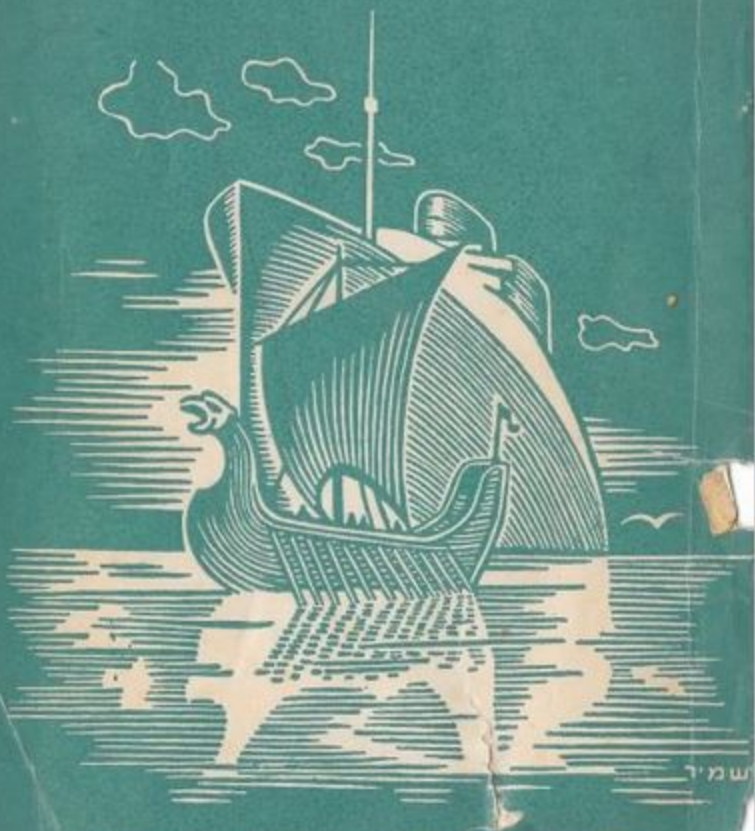


ש. טנקוס

נביגציה חזפית



שמיר

ספרית החבל הימי לישראל

ש. מנקום

נביגציה חופית

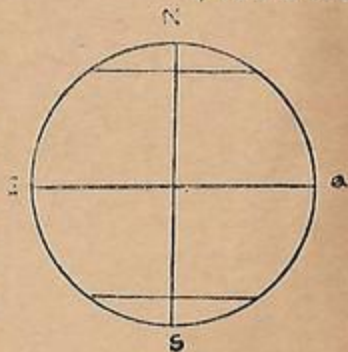
הוצאת מרכז החבל הימי לישראל
ספריה מקצועית

תל אביב, סיון תשי"ב (יוני 1952)

חברת ד'

מושגים בגיאודזיה

צורת הארץ.



צורה 1

NS ציר כדור הארץ
 N קטב צפוני
 S קטב דרומי

צפוני והשני — קוטב דרומי
 הרשת הגיאוגרפית

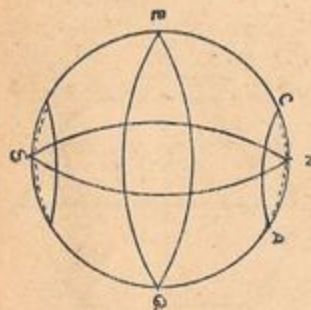
לארץ צורת כדור שמפאת
 גדלו הרב אנו רואים את
 השטח סביבנו כמישור. בין
 ההוכחות לכדוריות הארץ מש-
 משת האניה העולה על האופק
 שתרגיה נראים לראשונה והצל
 העגול שהארץ מטילה על
 הלבנה והנראה לעינינו בשעת
 לקיחה. אולם הארץ אינה כדור
 מדויק, אלא פחוטה ליד הקט-
 בים. הקוטר NS סביבו סובבת
 הארץ קצר ב $1/300$ מהקוטר
 EQ. לנקודות שבהן חותך
 הציר את פני הכדור קוראים
 קטבים. האחד נקרא קוטב

כדי לאפשר הגדרה של איזו נקודה על פני הכדור או המפה יש
 צורך לחלק את כדור הארץ לחלקים קטנים ולקרא לכל חלק כזה
 במספר, דבר זה משיגים ע"י הרשת הגיאוגרפית.
 כל מישור חותך את פני הכדור במעגל, לכן כל מישור חותך גם

צוור המעטפה מאת שמיר

חדשים הכללי בע"מ, ת"א, השוק 26, סל. 4046

את פני כדור הארץ במעגל גדול או קטן. כל המעגלים העוברים דרך N ו-S הם גדולים ושונים בגדלם. חצי מעגל כזה העובר מקוטב לקוטב נקרא קו אורך (Meridian). המעגל הגדול של המישור החותך את הארץ במרכזו ובנצב לציר שלה נקרא קו־המשווה (Equator). המעגלים הקטנים המקבילים לקו המשווה נקראים קווי רוחב (Parallels of latitude).



