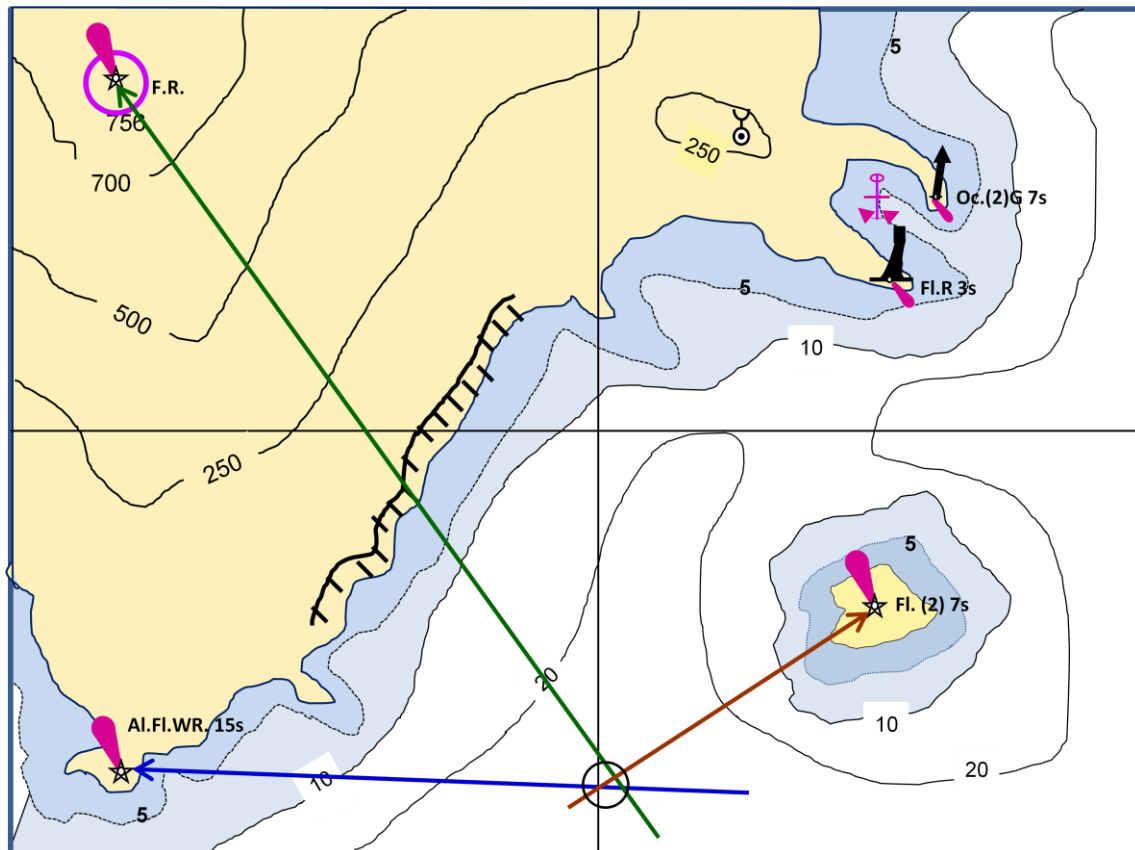


ניווט חופי למשימי יכטות



ראובן זאק

דצמבר 2010

מבוא כללי

א. מטרות הניווט החופי

בניווט חופי מטרתנו להגדיר את מיקומינו על המפה כאשר אנו נעזרים בנתוני החוף או נתונים שלידו לאיתור מיקומינו. המכשירים המשמשים ניווט זה מאפשרים למדוד כל הקשור לחוף ולהעביר מדידות אלו למפה.

ב. עזרי הניווט

1. מפה של האזור וציוד שירטוט על המפה (סרגל מקביל מחוגה ועיפרון)
2. מצפנים – מצפן נהיגה ומצפן מכוונים.
3. מד עומק של כלי השיט.
4. מד מהירות של כלי השיט. (מודד את המהירות כלפי המים)
5. מכ"מ (מגלה כיוון ומרחק)

ג. כדור הארץ

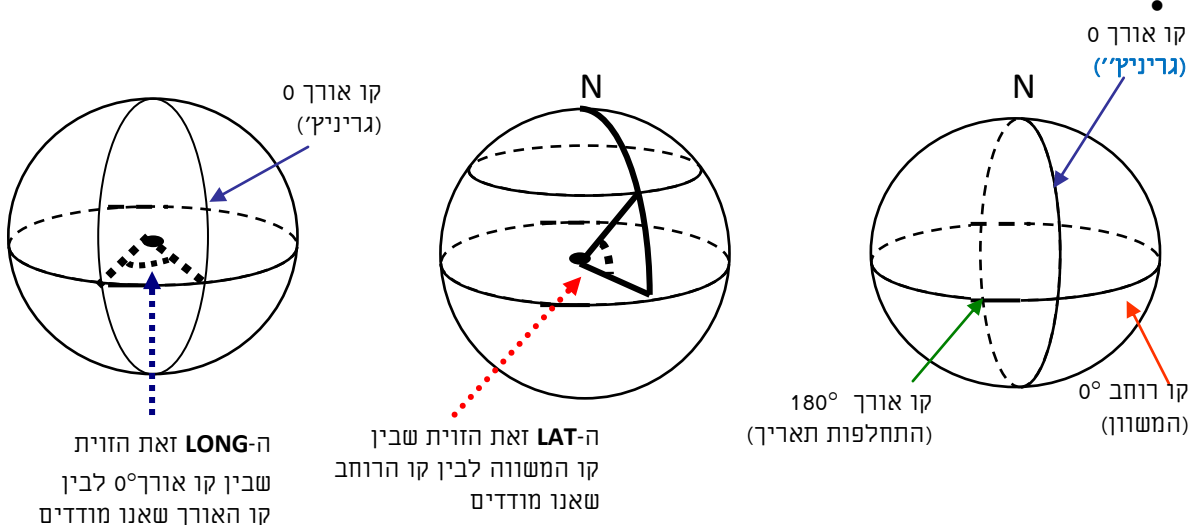
אנו מתייחסים אליו ככדור מושלם – לצרכי הניווט.

כדור זה מסתובב סביב צירו לקצות הציר אנו קוראים קטבים :

- הצפוני – מסומן באות **N** (North)
- – מסומן באות **S** (South)

לצורך הניווט אנו מחלקים את הכדור לקווי רוחב וקווי אורך, כהצטלבות שני קווים מגדירה מיקום על פני הכדור..

1. קווי הרוחב (Latitude באנגלית) LAT מקיפים את הכדור מהקוטב הצפוני עד הדרומי כשהם מקבילים אחד לשני, כאשר קו ה- 0° הוא במקום הרחב ביותר במרכז ו- 90° מסמן את הקוטב. קווי הרוחב מקו המשווה צפונה מסומנים באות N ואלו שמהמשווה דרומה מסומנים ב-S.
2. קווי האורך (Longitude) LONG מתחילים בקוטב אחד ונגמרים בשני ואינם מקבילים זה לזה, כאשר בקו המשווה המרחק בניהם הגדול ביותר וליד בקטבים הקטן ביותר. חלוקה זו סופרים מקו ה- 0° העובר בגריניץ' (ליד לונדון) וניקרא על שמו מזרח ומערבה עד קו אורך 180° הנקרא גם קו התאריך.



הגדרת מיקום במפה ימית

אנחנו מגדירים מיקום על המפה לפי LAT ו- LONG (רוחב ואורך גיאוגרפי).

סדר ההגדרה הוא מעלות שלמות דקות (דקה 1/60 המעלה) ושבר עשרוני של הדקה.

לדוגמה מיקום של אתר הוא $112^{\circ} 11.3'W 41^{\circ} 38.6'S$ או מגדלור.

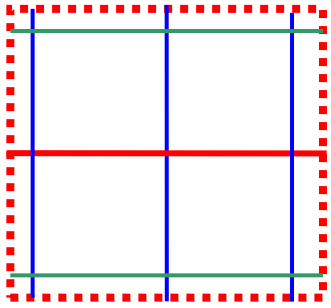
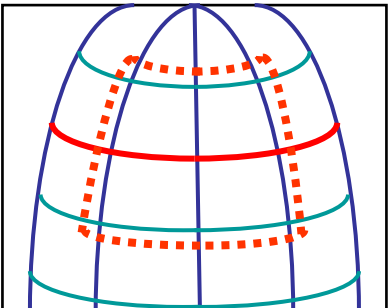
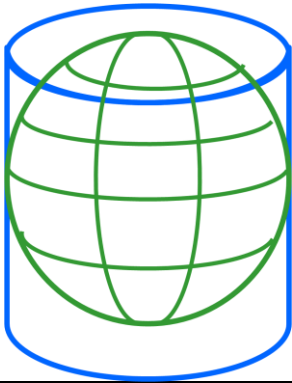
המפה הימית

לצורך ניווט חופי אנו משתמשים במפה שנקראת מפת מרקטור. הרעיון להעביר מה שיש על הכדור לנייר שטוח כאשר קווי האורך והרוחב במקום קשתות הופכים לקווים ישרים הניצבים אלו לאלו.

בצורה זו קווי האורך נשארים באורכם המקורי רק המרווחים בין אחד לשני שונים, המרווחים בין קווי הרוחב נשארים זהים.

מפות אלו בקנה מידה גדול סובלות מעיוות, אך ליד החוף כאשר אנו רוצים מפה מפורטת עם קנה מידה קטן – עקב גודלו של כדור הארץ ההבדל זניח.

