

## עזרי הניווט בטיסת IFR ILS , DME , NDB ,VOR

בטיסה ללא אפשרות של ניווט קרקעי, מטוסי נוסעים מודרניים מנוטים כיום בעזרת עזרי ניווט שונים העומדים בדרישה של בטיחות מלאה מרגע ההמראה ועד לנחיתה.  
עזרי הניווט העומדים לרשותנו כיום הולכים ומשתכללים ובראשם עומד כיום ה GPS, אולם ישנם 4 עזרי ניווט עיקריים עליהם מושתתת "טיסת המכשירים"

VOR = VHF Omni-Directional Radio Range

NDB = Non-Directional Beacon

DME = Distance Measuring Equipment

ILS = Instrument Landing System

### VOR = VHF Omni-Directional Radio Range

ה VOR הינו אמצעי הניווט השכיח ביותר. ה- VOR הינו אנטנה קטנה המוצבת על הקרקע ומשדרת גלי רדיו לכל הכיוונים (360 מעלות) כל גל כזה נקרא "רדיאל". מטוס המצויד במקלט VOR יכול להיעזר באנטנה זאת עד לטווח של כ- 200 מייל ממנה (תלוי בגובה הטיסה שלו). הטייס יכול לכוון את שעון ה VOR במטוס ולדעת אם הוא טס "ל"כיוון ה VOR, "מ"ה- VOR, על איזה "רדיאל" ואפילו באיזה מרחק (במעלות) הוא נמצא מה"רדיאל" אשר ברצונו לטוס עליו.

שעון VOR זה מראה כי אנחנו טסים  
לכיוון ה VOR  
ועל רדיאל 336



בעזרת שני מקלטי VOR במטוס יכול הטייס לבצע "חיתוכים" של הרדיאלים ולדעת את מיקומו ע"ג המפה ולהלן הדוגמא:

אנו טסים בישראל, דרומית לנתב"ג, בכיוון 060, ורוצים לדעת את מיקומינו המדויק:  
נכיל ב VOR מס' 1 את התדר 115.00 אשר הינו תדר VOR MZD (ממוקם במצדה)  
נכיל ב VOR מס' 2 את התדר 114.30 אשר הינו תדר VOR BSA (ממוקם ליד באר-שבע)

לוח שעוני ה VOR יראה לנו את התצורה הבאה:

VOR MZD מס' 1:

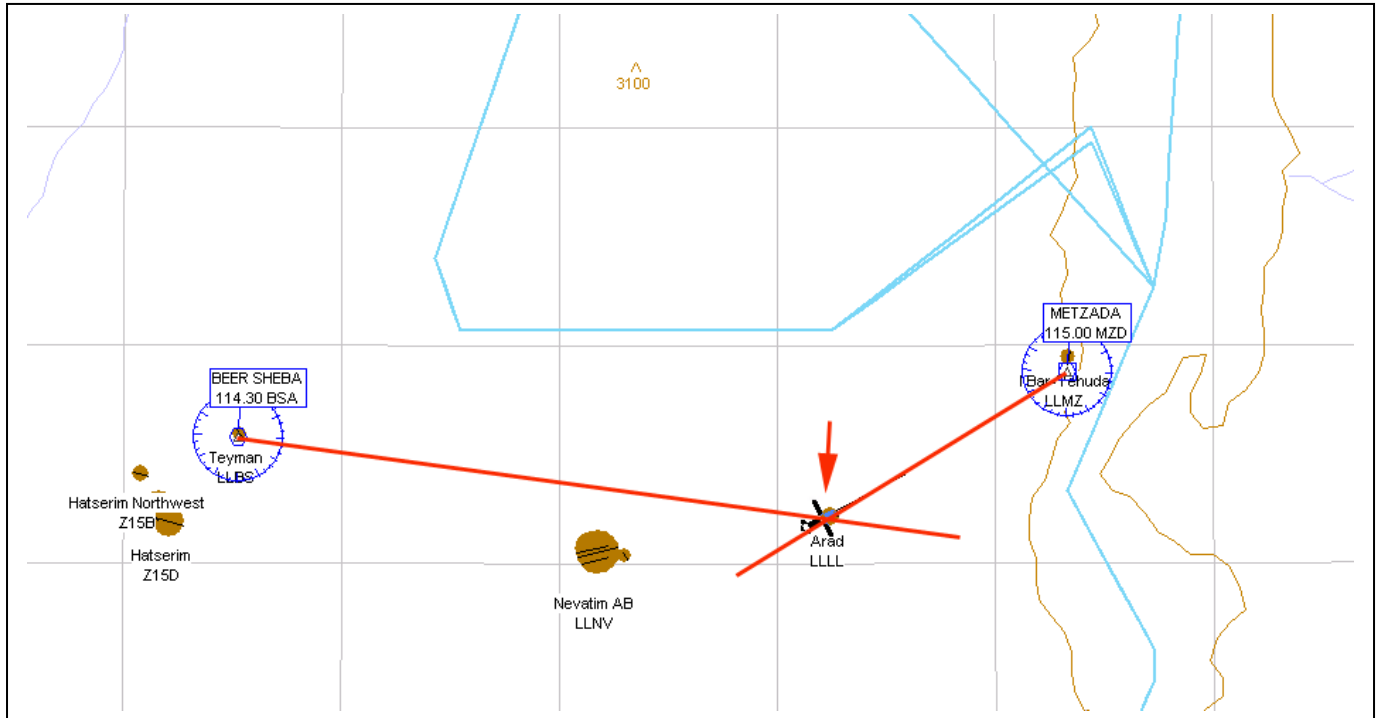
1. המחט ממורכזת על רדיאל 055

2. החץ מראה לנו כי אנחנו על הרדיאל "ל" כיוון ה VOR



VOR BSA מס' 2:  
המחט ממורכזת על רדיאל 095  
החץ מראה לנו כי אנחנו על הרדיאל "מ" כיוון ה VOR

כעת, ניקח את המפה ונימתח קו לכיוון 055 של VOR MZD  
וקו מ VOR BSA לכיוון רדיאל 095



נבדוק את נקודת ההצטלבות בין שני הרדיאלים, זהו מיקומינו.  
על המפה נבחין כי אנו טסים בדיוק מעל שדה התעופה של ערד.

ה VOR יכול לשמש גם את הפקח לכוון את מטוסך – הפקח יכול לבקש ממך להמשיך ולטוס בכיווןך עד שתפגוש רדיאל מסוים של VOR ואז לטוס על הרדיאל לכיוון ה VOR:  
פקח: "אלעל35, המשך לכיוון 180 עד לרדיאל 060 "מצדה" והמשך עליו לכוון ה VOR".

## NDB = Non-Directional Beacon

"הסוס הוותיק" בין עזרי הניווט השונים, אשר נמצא בשימוש מאז השליש הראשון של המאה ה-20  
ה NDB הינו אנטנה בגובה של 20 מ' אשר מקרינה אנרגית רדיו לכל הכיוונים. המקלט במטוס קולט את הקרינה והמחט בשעון ה NDB במטוס מצביע באופן אוטומטי לכיוון אנטנת ה NDB. כך אנו יודעים מהו הכיוון היחסי של המטוס ביחס לאנטנה.