ציון 2

לדוגמא: המעגל D, C, B, A, (ציון 2) הוא מקביל. קו המשווה מחלק את כדור הארץ לשני חלקים. חצי הכדור הצפוני — בו נמצא הקוטב הצפוני (N) וחצי הכדור הדרומי בו נמצא הקוטב הדרומי (S). את קו המשווה מחלקים ל-360 חלקים שונים. כל חלק נקרא מעלה אחת (1°) של המעגל. כל מעלה שווה ששים דקה (60'=1°); וכל דקה שווה

ששים שניות (60''=1'). קו האורך העובר דרך מצפה המוכבים הגדול שבגרינוויץ (ליד לונדון) נקרא קו־האורך של גרינוויץ ומקובל למנות ממנו את מספר קווי האורך. כל הקיים החוצים את קו המשווה מזרחה לקו־האורך 0° עד קו אורך 180° נקראים מזרחיים וסימנם E (=East = מזרח). כל קווי האורך החוצים את קו המשווה מערבה לקו אורך 0° עד קו אורך 180° נקראים מערביים וסימנם W (=West = מערב). המספר הסיידורי של קווי האורך המזרחיים גדל מזרחה ושל המערביים — מערבה. המרחק בין שני קווי אורך הנמדד על קו המשווה הוא הגדול ביותר. במידה שמתקרבים אל הקטבים המרחק בין שני קווי אורך קטן עד שהוא מגיע בקטבים לאפס.

קו אורך נחלק ל-180°. כל 60'=1° וכל 60'=1'. קווי הרוחב החותכים את קווי האורך בחצי הכדור הצפוני נקראים צפוניים וסימנם N (=North = צפון). מספרם הסיידורי נקבע ע"י מרחקם מקו המשווה — הנחשב לקו רוחב 0 — צפונה. והוא מדוד על קו האורך במעלות, דקות ושניות של הקשת. קווי הרוחב החותכים את קווי האורך בחצי הכדור הדרומי נקראים דרומיים וסימנם S (=South = דרום). מספרם הסיידורי נקבע ע"י מרחקם מקו המשווה דרומה המדוד על קווי האורך במעלות, דקות ושניות של הקשת. היות וצורתו של כדור הארץ אינה כדורית לגמרי אין הקשת שעל פני הכדור מבטאה מיל אחד שווה לאורך כל קווי האורך.

הגדרת מקומה של נקודה על פני כדור הארץ כדי להגדיר את מקומה של נקודה על פני כדור הארץ עלינו לציון את מרחקה מהמשווא ומקו אורך 0°. את המרחקים הללו מציינים ע"י קו הרוחב וקו־האורך העובר דרך אותה נקודה. קו הרוחב מסמן את מרחק הנקודה (במעלות, דקות ושניות) מקו המשווה וקוראים לו הרוחב הגיאוגרפי Latitude (הצפוני או הדרומי) של הנקודה. קו האורך מסמן את מרחק הנקודה (במעלות, דקות ושניות) מקו אורך 0° קוראים לו האורך הגיאוגרפי Longitude (המזרחי או המערבי) של המקום. ובכך כדי להגדיר נקודה על פני כדור הארץ עלינו לציון את הרוחב ואת האורך הגיאוגרפי של הנקודה.

דוגמא: מגדלור חיפה נמצא ב' 34 58 '07" E, 32 49 '37" N או 32 49 '37" N, 34 58 '07" E

(יש להקפיד בציון המקום באחת משתי הצורות הנ"ל),
4. מיל ימי

יחידת האורך הנהוגה בבניגציה היא דקה אחת של קשת על קו האורך. יחידה זו נקראת מיל ימי ושווה ל-6080 רגל או 1853 מטר בערך.

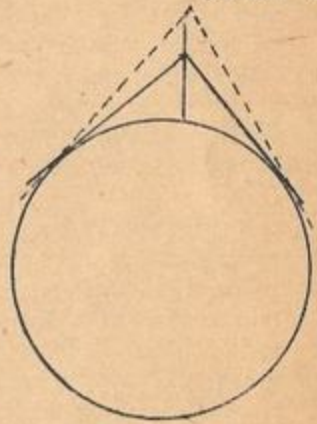
יהידיה זו קבועה על קוי האורך הגובלים את המפה הימית מימין ומשמאל.

5. האופק

האופק הוא גבול השטח על פני הכדור הנראה לעין הצופה. מרחק האופק מהצופה תלוי בגובה שבו עומד הצופה. ככל שיגדל גבהו של הצופה כן יגדל מרחק האופק שלו.