לצורך חציית אוקיינוסים מפת מרקטור אינה מדויקת לחלוטין ככל שמצפינים או מדרימים. מי שמנווט ניווט אסטרונומי ו- /או מתכנן הפלגה על מעגל גדול משתמש במפות גאונומיות (לא שייך לתחום הניווט החופי)

3	2	1
		
מפה פרקטית לוקחים חלק והופכים למרובע כאשר קווי האורך והרוחב ניצבים זה לזה. בצד העליון יש הרחבה ובתחתון הצרה (הקו האמצעי נישאר באותו אורך) בכך שקנה המידה קטן הדיוק עולה והעיוות קטן.		מפת מרקטור קלסית של כדור הארץ פריסה על הגליל מה שהיה על הכדור.

המצפן

לניווט כפי צינתי יש לנו בדך כלל שני מצפנים הראשון לנהיגה והשני למדידת כיוונים .



מצפן תכווינים



מצפן נהיגה (לקיר) בנוי כך שלא יושפע מהטיות כלי השייט

א. המצפן

כל זמן שלא נישבר , פועל (אינו תלוי באנרגיה כלשהי), הוא מורכב מלוח (לא מחומר המושפע ממגנט) ומתחתיו מספר מגנטים (1-4) . במרכז הלוח יש ציר נחושת וכל זה נמצא בתוך נוזל (מוגן מקיפאון), המאפשר ללוח להסתובב במינימום חיכוך.

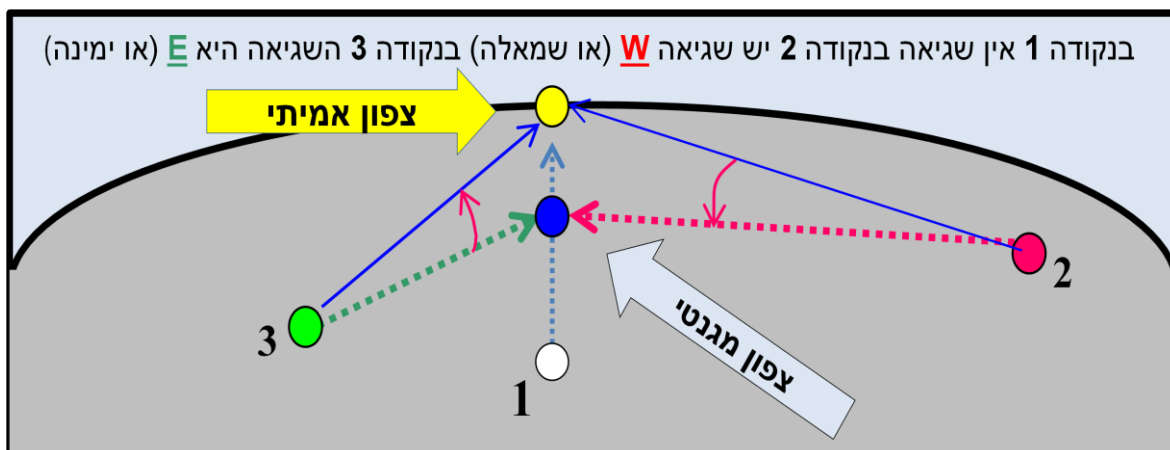
על הלוח מורכבת סקלה מחולקת ל- 360° . כאשר 000° מסמן צפון (N), 090° מסמן מזרח (E), 180° מסמן דרום (S) ו- 270° מסמן מערב (W).

ב. למצפן שתי שגיאות :

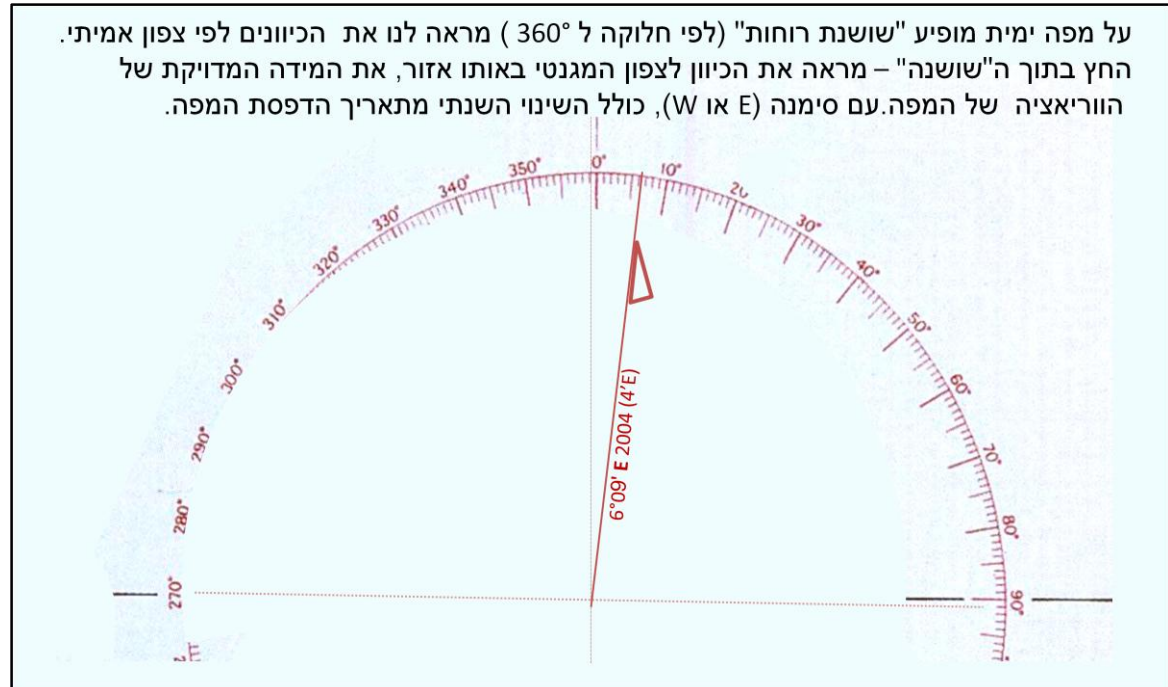
הראשונה נקראת **וריאציה** וסימונה – **VAR** נובעת מהשוני במיקום בין מצפון המגנטי לצפון האמיתי על כדור הארץ.

• השניה היא **הדויאציה** וסימונה **DEV** נובעת מברזל מספינה והשדות המגנטיים שבה והשפעתם על מצפן הספינה.

את הוריאציה אנו מסמנים באות **E** (East) כאשר הצפון המגנטי נימצא מזרחה לצפון האמיתי, התוצאה שהוא מראה מספר מעלות נמוך מהכיוון האמיתי; מסמנים באות **W** (West) כאשר הצפון האמיתי מערבה לצפון המגנטי ומראה מספר מעלות גבוה מהכיוון האמיתי.



ש"ש שושנת רוחות" מודרנית



בוריאציה במפה – יש לשים לב

לפני עבודה במפה לעשות את התיקון של הוריאציה משנת המפה לשנת העבודה.

ליד ה-VAR המקורי הרשום במפה (על קו וריאציה) לרשום בעיפרון את התיקון השנתי.

הדיוק הרצוי - עד עשירות המעלה !

ד. הדוואציה

את הדוואציה אנו מוציאים מטבלה (בהמשך נלמד איך להכין לבד טבלה זו). בטבלה מופיע כיוון ההפלגה לפי מצפן המגנטי (קורס מגנטי) המסומן כ- **CC** וה- **DEV** התיקון ייתן לנו את הקורס המגנטי המסומן כ- **MC** (כיוון הפלגה ביחס לצפון המגנטי שיש לתקן ע"י ה- **VAR**).

בטבלה ניתנת הדוואציה כל 20° או 30° , כך שלרוב יש לבצע אינטרפולציה למציאת הדוואציה הנכונה אם ה- **CC** שלנו אינו בדיוק כפי שמסומן (גם במעבר מ- **MC** ל- **CC** יש לבצע פעולה דומה מכיוון הפוך).

בבחינות תקבל לרוב טבלה ללא **MC** מחושבים תעשה זאת לבד (גם בטבלה למטה)

ה. דוגמת טבלת דו־ימציה :

CC	DEV	MC	CC	DEV	MC
000°	7W°		180°	3W°	
030°	2W°		210°	5W°	
060°	2E°	062°	240°	9W°	
090°	8E°	098°	270°	11W°	
120°	4E°		300°	9W°	
150°	1E°		330°	8W°	

דוגמאות לאינטרפולציה (לשני הכיוונים):

מקרה א: מ-CC ל-MC

ה-CC שלנו הוא 021° ואנחנו רוצים למצוא את ה-MC

ההפרש בין CC 030° הקרוב לשלנו 021° הוא 9° – ניקרא לו H

הפרש בין CC 000° ל- 030° הוא 30° – ניקרא לו M
ההפרש בין הדו־ימציות שלהם הוא – ניקרא לו D:

$$7W^\circ - 2W^\circ = 5W^\circ$$

בנוסחה שנרכיב (ניקרת ערך משולש) נכפיל את H ב-D ונחלק אותם ב-M:

$$\frac{D \times H}{M} = \frac{5 \times 9}{30} = \frac{45}{30} = 1.5W$$

את התוצאה שקיבלנו נוסיף לדו־ימציה של 030° (כי היא בכיוון עליה) ונקבל את הדו־ימציה לקורס שלנו.

מקרה ב: מ-MC ל-CC

ה-MC הוא 072° וצריך להפוך אותו ל-CC

$$098^\circ - 062^\circ = 36^\circ \text{ הוא } M$$

$$8^\circ - 2^\circ = 6^\circ \text{ הוא } D$$

$$072^\circ - 062^\circ = 10^\circ \text{ הוא } H$$

$$\frac{6 \times 10}{36} = 1.7^\circ \text{ החישוב יהיה:}$$

את התוצאה נוסיף לדו־ימציה של 062° ונקבל את הדו־ימציה לקורס שלנו.

