק זמן של טיסה) ואת עצמתה, על ידי שימוש במשך הזמן וביצוע ערך משולש לשעה שלמה. מתוך הזמן ואורך הקטע אותו ביצע המטוס בפועל ניתן גם למצוא את המהירות הקרקעית הממוצעת של אותו מקטע. השלב הבא הוא התיקון אל המטרה. לצורך כך ממשיכים את קו הטיסה על הנתיב האווירי לעוד 3 או 6 דקות (פשוט, בשל העובדה שאלו ערכים נוחים לחישוב) ומוציאים את ה"נקודה אווירית" לאותו זמן. ממנה מוציאים מקביל לרוח ועל המשך הנתיב שבוצע, בהצטלבות שני הקווים מקבלים את ה"נקודה חישובית" שממנה יש לתקן אל המטרה. כיוון וטווח אל המטרה נמדדים ותוך שימוש ברוח המעודכנת נקבע כיוון הטיסה הרצוי, לצורך תיקון לרוח, וזמן ההגעה למטרה.

הרוח, שהיא הגורם העיקרי לצורך ב"ניווט" ניתנת לחישוב או הערכה בשיטות רבות. הזכרתי כאן למעלה את אפשרות הוצאת הרוח מתוך מציאת קבע וביצוע חישוב על גבי הנתיב המבוצע מול הנתיב המתוכנן, אך ישנן גם דרכים אחרות:

(א) רוח גלים – דרך מענינת להעריך את הרוח היא על ידי שימוש בגלים על פני הים, כמובן, שיטה זו אפשרית בטיסה מעל הים ובגובה נמוך יחסית, עד כ- 2000 רגל. ניתן לראות את קצף הגלים מהגובה. הקצף נראה כ"נשפך" אל תוך הרוח. לאחר צבירת ניסיון ניתן להעריך את כיוון ועוצמת הרוח, והנחה שהיא לא תשתנה אם טסים נמוך יחסית, או שהיא תחוג בשיעור ידוע וכיוונה ישתנה בטיסה מעט יותר גבוהה. עד מהירות רוח של כ- 5 קשרים כמעט ואין קצף. בין 5-10 קשרים יש משולשי קצף מועטים וכן הלאה.

(ב) רוח דו-סחיפה (דס"ח) ורוח תלת-סחיפה (תס"ח). בשיטות אלו מנצלים את העובדה שבכל כיוון טיסה יש סחיפה שונה, בשל העובדה שרכיב עצמת הרוח משפיע בצורה שונה.

ברוח דס"ח נלקחת סחיפה במהלך טיסה מיוצבת והסחיפה מסומנת על הצד האחורי של המחשבון. לאחר פניית המטוס למטרה נוספת, פנייה שהיא סביב ה- 90 מעלות, נלקחת סחיפה נוספת, שאף היא מסומנת על המחשבון. הצטלבות הקווים של שתי הסחיפות תיתן את הרוח המקומית. במקרה

שהנתיב ארוך ואין בו פניות מתאימות נוקטים בשיטת רוח תס"ח. הסחיפה נמדדת בטיסה ישרה ואופקית ובכיוון הטיסה. לאחר מכן המטוס מבצע פנייה של 60 מעלות לימין או לשמאל ומתיישר למשך דקה. גם בכיוון זה נמדדת הסחיפה. המטוס יבצע שוב פנייה, של 120 מעלות לכיוון השני, שוב למשך דקה למדידה נוספת של הסחיפה ולאחר מכן יחזור לכיוונו המקורי. בטיסה זו נקבל 3 סחיפות שנמדדות בכיוונים השונים ב 120 מעלות האחד מהשני. שלושת קווי הסחיפה יצטלבו ביניהם בנקודה שתציין את כיוון ועצמת הרוח. כמובן שלא בהכרח נגיע לכדי נקודה מדויקת של הצטלבות וכאן יבואו לידי ביטוי ניסיונו וידיעותיו של הנווט לשערך נכונה את הרוח מתוך הנתונים שהתקבלו (וגם עם הצלבה ממידע אחר). לרוב תתקבל בטיסה זו רוח "טובה" למדי.

ג) רוח על בסיס מד הסחיפה – תוך כדי טיסה בנתיב מדידת הסחיפה (באמצעות מד הסחיפה) וסימונה על המחשבון ולאחר מכן מדידת מהירות הקרקע (אם באמצעות מד הסחיפה, עליו ניתן למדוד את זמן המעבר של נקודה קרקעית או ימית בתוך שדה הראייה והתייחסות לגובה או בטיסה אחרת) וסימון המהירות על המחשבון, מה שנותן, בדומה לרוח דס"ח את וקטור הרוח.