דוגמא:

מרחק האופק של צופה בגובה 5 רגל הוא 2.57 מיל. ומרחק האופק שלו בגובה 10 רגל הוא 3.64 מיל. למרחקים הנ"ל יראה הצופה גופים הנמצאים על פני המים. אולם גופים גבוהים יותר יופיעו וייעלמו על האופק במרחקים גדולים יותר השווים



ציור 3

לסכום מרחקי האופק של הצופה ושל הגוף.

דוגמא:

מרחק האופק של מגדלור בגובה 120 רגל הוא 12.60 מיל
 מרחק האופק של הצופה בגובה 40 רגל הוא 7.27 " "
 הצופה יראה את המגדלור נעלם מתחת לאופק או מופיע מעליו עד מרחק של 19.87 מיל.
 את מרחקי האופק לגבהים השונים אפשר לקרוא בטבלת מרחקי האופק שבה מסומנים הגבהים השונים ברגלים ומרחקי האופק המתאימים להם במילים. במקרה שטבלת מרחקי האופק איננה

מרחק אופק הצופה על גשר האניה

מרחק האופק של המגדלור



מגדלור בגובה 120 רגל
 מרחק האופק 12.60 מיל.

צופה על גשר אניה
 מרחק האופק 7.27 מיל.

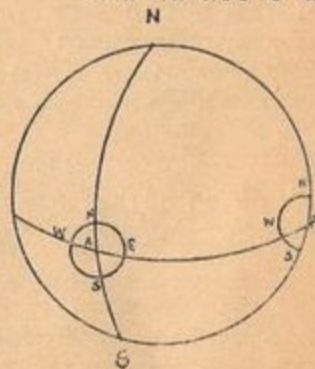
ציור 4

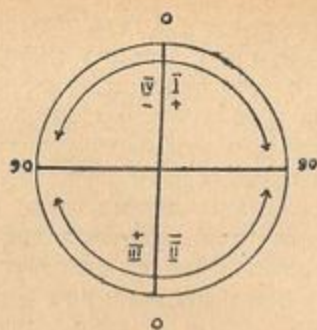
בידינו אפשר להשתמש בנוסחא:

מרחק האופק במילים = גובה הגוף ברגלים $\times \sqrt{\frac{1}{2}}$
 הגבהים השונים ברגלים של גופים שונים וכולטים על פני היבשה מסומנים במפה הימית ולפיהם אפשר לקבוע בעזרת הנוסחא את מרחקי האופק.

6. שושנת הרוחות

קוי האורך העובר דרך הצופה הנמצא בנקודה A (ציור 5) חוצה את האופק שלו בשתי נקודות. זו הקרובה אל הקוטב הצפוני תסמן את הכוון מהצופה לצפון הגיאוגרפי שלו. N. הנקודה הנגדית, הקרובה לקוטב הדרומי, תסמן את הכוון מהצופה לדרום הגיאוגרפי. S. קו הרוחב העובר דרך הצופה חוצה את האופק שלו בשתי נקודות. כל אחת מהן רחוקה





ציור 6

ברבע הרביעי שזה הכוון המבוקש ל 360° פחות הכוון הנתון.
(לדוגמא: $N 10^{\circ} W = 360^{\circ} - 10^{\circ} = 350^{\circ}$.)

2. העברה מחלוקה רציפה לחלוקה רבעית.
ברבע הראשון שוים המספרים לפי שתי החלוקות.
ברבע השני שזה הכוון המבוקש ל 180° פחות הכוון הנתון.
(לדוגמא: $S 30^{\circ} W = S 180^{\circ} - 150^{\circ} = 150^{\circ}$.)

ברבע השלישי שזה הכוון המבוקש לכוון הנתון פחות 180° .
(לדוגמא: $S 40^{\circ} W = S 180^{\circ} - 220^{\circ} = 220^{\circ}$.)

ברבע הרביעי שזה הכוון המבוקש ל 360° פחות הכוון הנתון.
(לדוגמא: $N 10^{\circ} W = N 360^{\circ} - 350^{\circ} = 10^{\circ}$.)

ג) חלוקה לנקודות. בשיטה זו מחלקים את שושנת הרוחות ל-32 חלקים שוים הנקראים נקודות (Points). כל נקודה שזה $11^{\circ} 15'$ ומתחלקת לחצאים ולרבעים. לפי חלוקה זו אין אפשרות להגדיר בדיוק את הכוונים שבין רבעי הנקודות. שיטה זו התקבלה ע"י חלוקת המעגל לשנים (צפון, דרום) ושוב לשנים (מזרח, מערב). רוחות אלו נקראות ראשיות. כל רבע מועגל מחלקים לשנים.

מזר N והי S ב 90° . האחת לשמאל (כשהפנים לצפון) תסמן את הכוון מהצופה למערב W והשניה לימין את הכוון למזרח E. לצורך המראה את רוחות השמים קוראים שושנת הרוחות. א) חלוקה רציפה. מלבד הכוונים הללו אפשר להעביר מעין הצופה אל האופק מספר כוונים לאין סוף, אולם הוסכם לחלק את האופק כמו כל מעגל ל 360° . כל $1^{\circ} = 60'$ וכל $1' = 60''$. הספירה היא עם כוון השעון.