הערות :

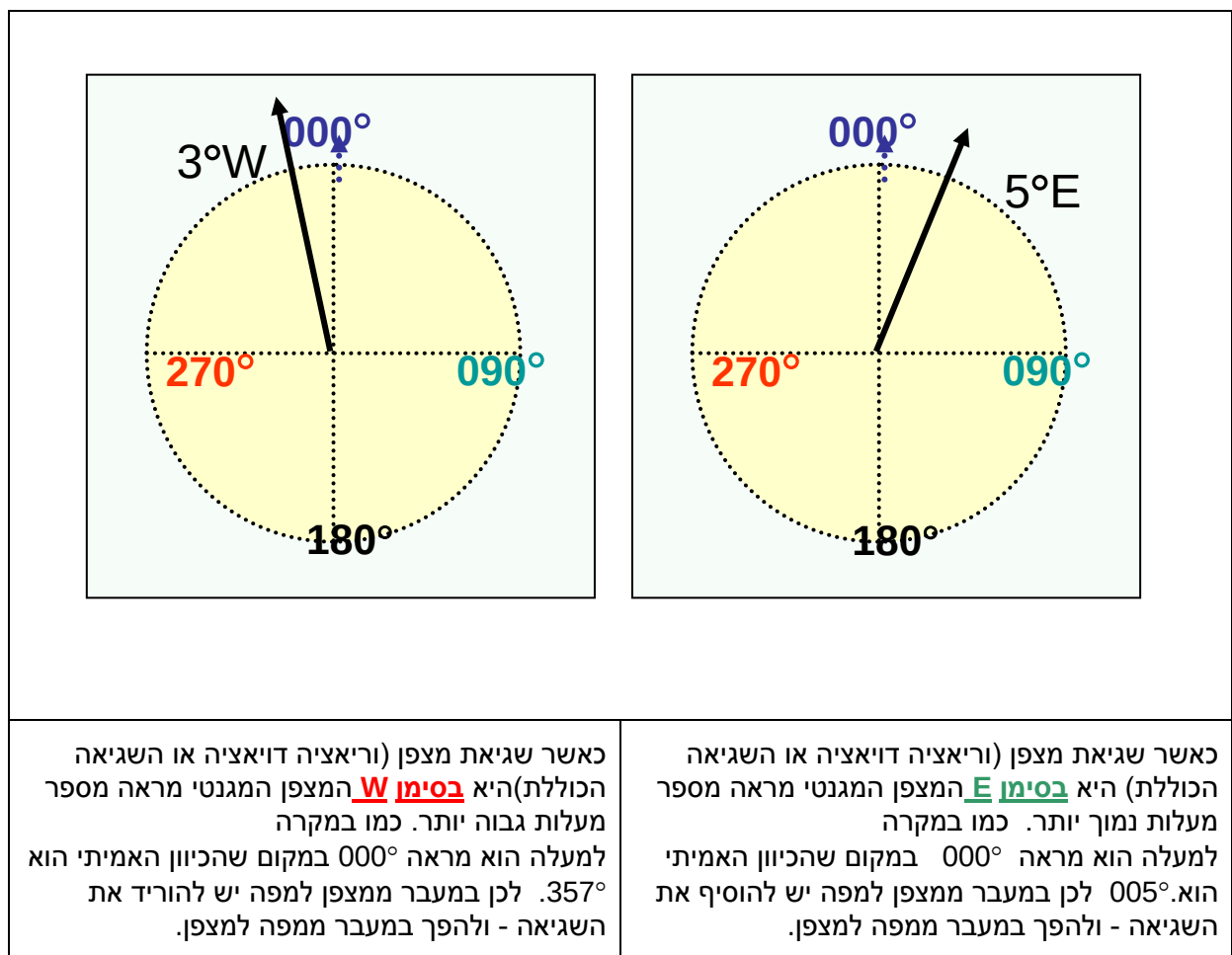
- בתיקון צריך לשים לב אם הדו־ימציה בכיוון עליה או ירידה ולנהוג בהתאם.
- יש לשים לב אם הדו־ימציה משנה סימן מ-E ל-W או להפך.

ו. מדוע צריך את כל הכאב הראש הזה

אין אנו יכולים לנווט על המפה עם שגיאות המצפן לא מתוקנות לכן כשעוברים ממצפן למפה יש לתקן כיוונים (של הפלגה ושל מדידה לחוף) לכיוונים אמיתיים. לעומת זאת כשלוקחים נתון ממפה (בדרך כלל כיוון הפלגה) יש להכניס בכיוון האמיתי את כל השגיאות על מנת שנקבל מהמצפן את התוצאה הרצויה.

E	W	את השגיאות נתקן לפי הטבלה שלהן:
+	-	ממצפן למפה
-	+	ממפה למצפן

סיכום הסיבות הן בטבלה זו: סימון שגיאה הוא כשהחץ סוטה שמאלה השגיאה מסומנת ב-W וכשסוטה ימינה מסומנת ב-E



ז. שגיאה כוללת

אנו צריכים את חישוב השגיאה הכוללת לצורך מדידת כיוונים.

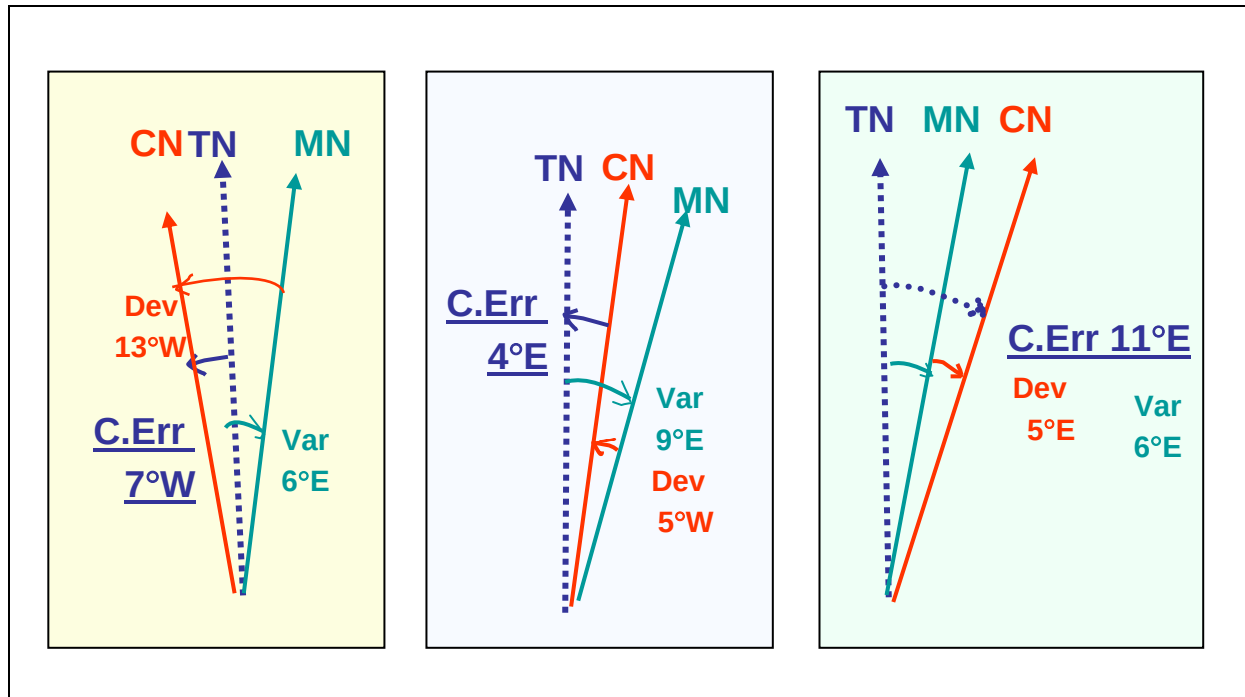
הסיבה היא שהדויאציה נקבעת ע"י כיוון ההפלגה של כלי השייט (CC) ולא ע"י כיוון המדידה של אובייקטים בחוף.

כך שאם כלי השייט שט בכיוון 180° לפי טבלת הדויאציה שלנו ה- DEV = 3°W ולא משנה מה הכיוונים .

שגיאת המצפן היא סכום שגיאות המצפן (DEV + VAR) במידה וסימניהם זהים והפרש במידה והם שונים. ההפרש יקבל את הסימן של השגיאה הגבוהה שבניהם.

ראה בטבלה זו :

שגיאה כוללת של המצפן היא סכום או הפרש של הוריאציה והדויציה (מקבל סימן של הגדול)



הכרת המפה הימית (תקציר למפת לימוד של 1000 של ישראל)

א. כללי

במסגרת המפה מצוינים קווי אורך (מלמעלה למטה) וקווי רוחב. במפה מופיעים שלשה צבעים :

1. **צהוב** – מסמן את היבשה

2. **כחול** – מסמן מים רדודים

3. **לבן** מסמן מים עמוקים

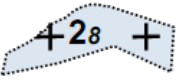
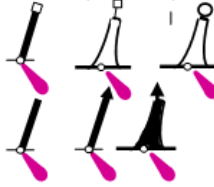
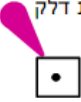
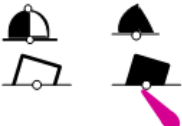
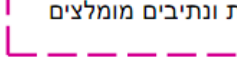
על היבשה מופיעים מספרים שונים (בדרך כלל עם נקודה) הם מסמנים גובה במטרים.

בים מופיעים מספרים המסמנים את העומק במטרים (לפעמים לצד המספר מופיע מספר קטן המסמן דצימטרים) קוים בים המקשרים עומק אחד מקוטעים עם מספר המסמן את העומק. העומק הוא מקו השפל הנמוך ביותר.