טיסה מלאה מורכבת מנתיבים רבים שבכל אחד מהם מתבצע תהליך דומה. למעשה התהליך הוא כזה בעיקר בנתיב הראשון. בנתיבים הבאים מבוצע עדכון תוך כדי הטיסה והפנייה לנתיב השני ואילך מתבצעת לאחר תיקון על בסיס עדכון החישוב בהתאם לרוח שהתקבלה, כך שבהמשך הסחיפות הולכות וקטנות ומביאות למעשה, בניווט נכון ומדויק, רק את ההשפעה של השתנות הרוח כתוצאה משינוי המיקום הגיאוגרפי והזמן. לאורך זמן על הנווט המיומן להתייחס בעיקר להשתנות הרוח עם שינוי המיקום הגיאוגרפי או הזמן.

גובה טיסה

גבהי הטיסה בטיסות אלו היו בינוניים. בעיקר סביב גובה 5000-7000 רגל. למשימות של תרגול חיפוש ימי (ראה הפרק הבא) ירדו לגבהים נמוכים יותר, סביב 2000 רגל ולקטעים מסוימים אף פחות, לפרק זמן קצר.

חיפוש מטרות, שיטות חיפוש

אחת מהמטרות העיקריות של הטיסה מעל הים היא חיפוש ימי. חיפוש זה נועד כדי לאתר ספינות או ניצולים של ספינות. טביעתה של הצוללת דקר בתחילת 1968 ומאמצי החיפושים אחריה הגדילו את חשיבות החיפוש הימי ארוך הטווח. בשים לב למחסור במטוסים ימיים נושאי מכ"ם, כפי שהיו למעצמות, שימוש במטוסי תובלה לחיפוש עם תצפית אנושית היה פתרון טבעי לבעיה.

חיפוש אוניות – חיפוש אחרי כלי שייט כולל בחלקו הראשון את ההגעה לנקודה המוערכת של הכלי. מידע זה יכול להתקבל ממודיעין מסוג זה או אחר. הנווט היה מתכנן יעף ליירוט האנייה. תכנון יעף זה היה מתבצע באמצעות נווטות חישובית, כאשר לתוך תהליך החישוב היו נכנסים מקומה האחרון הידוע של הספינה, מהירותה המוערכת וזמן הטיסה האמיתי של המטוס עד לנקודת המפגש. לקראת נקודת המגע המטוס היה מנמיך על פי הצורך ובהתאם לגודלה של המטרה לגובה נמוך יותר. בהערת סוגריים, בחישובים ובתהליך הביצוע של המשימה צריכים היו להילקח מספר נתונים. למשל – הצורך בשהייה ארוכה באזור היעד וכתוצאה מכך טיסה חסכונית בדלק אל נקודת היירוט ולאחר מכן שהייה חסכונית מעל למטרה. במקרים אחרים תידרש טיסה מהירה אל היעד, לצורך קיצור זמן במקרה של אירוע הדורש סיוע מהיר. אחד האלמנטים של סיוע הוא הצנחת ציוד הצלה (סירות, מזון) לניצולים שבים.

עם ההגעה ליעד, לא תמיד יימצא כלי השייט אחריו מחפשים. יכול להיות בשל מידע מודיעיני לקוי, הערכות לא נכונות של מהירות כלי השייט, שינוי בנתוני בתנועה של הכלי או שגיאה בחישובי הטיסה. במקרה זה אחת השיטות המקובלות ביותר היא "חיפוש בריבוע". בטיסה זו מתכנן הנווט טיסה בריבועים הולכים וגדלים סביב הנקודה המשוערת של הימצאות המטרה. המרחק בין הנתיבים הוקצה בתלות בתנאי הראות באזור. במידת המורך ועל בסיס גודל המטרה שינה המטוס את גובהו ונתון זה נכנס אף הוא לשיקולי תכנון נתיבי החיפוש בריבוע. חיפוש מטרה קטנה דורש ירידה בגובה. מאידך, הנמכה שכזו תביא להקטנת טווח הראייה (גם שיקול של שימוש בכלי עזר כמו משקפות או כמות התצפיתנים אמורה לבוא לכדי ביטוי השיקולים). הקטנת טווח הראייה גוררת צורך בנתיבים קרובים יותר האחד לשני והגדלת משך הטיסה עד למציאת המטרה.

בשיטה אחרת, המתאימה למקרה של ספינה שכיוון השייט שלה ידוע וברור היו נוקטים בשיטה של חיפוש בגזרה. בשיטה זו, ובדומה לחיפוש בריבוע, הייתה מסומנת גזרת חיפוש הנפתחת מהנקודה המוערכת האחרונה הידועה של הספינה וכיוון הגזרה ככיוון תנועת הספינה. המטוס היה מכסה את הגזרה בתנועות "ניגוב" החל מנקודת המטרה ושוב, המרחקים בין הנתיבים הותלו בנתונים כמו בחיפוש בריבוע.