החל מהצפון. שהוא 000° . מזרח— 090° . דרום 180° . מערב 270° וחוזרת לצפון 360° או 000° . חלוקה זו תקרא להלן חלוקה רציפה. ב) חלוקה רבעית. אף בה מתחלק האופק ל 360° . אולם מופרים את המעלות לפי הרבעים. הצפון נחשב 0° . המזרח 90° . הדרום 0° והמערב 90° . (ציור 6).

שוני המספרים ברבעים לפי כוון השעון הם כדלקמן:

מהצפון עד המזרח רבע I המספרים גדלים וסמנו +
מהמזרח עד הדרום רבע II המספרים קטנים וסמנו -
מהדרום עד המערב רבע III המספרים גדלים וסמנו +
מהמערב עד הצפון רבע IV המספרים קטנים וסמנו -
בשיטה זו מציינים את הכוון בסדר כדלקמן: רוח השמים שממנה מתחילה הספירה. מספר המעלות ממנה. ורוח השמים שלצדה גדל המספר.

דוגמא: $N 40^{\circ} E$ $S 35^{\circ} W$

1. העברה מחלוקה רבעית לחלוקה רציפה
ברבע הראשון שוים המספרים לפי שתי החלוקות.
(דוגמא: $N 45^{\circ} E = 045^{\circ}$.)

ברבע השני שזה הכוון המבוקש ל 180° פחות הכוון הנתון.
(לדוגמא: $S 30^{\circ} E = 180^{\circ} - 30^{\circ} = 150^{\circ}$.)

ברבע השלישי שזה הכוון המבוקש ל $180^{\circ} +$ הכוון הנתון.
(לדוגמא: $S 40^{\circ} W = 180^{\circ} + 40^{\circ} = 220^{\circ}$.)

3. העברה מנקודות למעלות וחזרה.

1p	=	11° 15'
2p	=	22° 30'
3p	=	33° 45'
4p	=	45°
½p	=	2° 48' 45"
¼p	=	5° 37' 30"
⅓p	=	8° 26' 15"

חלוקה (במספרים עגולים)

נקודתית	רבעית	רציפה
S 2½ W	S 31° W	211°
W 3½ N	N 50° 37' W	309° 23'

פרק ב'

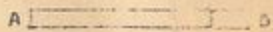
כוחות מגנטיים

כוח מגנטי

לסגולת הברזל והפלדה למשוך אליהם ברזל, פלדה או ניקל קוראים כוח מגנטי. ברזל או פלדה שיש להם סגולה זו נקראים ברזל או פלדה מגנטיים. בטבע מצויים עפרות ברזל בעלי כוח מגנטי. ברזל זה נקרא מגנט טבעי. בדיד פלדה או ברזל שקיבל את הכוחות המגנטיים באמצעות מגנט טבעי או ע"י השפעה חשמלית מסוימת (אינדוקציה) נקרא מגנט מלאכותי.

קטבים מגנטיים

הכוחות המגנטיים חזקים ביותר בקצוות המגנט הקרויים קטבים מגנטיים ושונים לאפס באמצעיותו (ציור 8). אם נקרב קצה אחד של מגנט אל מחוג מגנטי התלוי הפשי על חוט. או נשען במרכז הכובד שלו על חוד נראה שרק

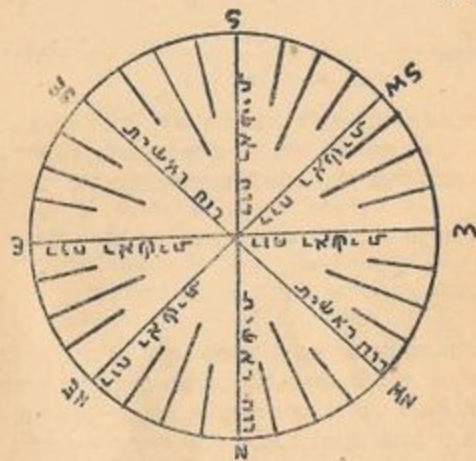


ציור 8

מקבלים שמונה קטעים וארבע רוחות נוספות. הנקראות רוחות חצי-ראשיות: צפון-מזרח, דרום-מזרח, דרום-מערב, צפון-מערב. כל שמינית מעגל מחלקים לשנים ומקבלים שמונה רוחות ביניים. מחלקים שוב לשנים ומקבלים נקודות. לכל נקודה נתן שם המסמן את מרחקה מהרוח הראשית הקרובה אליה ביותר ולאווה רוח היא מתקרבת (עין טבלת נקודות). דרך זו מורכבת מאוד ולשם הקיצור נחליף את שמות הנקודות במספרים. בין רוח ראשית לרוח חצי-ראשית יש ארבע נקודות. סופרים את הנקודות החל מהרוח הראשית שבקרבתה הם נמצאים ולאווה רוח ראשית הם מתקרבים.