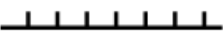
מרחקים במפה אנו מודדים **במייל ימי** (1853 מטר) שהוא שווה לדקה אחת על פני מעגל גדול של כדור הארץ. המדידה נעשית בצידי המפה (על קו אורך) כשהפרש של דקה בין קווי רוחב שווה למייל ימי 1.

ב. סימני מפה חיוניים להכרת המפות

על המים או קו המים

מגדלור	עמוד סימון עם מחזיר הד מכ"מ	ספינת מגדלור	מצוף בודד "ענק" בדרך כלל לקשירת מיכליות דלק	אזור שרטונות רדודים
				
מצופי סימון בצורת עמוד ומיגדל עם עיגול – מעבר חופשי משולש – מימין בכניסה ריבוע – משמאל בכניסה (או סימון סתמי בלי סימן למעלה)	מצופי סימון מעבר מכשול ממערב מדרום ממזרח מצפון			שרטונות רדודים מאוד גלויים בשפל (עם סלע בולט)
מצופי התקשרות או סימון שונים (עם או בלי אור)	פלטפורמת הפקת דלק או גז בים או אסדת קידוח		מגדלור המאיר בצבעים שונים בזוויות מוגדרות אדום שטח מסוכן ירוק מסמן (לרוב) כניסה לבן – אזור בטוח לשיט	כלי שיט טבוע בעומק המצוין במפה
	מחזיר הד מכ"מ Racon אקטיבי			כלי שיט טבוע בלי ציון עומק (סכנה לשיט)
X מסמן על מצוץ עגול אובייקט מיוחד	מצוף סימון מסמן אזור מיוחד ולא לצרכי ניווט		קווי סימון של שטחי שיפוט נמלים, שטחים מורשים לעגינת אוניות ונתיבים מומלצים לכלי שיט	אזור מים רדודים עם סימון
				חוות דגים בים
אזור אסור לעגינה	אזור אסור לדיג		קו תיחום שטחים אסורים לדיג עגינה או סגורים לכניסת כלי שי ביטחונית או סיבה אחר	
			צינור תת מימי (ביוב) Sewer (דלק)	כל תת מימי
אזור עגינת אוניות	תחנת נתב			

על היבשה נראה מהים וחשוב לניווט

מסגד 	שבר אוניה טבועה או על קו החוף 	מעגנת כלי שיט קטנים 	מצוקים על החוף 
מגדל מים 	ארוכה (בדרך כלל של תחנת כוח) 	מגדל 	מגדלי שידור 

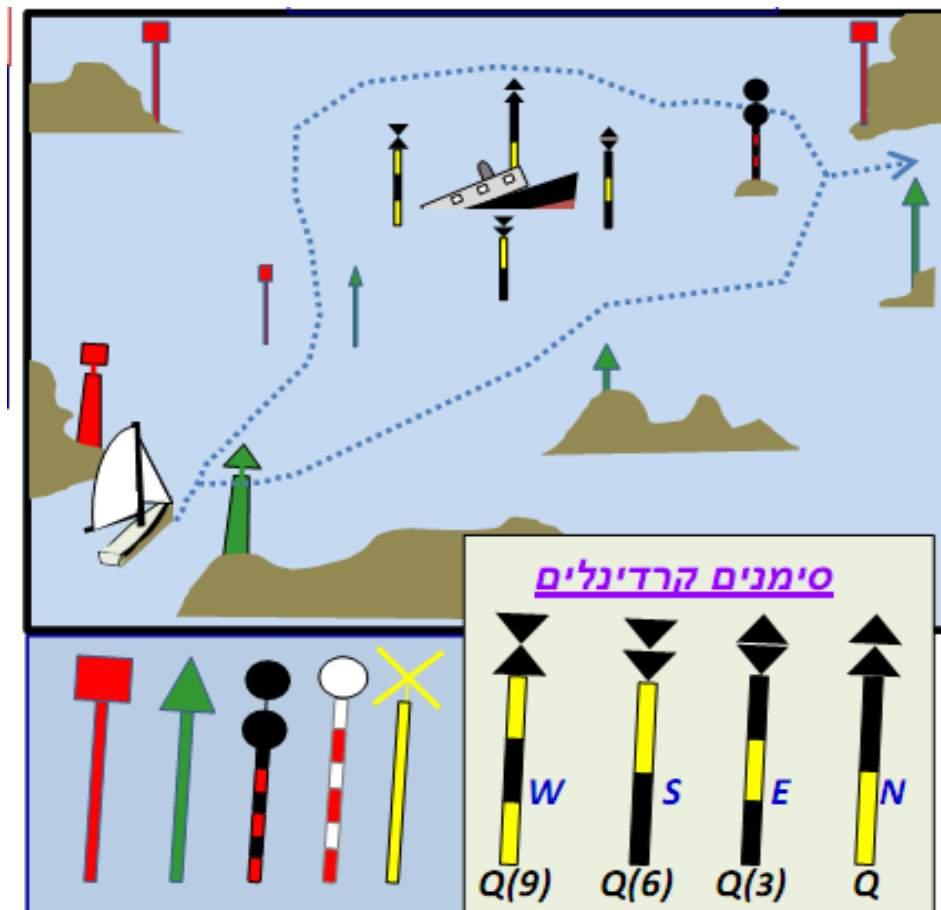
ג. סוגי הקרקע מתחת למים או בקו השפל מסומנים :

חול	S	Sand	אבנים	St	Stones
בוץ	M	Mud	סלע	R	Rock
חצץ	G	Gravel	חול רך	Fs	Fine Sand

ניתוב - מצוף לפי כללי IALA "A"

הניתוב הוא הפלגה ליד החוף במים רדודים וליד מכשולים, לפי הנראה בעין במד עומק או במכ"מ. זה קרוב מידי לביצוע ניווט. לשם כך במקומות כאלו בהרבה מקומות יש סימון מצופים. השיטה שנקבעה נקראת **IALA** ובחצי כדור הארץ הצפוני מסומנת כ- **A**. יש כמה סוגי מצופים:

1. מצופים עיקריים (קרדינאליים) המראים את צד המצפן שפנוי למעבר.
2. מצופים צידיים המראים במעברים צרים איזה צבע להשאיר מימין או שמאל.
3. מצופים המסמנים מכשול או סימון מיוחד שמותר לעבור מסביב.



סימנים קרדינאליים מראים את מאיזה צד לפי המצפן יש לעבור את הסימן (לדוגמא N מצפון) בלילה הם מנצנצים לפי המפורט באיור. ההפרשים בין הנצנצים רשומים במפה.

הסימנים הצבועים **ירוק** עם משולש בראשם ומנצנצים **ירוק** מסמנים צד ימין בכניסה וצד שמאל ביציאה למעבר ימי או מעגן.

הסימנים הצבועים **אדום** עם ריבוע בראשם ומנצנצים **אדום** מסמנים צד שמאל בכניסה וצד ימין ביציאה למעבר ימי או מעגן.

סימן עם **שני כדורים שחורים** מסמן מכשול שניתן לעקוף מכל הצדדים ובסיסו בצבעים **שחור-אדום**.

הסימן עם כדור בודד (אין חשיבות לצבע) מסמן "מים בטוחים" שניתן לעקוף מכל הצדדים ובסיסו בצבעים **לבן-אדום**.

הסימן עם הצורה של האות-**X** בצבע צהוב סימן מיוחד (לפי הפרוט במפה כמו אזור שמורת טבע או מצוף מדידת גלים).

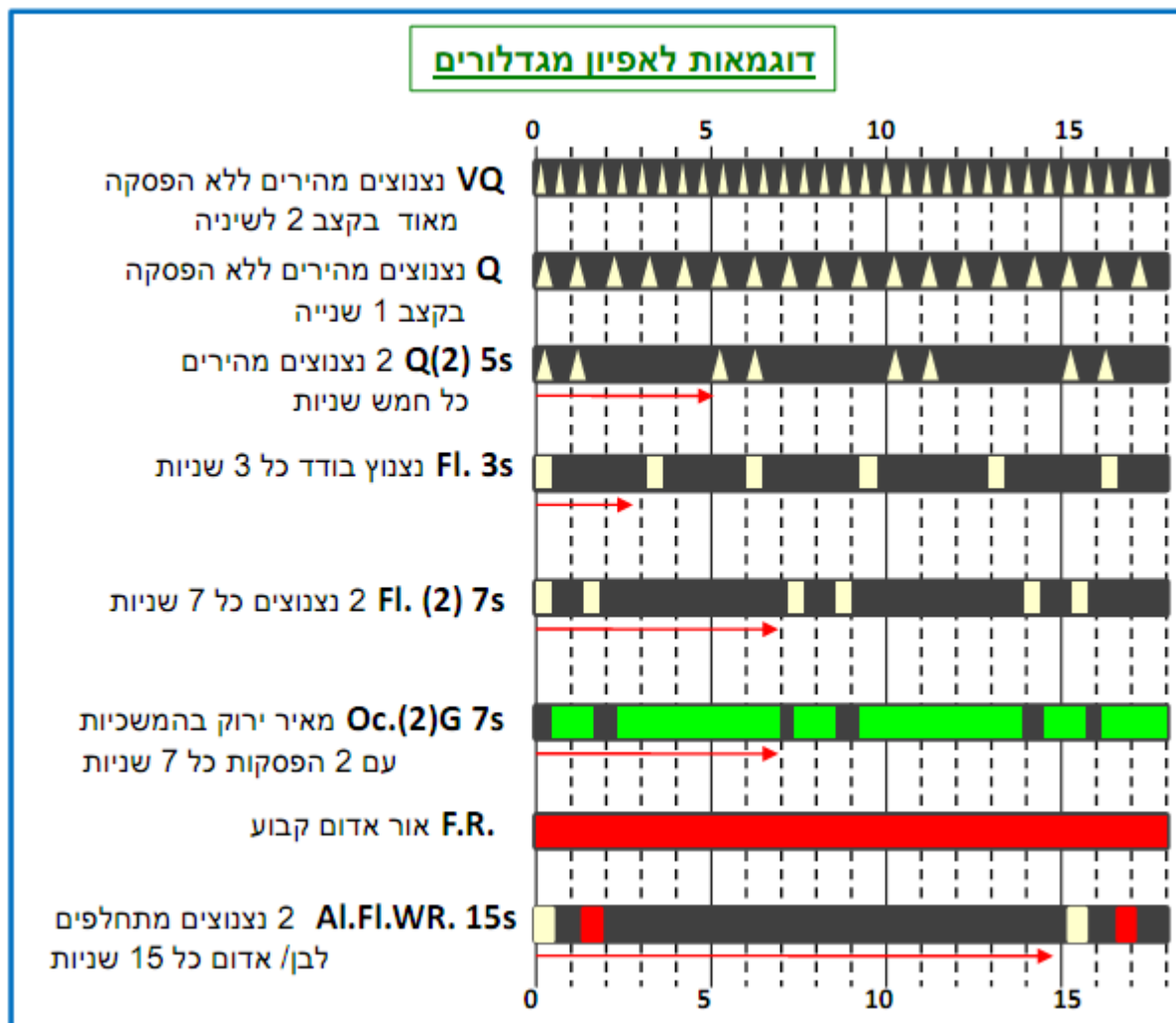
ד. מאפייני מגדלורים:

לכל מגדלור יש מאפיינים שונים החיוניים לנו לניווט, ליד כל מגדלור יש פרוט מתומצת של מאפייניו הכולל בקיצורים שונים הבאים בסדר זה:

1. הופעת אור בבודד (בכל סוג נצנוץ) לא מסומן במיה יש קבוצות יש סימון **Gp** בתחילת הפרוט אחריהם סוג הנצנוץ ומספר בסוגריים של הנצנוצים בקבוצה. הנצנוצים מסומנים כך (מצורפת טבלת תדירות מדגמית):
 - א. **VQ** – נצנוצים מאוד מהירים
 - ב. **Q** – נצנוץ מהיר
 - ג. **FI** – נצנוץ
 - ד. **Iso** – התחלפות אור וחושך בתדירות זהה
 - ה. **Occ** – אור מתמשך עם כיבויים קצרים
 - ו. **F** – אור קבוע
 - ז. **Al** – אורות בצבעים שונים מתחלפים באופן קבוע בניהם

2. צבעי האור של המגדלורים הם בשלשה צבעים בלבד, אם לא מצוין צבע הרי הוא מאיר באור לבן בלבד. במידה והלבן בא עם צבע נוסף הדבר מסומן:
 - א. לבן – **W** (מופיע לבד כאשר הלבן הוא בהיר כמו "פלוריסנט")
 - ב. אדום – **R**
 - ג. ירוק – **G**
 - ד. צהוב – **Y**

הערה: מצופי סימון שונים מופיעים עם גם עם סימני הצבע מתחתם.
3. **m** (קטנה) מציינת את גובה המגדלור מעל פני הים.
4. **M** גדולה עם מספר אחריה מציינת את הטווח של האור של המגדלור.



שיטות למציאת מיקום בים-הניווט

א. מידות למציאת מיקום :

1. **מרחק** – במיילים ימיים (1853 מטר) מודד דרך שעברנו או טווח לחוף.
2. **מהירות** – בקשרים (1 קשר = 1 מיל ימי לשעה)
3. **זוויות** - של כיוון הפלגה או לאובייקטים לחוף ביחס לצפון.
4. **עומק** – מודד את העומק במטרים באתר בו אנו נמצאים.

ב. הגדרת המיקום

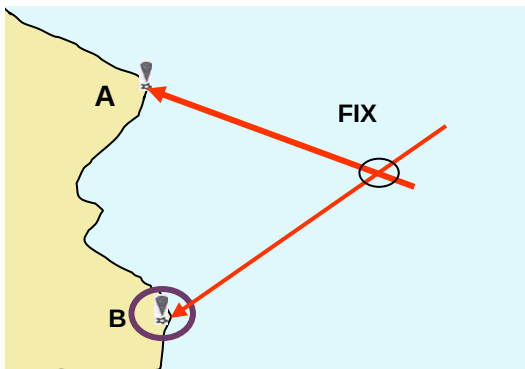
הגדרת המיקום תלויה אם המיקום הינו מחושב לפי מדידה שנעשתה באותו מקום או תוצר של חישוב הפלגה מאתר המדויק האחרון.

- מיקום שנקבע כתוצר חישוב ארוך של הדרך שעשה כלי השייט ובכיוון מסוים מבלי להיעזר בשום נתון מהחוף ניקרא **D.R.** והוא משוער במידה סבירה אך לא מדויק.
- מיקום שנקבע כתוצר של מדידה כלפי החוף במקום ניקרא – **FIX** – כלומר מיקום מדויק של כלי השייט. מספר שיטות למציאת FIX שעלינו להכיר :
 - א. הצטלבות תכווינים (2 או יותר)
 - ב. הצטלבות טווחים (2 או יותר)
 - ג. הצטלבות תכווין וטווח.
 - ד. הצטלבות תכווין וקו עומק
 - ה. הרצת תכווינים

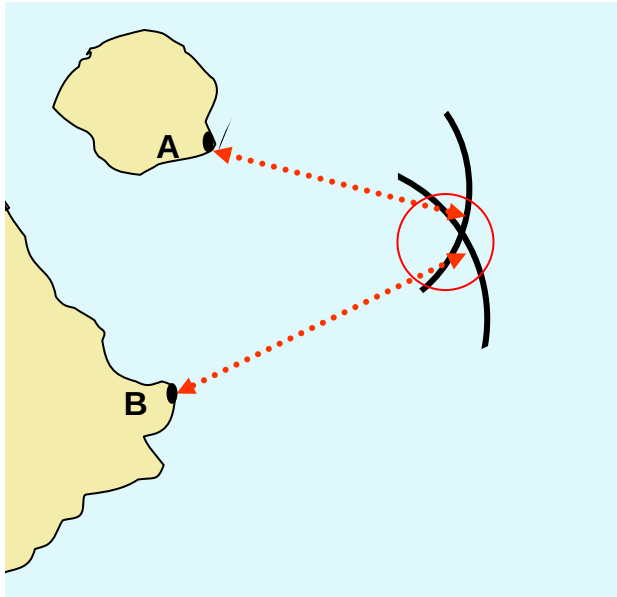
ג. מטלות נוספות

- **תכוויני מעבר** – לשם לימוד הכנת טבלת דו־איציה (דרך שתי נקודות בחוף).
- **תכווינים יחסיים** – תכווין שנילקח ע"י מכ"מ (או אמצעי עזר אחר) שמודד את הזווית לאובייקט יחסית לאחרטום כלי השייט.
- **תיקוני סטייה** - כתוצאה מזרם או רוח
- **טווח לאובייקט** – לפי גובה

ניווט החופי בפועל

א. הצטלבות תכווינים – CROSS BEARING	
	לקחים תכווין למגדלורים "A" ו-"B" מתחשבים בוריאציה ובדו־איציה ומקבלים תכוויני אמת - TB שמנו אותם על המפה. נקודת ההצטלבות מהווה את ה-FIX מיקומינו במפה. (המהדרין לוקחים שלשה כיוונים לפחות)

ב. הצטלבות טווחים CROSS RANGE



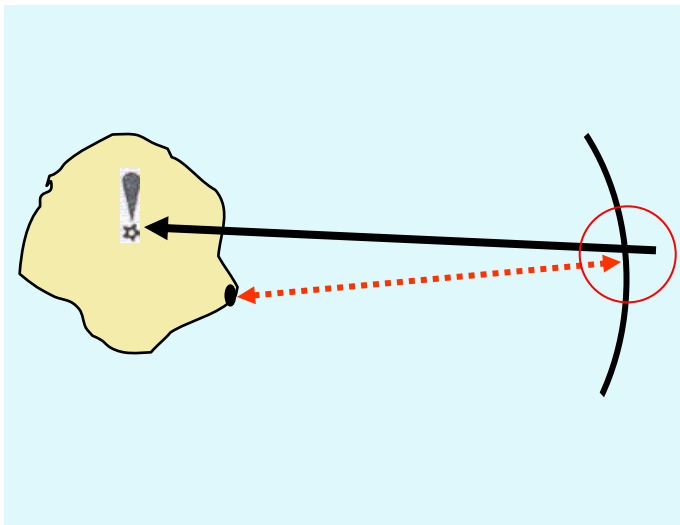
מודדים טווחים משתי נקודות בולטות בחוף (כאלו שאי אפשר לטעות בהן) עם מחוגה מדדנו טווח מתאים לכל מדידה.

משרטטים קשתות שמרכזם הנקודות שמהם נמדדו הטווחים הנתונים.

הצטלבות הקשתות תיתן את מיקומינו.