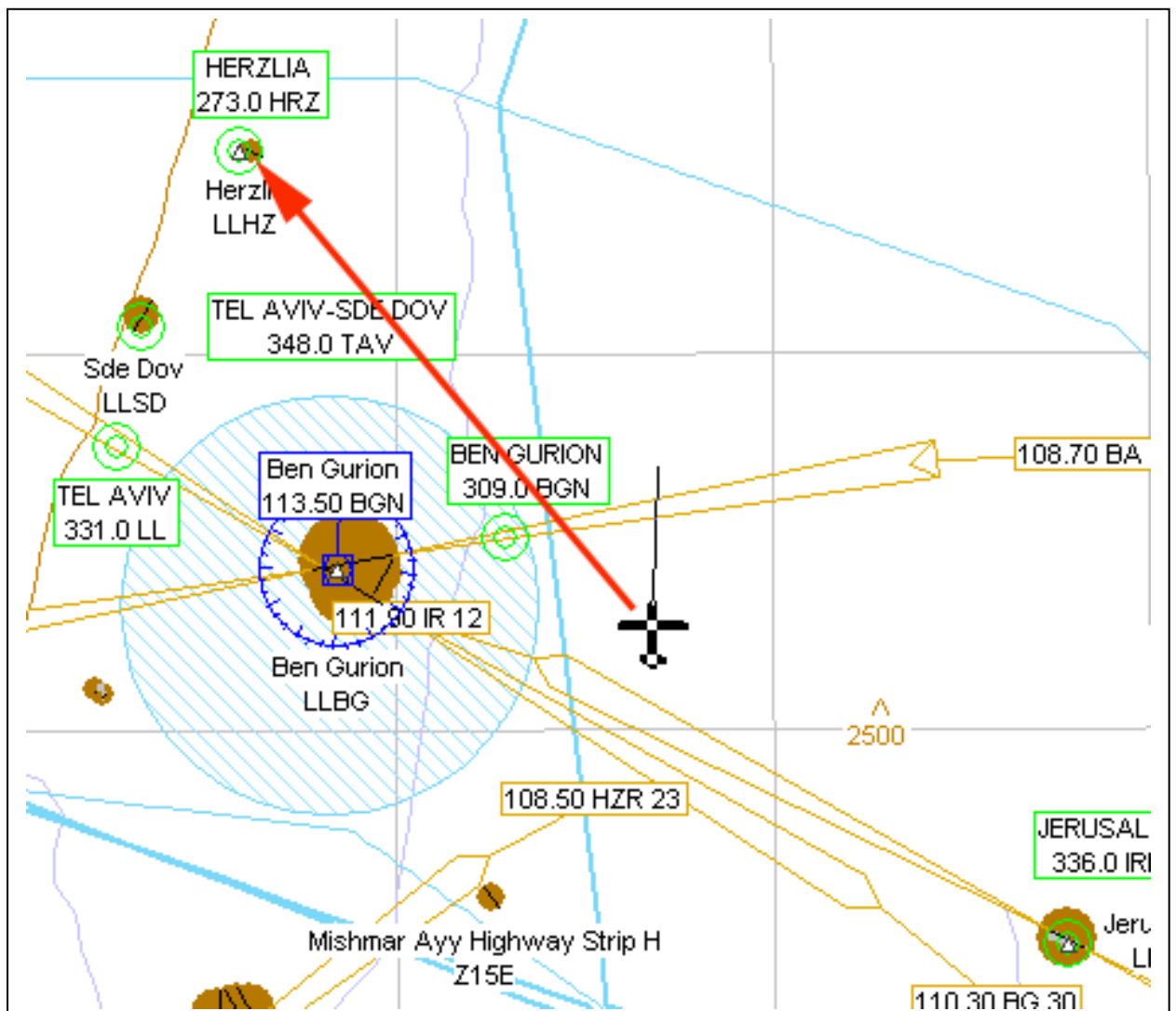
להלך דוגמא לשימוש ב NDB :

אנו טסים משדה התעופה בירושלים לכיוון שדה התעופה בהרצליה. לאחר "הירידות" של ירושלים הפקח מבקש מאיתנו לפנות ולטוס ישר להרצליה. אנו יודעים כי בהרצליה ממוקם NDB . נכייל ברדיו את תדר NDB הרצליה – 273.0 ונבדוק את הכיוון אליו מצביע המחט.

1. מומלץ לכונן את שעון ה NDB לכיוון הטיסה שלנו (במקרה שלנו אנו טסים לכיוון צפון)
2. בעזרת המכוון (2)
3. המחט מראה לנו כי NDB הרצליה נמצא משמאלנו בכיוון 315. ז"א שאם נפנה שמאלה לכיוון 315 נטוס ישירות לשדה להרצליה.