דוגמא: מזרח — שלוש נקודות צפון (ציור 7).

E 3p N



ציור 7

הערה: הכתיב בלטינית והקרי בעברית.

האחד משני קצות המחוג יימשך אל המגנט. בשעה שהקצה השני יידיחה ממנו. אם נגיש אל אותו מחוג את הקצה השני של המגנט נראה תופעה הפוכה. הקצה שקודם נדחה יימשך עתה אל המגנט. המסקנה: בקטבי המגנט טמון כוח מגנטי שונה. במקרה ששני קצות המחוג יתקרבו אל המגנט. יהא זה סימן שהמחוג אינו מגנטי.

האדמה בתור מגנט

האדמה מהווה מגנט גדול, אף הוא בעל שני קטבים מגנטיים. קטבים אלו קרובים לקטבים הגיאוגרפיים אולם אינם מזדהים אתם. הקוטב המגנטי הצפוני נמצא כיום בצפון קנדה ב- $70^\circ N, 97^\circ W$ והדרומי נמצא כיום מדרום לאוסטרליה ב- $73^\circ S, 148^\circ E$.

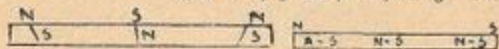
שני מחוגים מגנטיים התלויים באופן הפשוט על חוט יפנו לאחר שלטולים מספר את קטביהם לצפון ולדרום. בשני קצות המחוגים הפונים לצפון טמון כוח מסוג אחד. בשני קצות המחוגים הפונים לדרום טמון כוח מסוג שני. הכוח המגנטי המרוכז בקצה המחוג הפונה לצפון נקרא צפוני N, הכוח המגנטי המרוכז בקצה המחוג הפונה לדרום נקרא דרומי S. לפי זה מתקבל שבקוטב המגנטי הצפוני של כדור-הארץ מרוכז כוח מגנטי בעל סימן S. ובקוטב המגנטי הדרומי של הארץ מרוכז כוח בעל סימן N. עתה, אם נקרב זה לזה את הקטבים הצפוניים של המחוגים נראה שהם ידחו האחד את השני. לעומת זאת יתקרבו הקוטב הצפוני במחוג האחד אל הקוטב הדרומי במחוג השני.

- מסקנה: 1. כוחות מגנטיים בעלי סימן אחד דוחים אחד את השני.
2. כוחות מגנטיים בעלי סימן שונה מושכים אחד את השני.

כוחות מגנטיים בעלי סימן שונה, כשהם נוגעים אחד בשני מבתלים זה את זה ושוב אין בכוחם למשוך אליהם גופים אחרים (ציור 9).

התאוריה של המגנט

מחוג מגנטי אם יישבר באמצעותו יקבלו שני החלקים קטבים מגנטיים ומרכז ניטרלי (חסר כוח משיכה). כל כמה שנשבור את המחוג לחלקים קטנים יקבלו הללו סגולות של מגנט. עד שנגיע לחלקי-הברזל הקטנים ביותר, הם המולקולות. לכל מולקולה של פלדה או ברזל יש סגולות של מגנט גדול. יש לה ק' N וק' S ואמצע ניטרלי. לכל פלדה וברזל יש כוחות מגנטיים שאין מרגישים בהם. היות והמולקולות שלהם מסודרות באופן שאין הק' בעלי הסימן האחד מכוונים לכיון האחד ובעלי הסימן השני מכוונים לכיון השני (ציור 10). בעזרת מגנט טבעי או בעזרת אינדוקציה מסדרים את המולקולות כך, שכל הק' בעל הסימן N, יפנו לקצה אחד של הבדיד שייקרא קוטב N, וכל הק' בעלי הסימן S יפנו לקצה השני של הבדיד S שייקרא קוטב S (ציור 10).



ציור 10

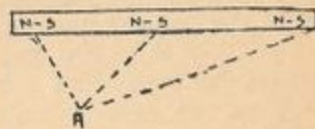
לפלדה יש הסגולה לשמור על הסדר המגנטי של המולקולות למשך זמן רב, וככל שהפלדה קשה יותר כן תרבה לשמור על כוחה המגנטי. לעומת זאת — קשה לעורר בפלדה שעדיין אינה מגנטית את הסגולה הזו.

הברזל מקבל בקלות את הסידור המגנטי של המולקולות אולם אינו יכול לשמור זמן רב, וכעבור זמן קצר הוא נהפך לברזל רגיל. כוח המשיכה המגנטי.