(כמובן גם כאן : המהדרין לוקחים שלשה טווחים לפחות – במידת האפשר)

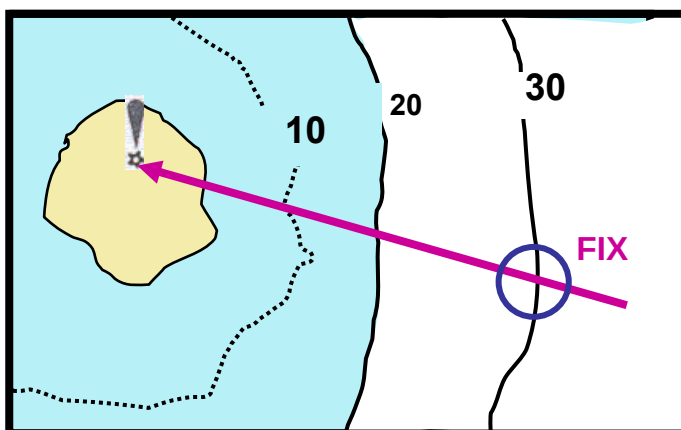
ג. הצטלבות תכווין וטווח CROSS BEARING AND RANGE



א. בהצטלבות תכווין וטווח, מודדים בדרך כלל את הכיוון לנקודה בולטת ביותר בגובה (במקרה זה המגדלור) ובעזרת מכ"מ את הטווח לנקודה הקרובה הבולטת על הסך המכ"מ.

ב. במדידה ומודדים תכווין יחסי במכ"מ לנקודה מסוימת גם הטווח יילקח לאותה נקודה (שיטה לא מדויקת יותר).

ד. הצטלבות תכווין וקו עומק CROSS BEARING AND DEPTH



התכווין הוא לדבר בולט לחוף (כמו המגדלור בשרטוט) כאשר מד העומק מודד את עומק המים.

בכל מפה יש קווי עומק המאחדים את העמקים הזחים של עשרות מטרים (קרוב לחוף).

כשאנחנו עוברים על קו עומק כזה (לפי מד העומק שלנו) ובאותו זמן מודדים כיוון לנקודה מוכרת בחוף נקבל **FIX**

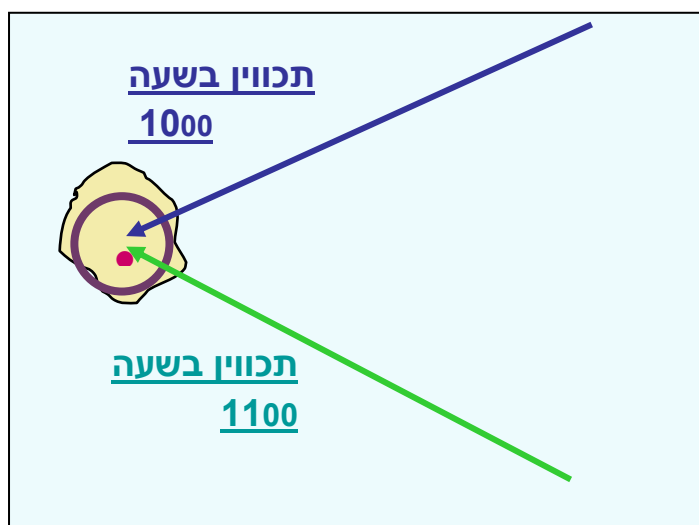
ה. תכוינים עוקבים RUNNING FIX

תכוינים עוקבים משמשים לקבלת מיקום (FIX) רק במקרה שאין אפשרות לקבל שני נתונים בו זמנית.

בדרך כלל מבצעים זאת על עצם בולט אחד, אבל ניתן לבצע זאת על שני עצמים שיראו בזמנים שונים (לא ביחד)

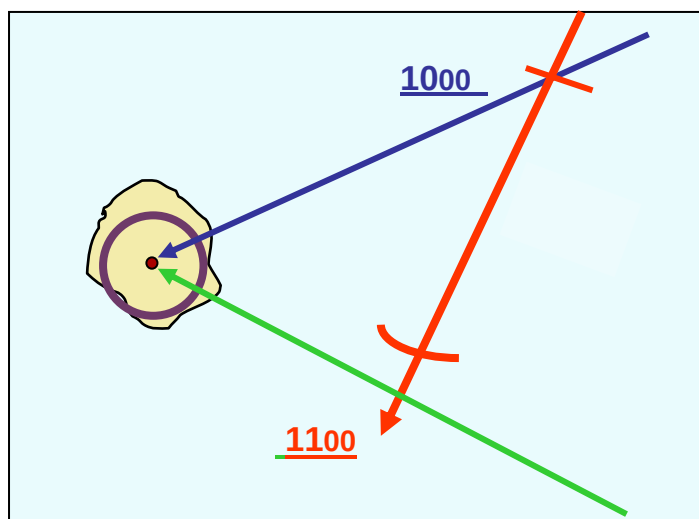
שלב א':

מודדים תכוינים לאתר בולט בהפרישי זמן (לנוחיות לקחתי שעה שלמה)



שלב ב':

מעבירים במפה את קורס ההפלגה באזור משוער. מחשבים את הדרך שביצענו בין המדידות לפי מהירות ידועה. מודדים על קו הקורס ומסמנים את המרחק מנקודת הצטלבות עם תכויין הראשון.



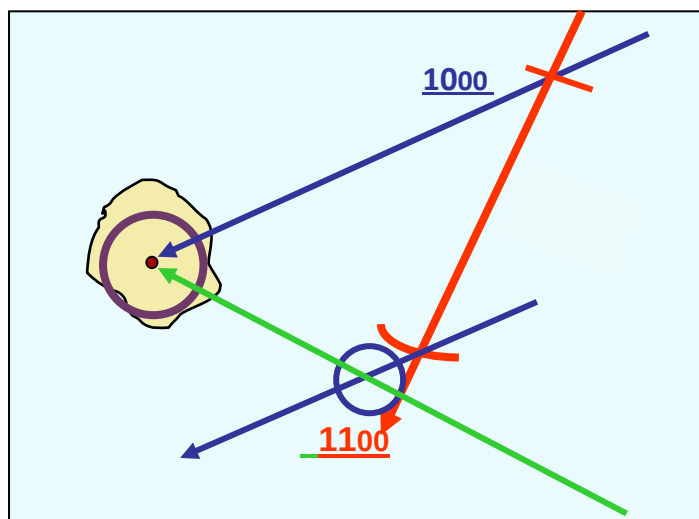
שלב ג':

מעבירים קו מקביל לתכויין הראשון כך שיעבור על הצטלבות הקורס עם הדרך.

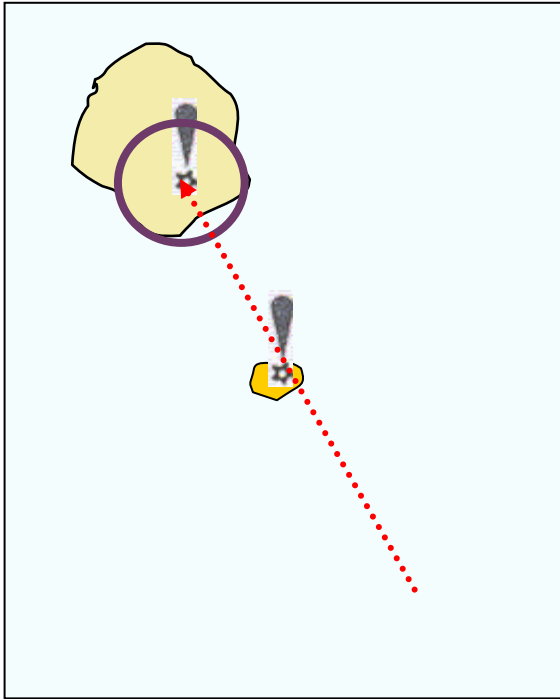
נקודת המפגש של ה"מקביל" עם התכויין השני מהווה את המיקום.

מה שעשינו למעשה העברנו את קו התכויין הראשון למרחק והכיוון שכלי השייט עבר בין שתי המדידות.

(זה ה-FIX הפחות מדויק אך טוב במרחק מספר מיילים מהחוף)



ו. תכווין מעבר ובנית טבלת דוֹיֵאצִיָּה



במידה ויש שני אובייקטים בחוף המסומנים במפה ניתן למדוד תכווין מעבר.

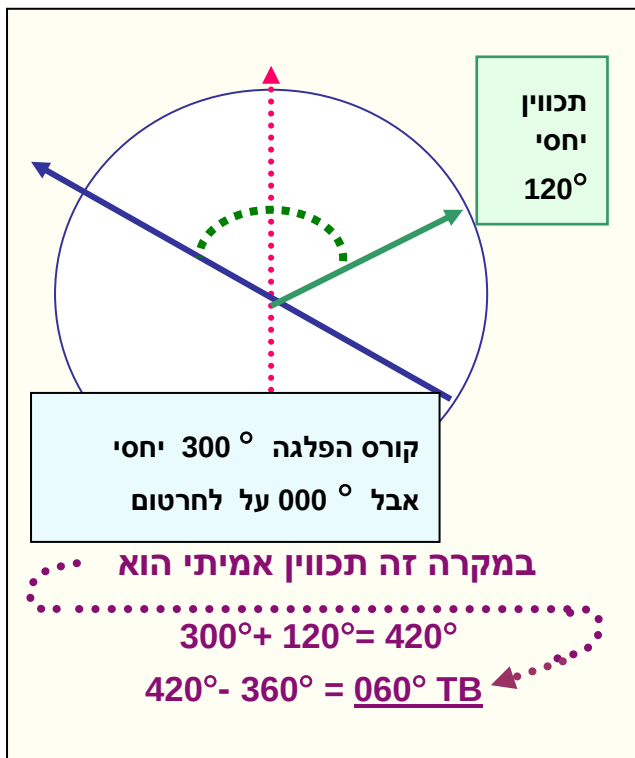
תכווין המעבר על המפה נותן תכווין אמיתי ומדויק. כך אחרי תיקון הוריאציה, אנחנו יכולים למצוא דוֹיֵאצִיָּה מעודכנת בקורס נתון בו הפלגנו.