גם שיטות אחרות לחיפוש היו ותורגלו – סגירת תא שטח וחיפוש מטרות לא ידועות מראש בקו חזית, סריקה לאורך נתיבים ועוד.

בפועל, לא פעם המדריכים היו מגיעים עם נתונים של ספינות אמת שיצאו מנמלי חיפה או אשדוד, או אמורות להגיע לשם בזמן ידוע. ספינות אלו שימשו מטרה נאה לחיפוש ושמחה רבה הייתה כאשר התהליך היה מצליח וספינה שכזו התגלתה.

טיסות מעל הים, בטיחות

בטיסות מעל הים, באופן טבעי, עולה רמת הבטיחות הנדרשת. המרחק אל החוף ואל מסלול לנחיתה בעת חירום מגדיר את הדרישות הייחודיות לביצוע והתייחסות בטיסה מסוג זה. טיסות מעל הים מלוות בהעמסת סירה מתנפחת על המטוס (בגודל או בכמות התלויים במספר המשתתפים בטיסה) וחגורות הצלה ומצנחים בכמות המתאימה לכולם. כל הציוד דורש גם לימוד השימוש והתפעול שלו. וכרגיל – בעקבות לימוד באה גם בחינת הידע הנרכש. באופן טבעי, מאחר והטייסים עסוקים בהטסה, הרי שהנווט הוא הממונה על תא הנוסעים. כאשר יש נוסעים (תצפיתנים, צנחנים או מומחים לטיפול בציוד שבמטוס) הנווט הוא הממונה עליהם והמנחה אותם הן לביצוע המשימה במיתאר הימי והן במקרה של בעייה בטיחותית. נגזר מזה גם הידע הנדרש של הנווט המתאמן ותרגולת של התהליכים לצורך הצנחת ציוד, השלכת סימונים (צבע ימי, נורי סימון וכו') ומטלות בעת אירוע בטיחותי, עד כדי תרגולת של הנדרש לקראת נחיתה בים.

אווירה בטיסה

בניגוד לטיסות ניווט במגע בגובה נמוך בהן התקיימה אינטנסיביות רבה של התהליך, הרי שבטיסות מעל הים האווירה הייתה הרבה יותר משוחררת. אמנם קיים היה המתח של האימון והתרגול והרצון למצות את זמן הפעילות ככל האפשר, ובמיוחד לאותו חניך שבזמן נתון היה אחראי על הניווט בפועל. למעשה אורך הטיסה איפשר לימוד נינוח, התמקדות של המדריך בנקודות בהן חניך זה או אחר מתקשים והרחבת הידע המקצועי.

אחד האלמנטים החשובים שתורגלו ונלמדו בטיסות אלו היה העבודה מול הטייסים. עבודת צוות, שיתוף פעולה, העמדת יעדים משותפים ולימוד יחדיו של המשימה.

מדריכים

המספר היחסי של מדריכים שהגיעו מטייסות הקרב הלך ועלה בכל תקופה. באמצע שנות השבעים כבר גדול היה מספר המדריכים שטפו בהצבות החרום על מטוסי קורנס ממספרם של אלו שהגיעו מטייסות התובלה (סטרטו, נורדים ודקוטות). מדריכים אלו אמנם קיבלו הכשרה גם בניוטי מרשם, אך כמובן לא השתמשו בידע הנרכש בשרותם בטייסות הקרב. חזרתם להדרכה בבית הספר לטיסה דרשה רענון בתחום ונראה שלחלקם זו הייתה יציאה מסוימת מהשגרה של מלחמת ההתשה שהתקיימה בסוף שנות השישים ותחילת ה-70.