כוח המשיכה המגנטי נמצא ביחס ישר למסה המגנטית וביחס הפוך לרובע המרחק. ז.א. כוח המשיכה המגנטי גדל והולך עם גדול המסה המגנטית וקטן ברובע עם גידול המרחק. דוגמא 1: מגנט בעל מסה מגנטית כפולה ימשוך אליו גופים בכוח כפול. (יחס ישר למסה המגנטית).

2. אם נגדיל את מרחק המגנט מגוף מטוים פי שלושה, תקטן השפעתו עליו פי תשעה (יחס הפוך לרובע המרחק).

כשנגיש את הגוף A לשני מקומות N (ראה ציור 11) לקצה N ימצא במקום הקרוב ביותר לקוטב N של כל אחת מהמולקולות של המגנט, ובמקום הרחוק ביותר מהקוטב S של כל אחת מהן. הכוחות N של כל המגנט יפעלו על A וימשכו אותו אל המגנט. כיוצא בזה, כשנגיש את הגוף לקצה S, יפעלו כל הכוחות S של המולקולות וימשכו את הגוף אל המגנט.



ציור 11

כשנגיש את אותו הגוף A (ציור 11 ב') לאותו מגנט אולם לא אחד מקצותיו אלא לאמצעו ימצא הגוף במרחק שווה מקצות המגנט ומהכוחות N ו-S של כל מולקולות המגנט. הכוחות הנגדיים של המולקולות (וכתוצאה מזה של המגנט כולו) מבטלים האחד את השני ומובן שהגוף לא ימשך אל המגנט. האמור מסביר לנו מדוע גדול כוח המשיכה המגנטי בקטבים ושוה לאסם באמצע המגנט.

וואריאציה (Variation)

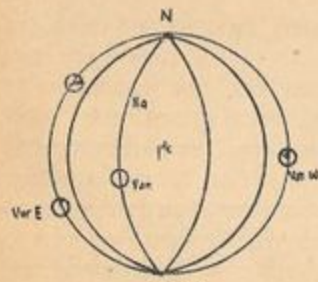
מחוג מגנטי הנשען במרכז הכובד שלו על ציר, יבוא לאחר טלטולים מספר למצב מנוחה כשהקוטב הצפוני שלו פונה לצפון המגנטי והקוטב הדרומי לדרום המגנטי. במצב זה ימצא המחוג במישור המרידין המגנטי. תווית האופקית בין המרידין הגיאוגרפי (מרידין

אמתי) ובין המחוג המגנטי או המרידין המגנטי נקראת וריאציה של המקום. להלן היא תסומן Var.

הוואריאציה היא מזרחית באם הכוון המקומי לצפון המגנטי ייראה מזרחה לצפון האמתי ומערבית באם הוא ייראה מערבה. והוואריאציה שונה במקומות שונים על פני כדור הארץ גם במספר המעלות וגם בכיוון. ככל שנעלה יותר צפונה או דרומה כן תגדל והוואריאציה תהיה ואנו מתקרבים יותר לקטבים המגנטיים. ישנם מקומות על פני כדור הארץ שבהם נמצא הקוטב המגנטי על המרידין האמתי של אותו מקום. במקום זה מזדהה המרידין המגנטי עם האמתי, הוויית ביניהם היא אפס ולכן גם הוואריאציה של מקום זה תהיה אפס. מזרחה למקום זה תהיה וואריאציה מערבית ומערבה לו וואריאציה מזרחית (ראה ציור 12).

לפי כל האמור אנו רואים שבאותו זמן יהיו על פני כדור הארץ מקומות שבהם תהיה וריאציה מזרחית ומקומות שבהם היא מערבית, מקומות שבהם הוואריאציה תהיה גדולה ומקומות שבהם היא תהיה קטנה.

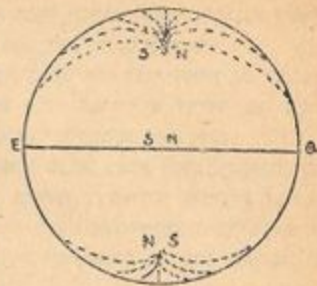
כפי שהוכרנו לעיל אין הק' המג' של כדור הארץ קבועים למקומם ולהם שנוי שנתי. לפי זה משתנה הוואריאציה של כל מקום ומקום (שנוי זה תלוי במקום ובזמן).



ציור 12

הצורה: הוואריאציה מסמנת בטפה הישית על הקו העובר ממזרח למערב במצפון, וואריאציה זו מתאימה לשנת הוצאת מפה. שם רשום גם השנוי השנתי של הוואריאציה. ככל מפה ישנם כמה מצפנים כאלה היות והוואריאציה שונה במקומות שונים באותה מפה.

מחוג מגנטי תלוי באופן הפשי במרכז הכובד שלו. ינח בחצי הכדור הצפוני כשקצהו הצפוני מורכן לאדמה וקצהו הדרומי מורם. בחצי הכדור הדרומי ייראה הקצה הדרומי לאדמה והצפוני מורם.