אם ברצוננו לבנות טבלת דוֹיֵאצִיָּה, עלינו לחלוף בקורסים שונים מול שני האובייקטים ולרשום כל פעם מחדש מהו תכווין המצפן אליהם.

מקובל לעשות זאת בהפרשים של 30°

בכיוון ההפלגה (12 מדידות), או כל 20° הפרש בין מדידה למדידה (18 מדידות).

ז. תכווין יחסי RELATIVE BEARING



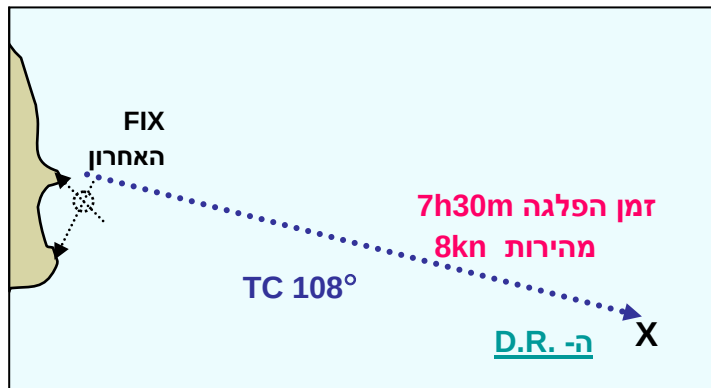
תכווין יחסי – הוא תכווין שנימדד על סקלה של מכ"מ (בדרך כלל) והספרות 000° במעגל מסמנות את החרטום.

כאשר מודדים כיוון במכ"מ יש במקביל באותו הרגע לבדוק את כיוון החרטום, מפני שעל מנת לשרטט כיוון זה על המפה עלינו לדעת מה כיוון כלפי הצפון.

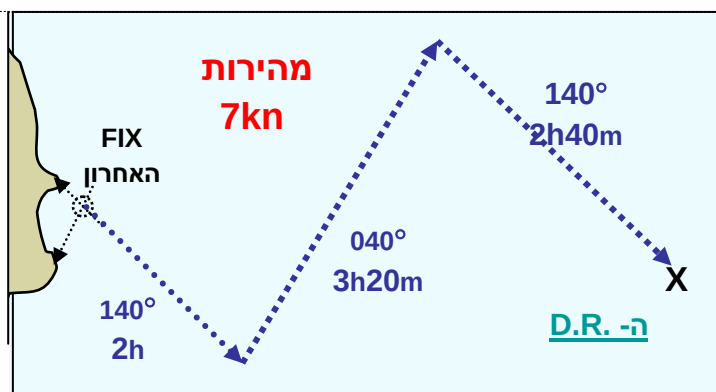
מחברים את קורס ההפלגה עם התכתינ היחסי (במידה והוא גדול מ- 360° מחסירים 360°) ומקבלים את התכווין הנכון.

קיימת אפשרות שניה לתכווינים יחסיים יחסית לחרטום ימינה (כשימין ניקרא **ירוק**) או שמאלה (כשמאל ניקרא **אדום**) עד 180° לכל צד. שיטה זו משמשת יותר לקביעת כיוון כלי שייט מאשר לניווט ממשי, רק בכמה יכטות ישנות יש מדי זוויט בצדדים ללא מצפן.

ח. מיקום משוער D.R. (Dead Reckoning Position)

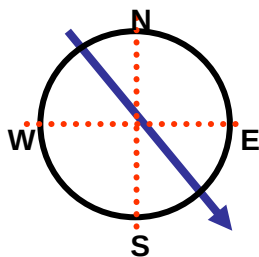


את ה- D.R. קל לחשב בצורתו הפשוטה. מודדים זמן הפלגה, מכפילים במהירות ומקבלים את המרחק שעברנו מה-FIX האחרון. משרטטים את כיוון ההפלגה על המפה ומסמנים את ה- D.R. בנקודת המרחק שעברנו. כמובן שחישוב זה אינו מתחשב ברוח והזרם.



בצורה המסובכת יותר – כמו הפלגת מפרשים מול הרוח צריך לרשום כיוונים וזמני החלפת כיוון והמלאכה רבה יותר.

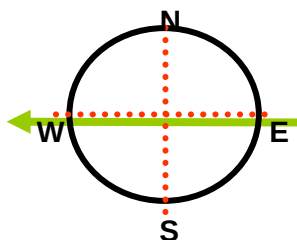
ט. סטיות ותיקונים – ברוח ובזרם



רוח צפון מערבית
נושבת מצפון מערב
לכיוון דרום מזרח

הגדרת הרוח – הרוח מוגדרת לפי הכיוון שמימנו היא נושבת ועצמתה מוגדרת בקשרים.

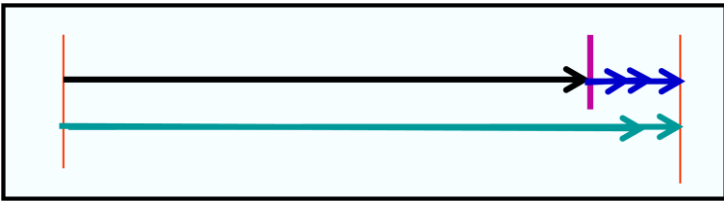
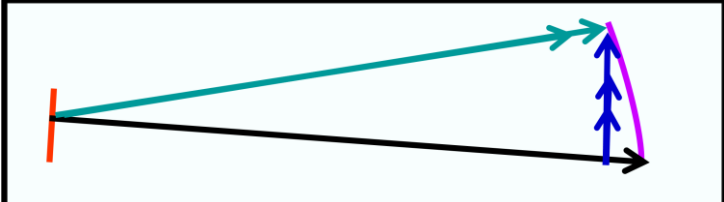
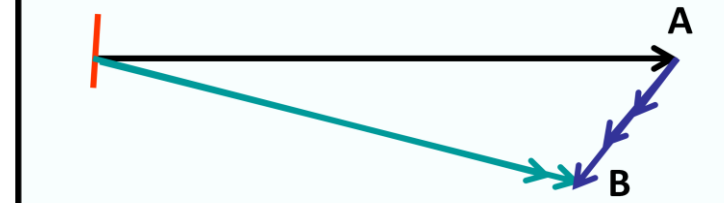
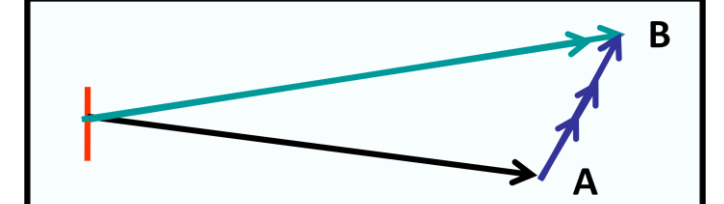
השפעתה על הסטייה – תלויה בסוג כלי השייט (מנועי מפרשית) ועל צורתו. גודל הסטייה נדע רק לאחר מדידה בין שתי נקודות FIX



זרם מערבי
ממזרח למערב

הגדרת זרם – זרם מוגדר לכיוון שהוא זרם ועצמתו נמדדת בקשרים

השפעתו על הסטייה – מוחלטת כלומר, כמות הזרימה לכיוון מסוים תסטה את כלי השייט באותה מהירות לאותו כיוון. ניתן לדעת את נתוני הזרם (בהרבה מיקרים) מהמפות או מספרות מקצועיות מתאימה.

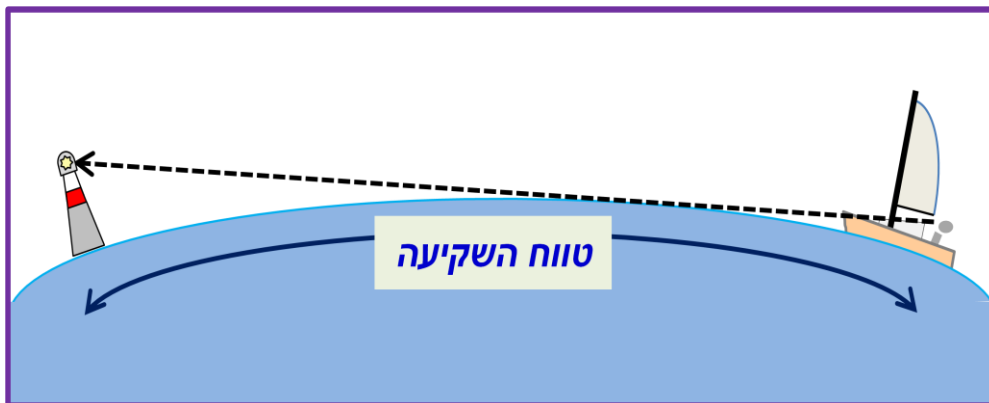
	<u>כוח הסטייה מקדימה או אחור</u> – חץ שחור – מסמן מהירות שבו מקדם את כלי השייט כוח מכני. חץ כחול – מהירות הזרם או הרוח חץ ירוק – מהירות בפועל של כלי השייט- ההגדרה: מהירות מעל הקרקע (VOG) במקרה העליון כלי השייט מואט בפועל ובתחתון מואץ. תיקונים כוח מאט - יש להוריד מהמהירות כוח מאיץ – יש להוסיף למהירות
	<u>כוח הסטייה מימין או משמאל</u> חץ שחור – מסמן המהירות וכיוון חרטום שבו מתקדם כלי השייט. חץ כחול – מהירות וכיוון הזרם או הרוח חץ ירוק – כיוון ההפלגה בפועל של כלי השייט מעל הקרקע (COG) תיקונים סטיה שמאלה - יש לתקן ימינה ולהוסיף את מספר מעלות הסטיה במצפן. סטיה ימינה – יש לתקן שמאלה ולהוריד את מספר מעלות הסטיה במצפן.
	<u>כוח הסטייה בזוויות שונות</u> (צבעי החיצים וסימונם כמו בסעיף הקודם) A – מסמן את הנקודות שאליהן בשני המקרים כלי השייט היה אמור להגיע במהירות וכיוון הפלגה אילו לא היה זרם או רוח. B – מסמן את הנקודות שאליהן בשני המקרים כלי השייט מגיע כתוצאה מרוח או זרם.
	הערה : ה- COG ו- VOG במקרה פרטי זה ניתן לקרא גם בשמות : CMG – קורס המבוצע בפועל VMG – מהירות מבוצעת בפועל אבל מושגים אלו במפרשיות (המפליגות במיפנים מול הרוח) מסכמות את המהירות והכיוון מנקודת התחלה לנקודת סיום.
	