סופו של דבר

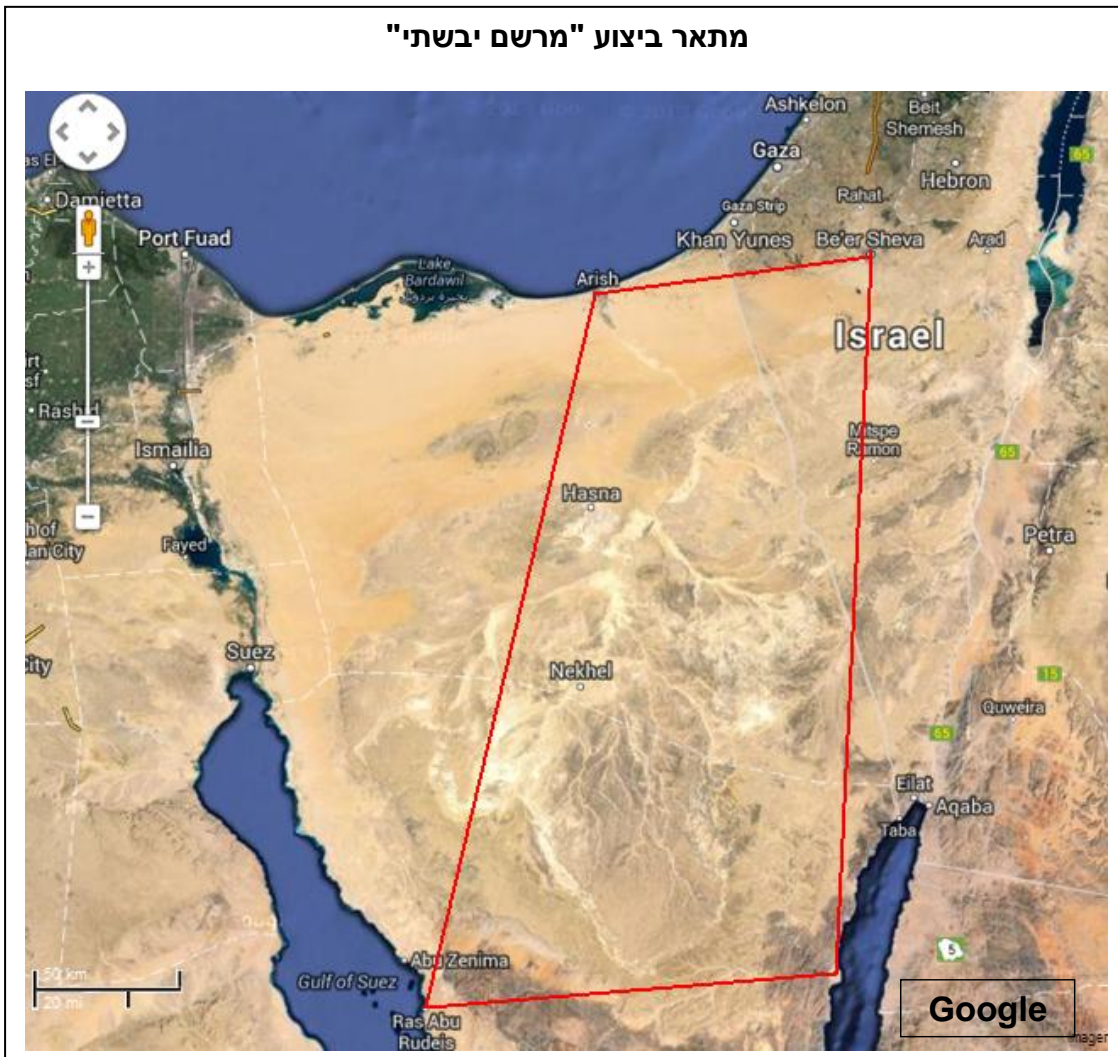
בשנות השמונים הגיע חיל האוויר למסקנה המתאימה. לאור העובדה שמרבית הנווטים סיימו במסלול הקרב ורק בודדים מאד המשיכו לכיוון התובלה, נבנתה מסגרת ארגונית חדשה – נתו"מ. נווטי תובלה ומכוננים. מסגרת זו ששולבה כחלק מביה"ס לטיסה אך הוצבה בבסיס חיל האוויר בלוד קיבלה אליה את חניכי בית הספר לטיסה שהשלימו את השלבים הראשונים והכשירה אותם למערך התובלה. ההכשרה הייתה יותר ממוקדת ואף התבצעה על המטוסים עליהם יטוּסו החניכים בסופו של דבר.

חניכי הקרב הפסיקו לקבל הדרכה בתחום הניווט המכשירי הקלאסי, בעיקר לאור העובדה שסגנון הניווט בתא קטן, עם מפה "מקופלת" שונה לחלוטין מהניווט המכשירי במטוסי תובלה.

מתאר ביצוע מרשם ימי – בסיס לתרגילים בים



מתאר ביצוע "מרשם יבשתי"



קישורים נבחרים:

1. מטוס הדקוטה : http://en.wikipedia.org/wiki/Douglas_DC-3
2. מטוס הנורד : http://en.wikipedia.org/wiki/Nord_Noratlas
3. מכשיר ה-ADF : http://en.wikipedia.org/wiki/Radio_direction_finder
4. מכשיר ה-VOR : http://en.wikipedia.org/wiki/VHF_omnidirectional_range
5. מערכת ניווט LORAN : <http://en.wikipedia.org/wiki/LORAN>
6. ספריה Jeppesen : <http://ww1.jeppesen.com/index.jsp>
7. עוד על הג'פסן : <http://en.wikipedia.org/wiki/Jeppesen>
8. ספרי Air Almanac : http://en.wikipedia.org/wiki/Nautical_almanac
9. מפת מרקטור, השלכה גלילית : http://en.wikipedia.org/wiki/Mercator_projection
10. השלכה קונית, Lambert :
11. מפות של נמ"ת בן גוריון : <https://charts.aero/airport/LLBG>