צויר 13

במצב אופקי ינח המחוג רק כמקומות בודדים על פני כדור הארץ. לכו המקיף את כדור הארץ והמחבר את הנקודות שבהן נח המחוג במצב אופקי

המשוה המגנטי. הוא עובר בקרבת המשוה הגיאוגרפי אולם אינו מזדהה אתו.

הזווית האנכית שבין ציר המחוג ובין מישור האופק נקראת הרכבה של המקום. ההרכבה גדלה והולכת במידה שמתרחקים מהמשוה המגנטי. לכן הרכבה של מקום מסוים מגדירה את הרוחב המגנטי של המקום. לדוגמא: ההרכבה על המשוה המגנטי היא 0° . ולכן הרוחב המגנטי של המשוה המגנטי הוא 0° .

להרכבה אין שיעור קבוע ולה שנוי שנתי $2'$ בערך (אף היא משתנה לפי המקום והזמן).

כוחות מגנטיים אופקיים ואנכיים

הכוחות המגנטיים הפועלים על המחוג במישור האופקי הם הכוחות המגנטיים האופקיים של כדור הארץ. כוחות אלו חזקים ביותר על המשוה המגנטי ושונים ל-0 על הקטבים המגנטיים.



צויר 14

הכוחות המגנטיים הפועלים על המחוג במישור האנכי הם הכוחות האנכיים של כדור הארץ. כוחות אלו חזקים ביותר על הקטבים המגנטיים ושונים ל-0 על המשוה המגנטי. זווית ההרכבה של המקום תלויה ביחס שבין הכוח האופקי לכוח האנכי (של המקום) ושוה לשקול כנגד שניהם (צויר 14).

מפות מגנטיות

הואריאציה וההרכבה של כל מקום ומקום רשומות במפות מגנטיות שעליהן מסומנים: א) קוים המאחדים את כל המקומות בעלי ווריאציה שוה — איזוגונות. על כל קו מסומן גודל הוריאציה. וריאציה מערבית מסומנת ע"י קו רציף, וריאציה מזרחית ע"י קו מרוסק. יש ומסמנים במקומות מסוימים גם את השנוי השנתי. ב) קוים המאחדים מקומות בעלי הרכבה שוה או רוחב מגנטי שוה. קוים אלה נקראים איזוקלינות.

דוגמא: בא"י עוברת איזוגונה $1^{\circ} E$ ואיזוקלינה $47^{\circ} N$ (בערך). אנומליה מגנטית

ישנם מקומות על פני כדור הארץ שבהם קיימת הפרעה הגורמת לשנויים בוריאציה ובהרכבה של המקום. הפרעות אלו נקראות אנומליות וגרמות ע"י כוחות מגנטיים שמקורם עפרות ברזל הנמצאים באדמה או בקרקע הים. אנומליות אלו נפגשות בצפון אוסטרליה, לברדור, מדגסקר, בקרבת אודסה, בים האזובי ועוד.

מצפן

המצפן הוא מכשיר המורה את רוחות השמים ומאפשר לקבוע כוונים.

מצפן הפועל בהשפעת הכוחות המגנטיים של האדמה נקרא מצפן מגנטי.

המצפן המגנטי הימי בנוי קערית נחושת ממולאה ספירט שבאמצעותה קבוע ציר זקוף ועליו מונח ומסתובב באופן הפשי מצוף נוזשת קטן (במקום החכוך קבוע יהלום). אל המצוף מחוברת

טבלא עם סימון שושנת הרוחות לפי אחת החלוקות רציפה, רבעית או נקודתית. מתחת למצוף מחוברים מחוגים מגנטיים מקבילים זה לזה והנמצאים במרחק שווה ממרכז המצוף. המגנטיים קבועים באופן שהקטבים הצפוניים שלהם יפנו לצד אחד.

הצפון שבטבלת המצפן חופף על הקוטב הצפוני של המחוגים והדרום שבה על הדרום שבמחוגים. הטבלא מונחת בצורה אופקית מסודרת כך שאין הכוחות המגנטיים האנכיים יכולים להוציאה ממצב זה. סדור זה אינו מספיק בסיבוב הקטבים המגנטיים. במקומות אלו יעמוד המחוג המגנטי בכיוון אנכי ואין המצפן המגנטי בר שמוש בהם. כדי להחליש את תנודות המצוף בתוך המצפן, כתוצאה מטלטולי הסירה, ממלאים את הקערית בנוזל (תערובת מים וכהל. הכהל בגלל נקודת הקפאון הנמוכה שלו). כמו כן מקטין הנוזל את משקל המצוף ואת חכוכו על החוד.

כדי שהנוזל לא יתנדף וכדי שהטבלא תישמר היטב סוגרים את הקערית באופן הרמטי במכסה וזוכית המוקף מסגרת נחושת.