על המפה זה נראה כך:

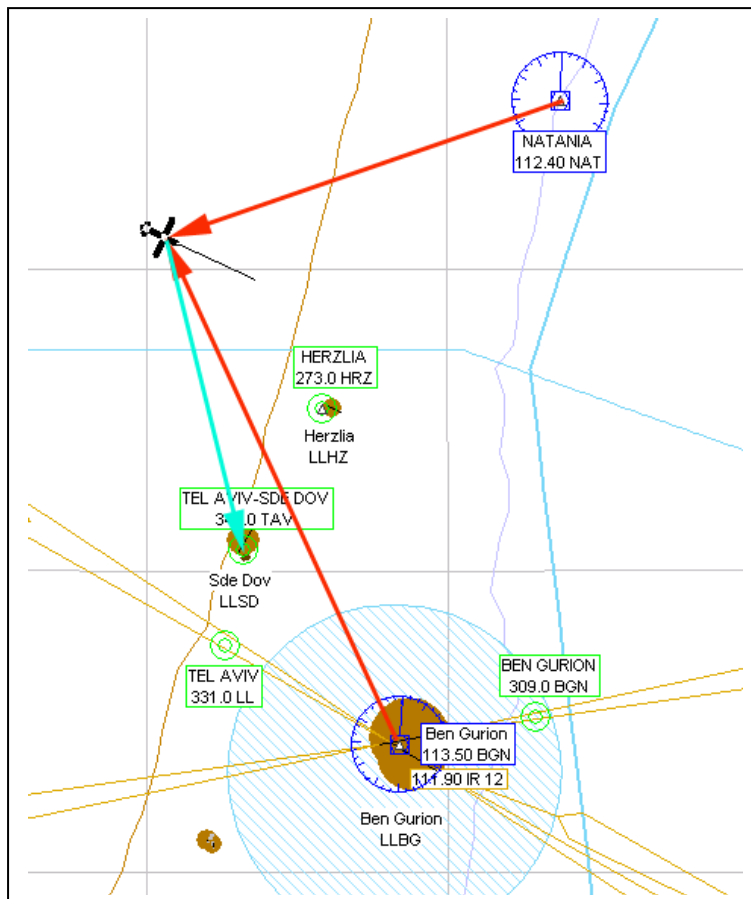


אמצעי ניווט זה בא למעשה "להשלים את התמונה", אם יפעל לבד הוא לא יהיה משמעותי אולם אם יצורף ל VOR או ל NDB הוא יעזור לטייס להשלים את כל הנתונים הדרושים למקם את המטוס במרחב האווירי.

מכשיר זה מאפשר לטייס (בעזרת המכשירים במטוס כמובן) לדעת את מרחק המטוס מנקודת VOR או NDB מסוימת.

אנו טסים כיוון 110, הבא ונבדוק את תצורת מכשירי הניווט הבאה:

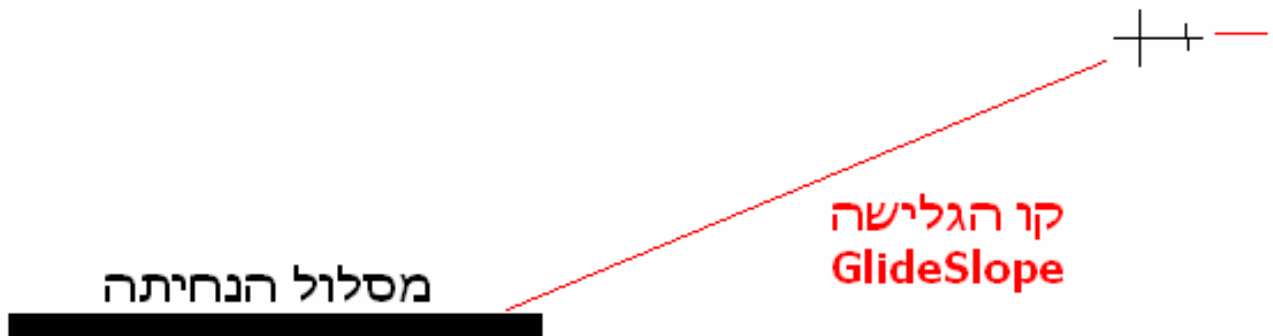
1. VOR מס' 1 אשר מכויל על תדר VOR NAT 112.40, מראה לנו כי אנחנו נמצאים על רדיאל VOR "מ" 245 נתניה.
2. VOR מס' 2 אשר מכויל על תדר VOR BGN 113.50, מראה לנו כי אנחנו נמצאים על רדיאל VOR "מ" 335 נתב"ג.
3. NDB אשר מכויל ל NDB שדה דב 345.0 מראה לנו כי כיוון השדה מאיתנו הינו 160.
4. שעון ה-DME מס' 1 מראה לנו כי מרחקנו מ VOR נתניה הינו 12.5 מייל ימי.



על המפה זה יראה כך:

## ILS = Instrument Landing System

ה ILS הינו אמצעי עזר לנחיתה, ILS עובד בעיקרון דומה ל VOR, הנזכר למעלה ואף השימוש בו הוא באותו שעון במטוס. לשעון ה VOR המשמש ל ILS בנוסף למחט האנכית המציינת את הכיוון נוספה מחת אופקית המציינת את יחס המטוס ל"קו הגלישה" (GlideSlope) אשר מגיע לתחילת מסלול הנחיתה:



לשם ההסבר הבא 'נמריא במטוס הססנה 182 שלנו משדה דב ונבצע נחיתה בעזרת ה ILS על מסלול 12 בנתב"ג:  
לאחר ההמראה משדה דב יצרנו קשר ע מגדל נתב"ג אשר אישר לנו נחיתה לשם אימון מכשירים על מסלול 12.  
ברדיו נציב את התדר 110.3 ב VOR מס' 1 – תדר ה ILS של מסלול 12 בנתב"ג ואת השעון נכוון לכיוון 119 הוא כיוון המסלול.  
לאחר שכיוונו לוח המכשירים יראה כך:



אנו בכיוון טיסה 119, המחטים ב VOR מס' 1 מראות לנו כי אנחנו נמצאים משמאל לקו האנכי של ה ILS ומעל לקו האופקי (GlideSlope), ה DME מראה לנו כי אנחנו במרחק של 7.5 מייל ימי מתחילת מסלול.

לשם תיקון "המצב" עלינו לפנות ימינה עד שהקו האנכי ימורכז ואז לחזור שוב לכיוון 119 ולהנמיך מעט.

המצב הנכון אמור להראות כך:



נמשך בהנמכה ובשמירה על קו המסלול, בהמשך המחוגים יראו לנו את המצב הבא:



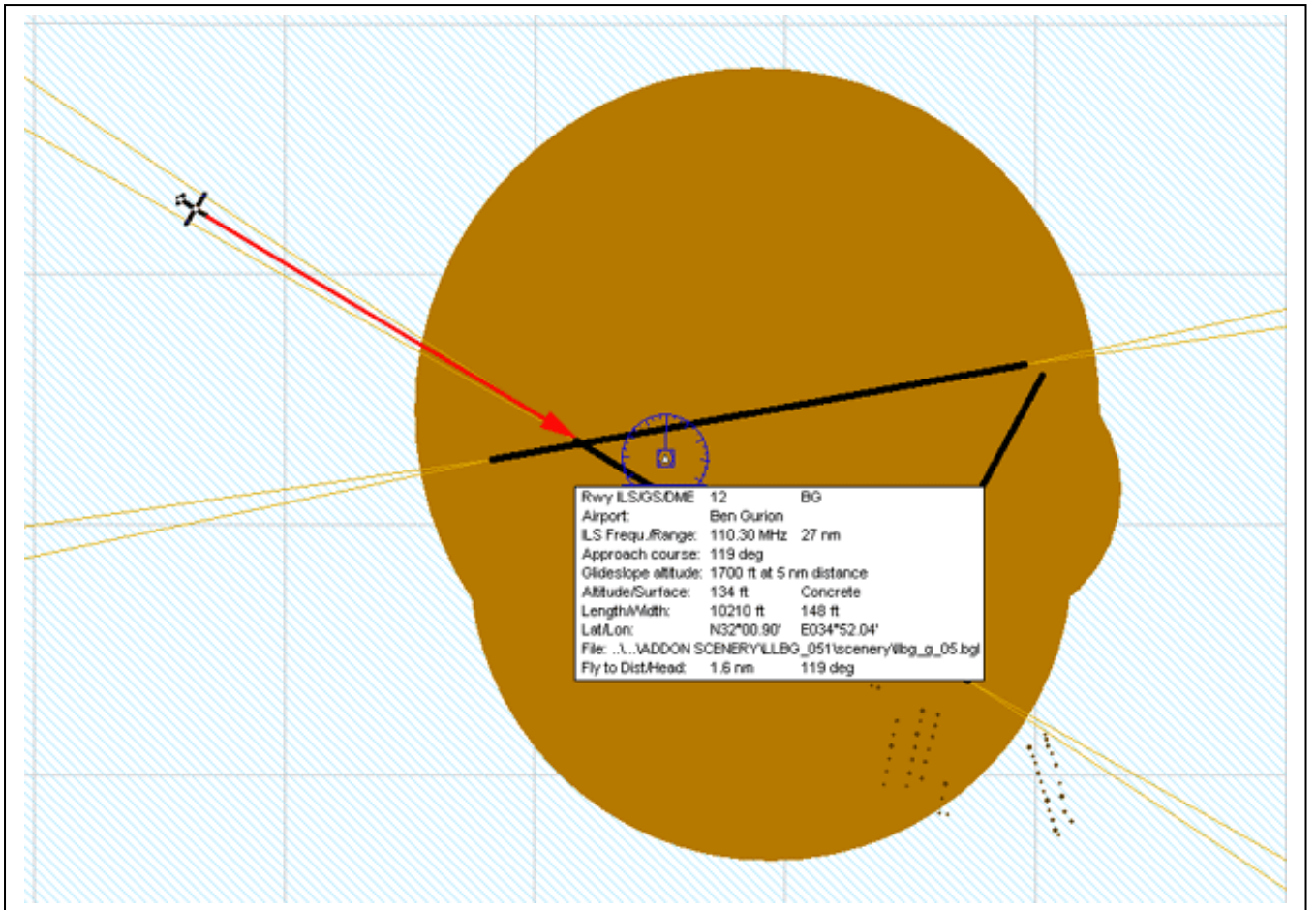
כאן אנו רואים שבזמן ההנמכה שמרנו על קו מרכז המסלול אולם הנמכנו בקצב גבוה מדי ואנו נמוכים מקו הגלישה, בדר"כ התיקון יהיה שמירת הגובה הקיים עד אשר קו הגלישה יתמרכז ואז נמשיך בהנמכה. אנו רואים ב DME כי מרחקנו מהמסלול הינו 5 מייל ימי. נמשיך מהנמכה וממש לפני הנחיתה מצבינו יהיה כך:



אנחנו שומרים על קו מרכז מסלול ונמצאים בדיוק על קו הגלישה, במרחק 1.7 מייל ימי מתחילת המסלול. מכיוון שהיום הראות טובה נוכל להבחין גם בתאורת הגישה - 2 לבנים+2 אדומים = אנחנו בדיוק על קו הגישה. נמשיך להנמיך עד לנחיתה.



על המפה זה יראה כך:



אנו ממליצים לבצע מספר רב של טיסות כאלו, ולהתאמן בטיסת מכשירים.

**בברכת נחיתות בטוחות**

**שמוליק לין**  
**VATIL2**