י. מציאת טווח לפי גובה אובייקט

הערה : שיטה זו יעילה רק בראות טובה ובמזג אויר לא חם מידי. לשימוש רק אם הקצה של האובייקט מופיע מזווה ממש מעל האופק.

לאחרונה צומצם השימוש בה בלילה לפי הופעת האור של מגדלור. לפי טווח האור המופיע במפה ורק אם יש ראות טובה ללא צורך בחישובים.

מציאת מרחק לפי הופעת אור מגדלור



מציאת טווח לפי גובה אובייקט המופיע על האופק לפי נוסחה :

$$R = 2.1 \times (\sqrt{Ht''e} + \sqrt{Ht''ob})$$

R – הטווח לאובייקט במיילים.

$Ht''e$ – גובה עין של הצופה במטר

$Ht''ob$ – גובה האובייקט במטר

קימת טבלה בספר המגדלורים (ובספרי הדרכה שונים) שחוסכת חישובים וניתן למצוא מרחק במהירות

טבלה לדוגמה

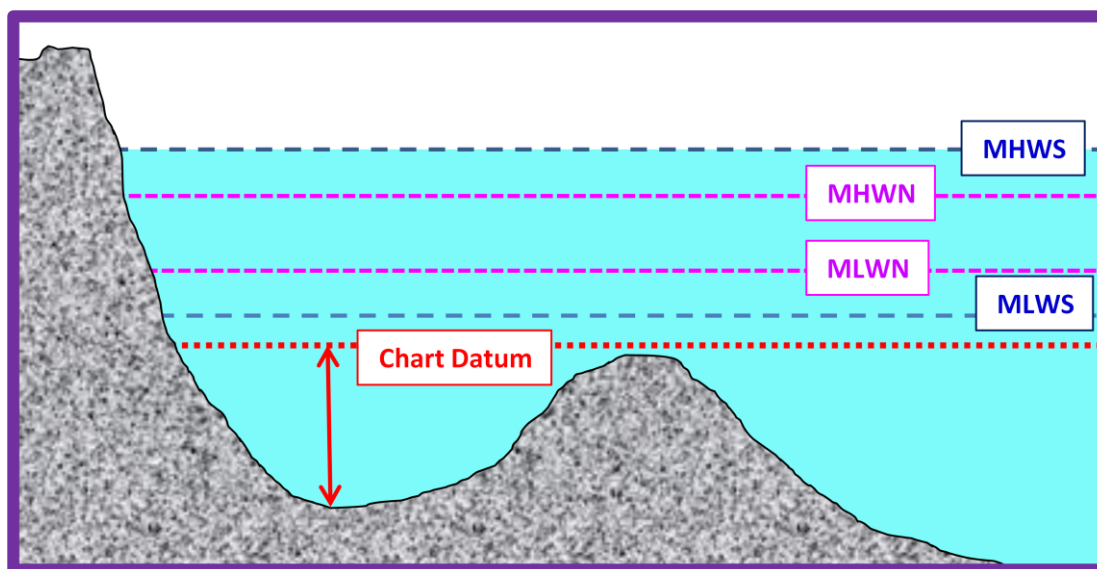
גובה האור <u>Height of Light</u>	<u>גובה העין - Height of Eye</u>				
	1	2	3	4	5
10	8.7	9.5	10.2	10.8	11.3
14	9.8	10.7	11.4	12	12.6
16	10.4	11.2	11.9	12.5	13
20	11.4	12.2	12.9	13.5	14
24	12.3	13.1	13.8	14.4	14.9
28	13.1	13.8	16.6	15.2	15.7
32	13.9	14.7	15.4	16	16.5
36	14.6	15.4	16.1	16.7	17.2
40	15.3	16.1	16.8	17.4	17.8

י.א. גאות ושפל

הגאות והשפל מושפעים ממיקום השמש והירח ביחס למקום בכדור הארץ. בדרך כלל כשהירח מלא (או כמעט מלא) ובזמן שלא לא מאיר כלל (או דק המאוד) - יש עליה גבוהה וירידה נמוכה של המים בים, זה במחזור דו שבועי. בשאר הזמן מחזור הגאות והשפל הם במידות נמוכות יותר. המחזוריות היומית מגאות לשפל אינה קבועה נעה בין 5-ל-7 שעות. הצורך לשייט לדעת זאת הוא משתי סיבות :

1. לשם חישוב מעבר מעל מקומות רדודים בביטחון.
2. לחישוב זרמים – דבר שכמעט זניח ולא רלוונטי בחופי ים התיכון עקב הפרשים נמוכים (יחסית לחופים הנושקים לאוקיינוסים) **לכן לא עוסקים בכך כאן.**
לשם יכולת לחשב ולהוציא נתונים על מחזוריות הגאות והשפל יש להכיר את המושגים האלו :

1.	Chart Datum	העומק שנרשם במפות הימיות לפי השפל האסטרונומי הנמוך ביותר שנמדד אי פעם.
2.	Spring Tide	טווח הגדול ביותר בין הגאות הגבוהה והשפל הנמוך במחזור של שבועיים.
3.	Neap Tide	טווח הקטן ביותר בין הגאות החלשה והשפל החלש במחזור של שבועיים.
4.	MHWS	הממוצע של הגאות הגבוהה (Spring) מעל ה- Chart Datum
5.	MLWS	הממוצע של שפל נמוך (Spring) מעל ה- Chart Datum
6.	MHWN	הממוצע של הגאות החלשה (Neap) מעל ה- Chart Datum
7.	MLWN	הממוצע של השפל החלש (Neap) מעל ה- Chart Datum



נתונים מדויקים על שעת הגאות והשפל ניתן למצוא באלמנך שנתי מתאים והיום בכל מדינה באינטרנט. ברוב המפות שם יש צורך לכך (כולל מפת התרגול) מופיעים נתוני הממצע של סוגי הגאות והשפל ומכאן הנבחן ייקח נתונים מתאימים (השעה תופיע במבחן). הטבלה נראית כך :

Place	Lat N	Long E	Height in meters above datum			
			MHWS	MHWN	MLWN	MLWS
Haifa	32°49'	35°00'	0.6	0.4	0.1	0.0
Ashdod	31°50'	34°38'	0.6	0.4	0.1	0.0

ניספח קיצורים והגדרות

הגדרה בעברית	הקיצור	הגדרה באנגלית	הגדרה בעברית	הקיצור	הגדרה באנגלית
<u>הגדרת כיווני הפלגה - COURSE</u>			<u>הגדרת כיווני מצפן ראשיים</u>		
קורס מצפן	CC	Compass Course	צפון	N	North
קורס מגנטי	MC	Magnetic Course	דרום	S	South
קורס אמיתי	TC	True Course	מזרח	E	East
קורס ביחס לקרקע	COG	Course over Ground	מערב	W	West
ההתקדמות בפועל	CMG	Course made Good	צפון מזרח	NE	North East
סטייה (דחי טרידה)	LW	Leeway	צפון מערב	NW	North West
קורס שיש לנהוג בו	CTS	Course to Steer	דרום מזרח	SE	South East
<u>הגדרת תכונינים - BEARINGS</u>			דרום מערב	SW	South West
תכווין מצפן	CB	Compass Bearing	<u>מהירויות טווחים זמנים</u>		
תכווין מגנטי	MB	Magnetic Bearing	מרחק	D	Distance
תכווין אמיתי	TB	True Bearing	טווח	R	Range
תכווין יחסי	RB	Relative Bearing	מהירות ספינה	S	Vessel Speed
תכווין מעבר	TrB	Transit Bearing	מהירות מעל הקרקע	SOG	Speed over Ground
<u>הגדרת מיקום ושגיאות מצפן</u>			מהירות שבוצעה בפועל - בשתי גרסאות מקובלות	VMG	Velocity made Good
מיקום נתון	POS	Position	SMG	Speed made Good	
מיקום משוער	DR	Dead Reckoning Pos.	מהירות הזרם	RATE	Current Velocity
מיקום מדוד מדויק	FIX	Fix Pos.	מהירות רוח	WV	Wind Velocity
רוחב גיאוגרפי	LAT	Latitude	זמן (הפלגה)	T	Time (of sailing)
אורך גיאוגרפי	LONG	Longitude	סימון שעה : יציאה או הגעה 00 : 00	t	Watch time:
וריאציה	VAR	Variation	זמן להפליג	TTG	Time to GO
דויאציה	DEV	Deviation	כיוון הזרם	Set	Current Direction
שגיאת מצפן כוללת	C. Err	Compass Error	כיוון הרוח	WD	Wind Direction
צורת רישום זמן	00h 00m		מייל ימי	nm	nautical mile
			קשר (שתי גרסאות)	kn /kts	knots
			טווח אור מגדלור (במיילים ימיים)	M	Light's Range
			גובה מגדלור במטרים	m	Light House height