באניות שבהן הטלטולים אינם כה חזקים נהגים להשתמש גם במצפנים חסרי נוזלים המכונים מצפנים יבשים.

המצפן קבוע בפעמון נחושת או בארגו עץ ומצויד סידור קרדני השומר אותו במצב אופקי גם בטלטולי הגלים.

על הקיר הפנימי של קערית המצפן בגובה הטבלא מסומן קו מאונך שנקרא תו הכוון. את המצפן קובעים בסירה או באניה באופן שהקו הדמיוני העובר מתו הכוון דרך מרכז המצפן יהיה מקביל למישור האנכי העובר דרך חרטומה וירכתיה. קו זה נקרא קו הכוון.

קובעים את מקום המצפן ע"י זה שמתחים חוט ממרכז הקנה של הסירה למרכז העצה. מעבירים זוית ישרה מהחוט הזה אל הספסל ומחברים אליו לוח עץ קטן ליד החוט. בזמן נהיגת הסירה יש לשמור שקיר הארגו שבו נתון המצפן יילחץ אל לוח העץ.

בזמן נהיגת אניה לפי מצפן יש להשגיח שתו הכוון יתלכד המיד עם המעלה של המצפן שלפיה נוהגים את האניה.

דוֹיֵאֲצִיָה (Deviation) או הטיה

מצפן הנמצא בסירה, בספינה או באניה שיש בה מטען מתכת או חלקי מתכת, יושפע מהם ולא יראה את המרידין המגנטי של המקום. הזוית האופקית הנוצרת בין ציר המחוג (של המצפן) ובין המרידין המגנטי של המקום נקראת דוֹיֵאֲצִיָה (הטיה) של המצפן הנתון ותרשם להלן, Dev. הדוֹיֵאֲצִיָה היא מערבית כשהצפן שבמצפן עבר מערבה למרידין המגנטי. הדוֹיֵאֲצִיָה היא מזרחית כשהצפן שבמצפן עבר מזרחה לו.

הדוֹיֵאֲצִיָה של המצפן משתנה עם כל שנוי בקורס האניה. כי עם כל שנוי בקורס משתנה גם היחס בין הצפן המגנטי וכיון המשיכה של ברזל האניה.

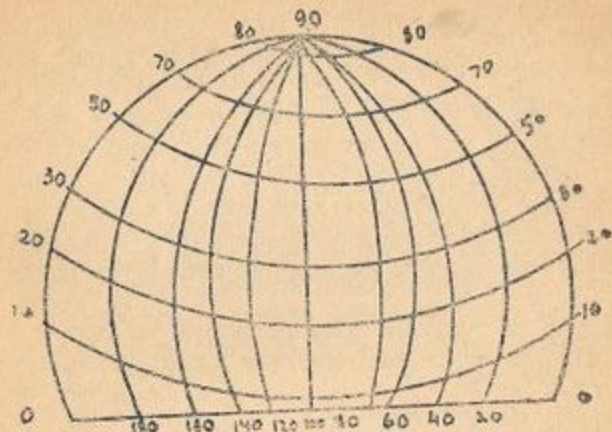
פרק ג'

מפות

מפת מרקטור

מפה גיאוגרפית של כדור הארץ נוחת את השלכת הכדור על גישור. קוי הרוחב וקוי האורך (מלבד אחד) נראים על מפה כזו עקומים. מובן שקוי הנסיעה ומדידת המרחקים יהיו אף הם על הקוים העקומים הללו. דבר המכביד על השמוש בה. (ציור 15).

כל הנורמים הללו הביאו לשרטוט מפות לפי שיטת מרקטור המקובלות כיום בנביגציה. מפת מרקטור משטחת את פני הכדור. במפה זו כל קוי האורך מקבילים האחד לשני, ישרים ונצבים לקוי הרוחב המשוורטים אף הם בקוים ישרים ושווים בארכם לקו המשוה. קנה-המידה משתנה בה לאורך קו-האורך וקבוע לאורך קו-הרוחב.



מפה גיאוגרפית של רבע הכדור
ציון 15

קוי האורך הגובלים את שני צדי המפה מחולקים למעלות, דקות ושניות המסמנות את הרחוב של המקום ומשמשות קנה-מידה. 1 מיל = 1' : 60 מיל = 1°. קוי הרחוב הגובלים את המפה בשפתה העליונה והתחתונה מחולקים אף הם למעלות, דקות ושניות. המסמנות את האורך הגיאוגרפי, אולם אין להשתמש בהן כקנה-מידה, אלא לשם הגדרת נקודה בלבד.

נוכל לקבל מושג על שיטה זו אם נעשה את הנסיון הבא: נעטוף גלובוס בגליל של ניר כשהוא נוגע בגלובוס לאורך קו המשווה. על המרידינים של הגלובוס נמתח חוטים ועל המקבילים נמתח חוטים אלסטיים. נפריד את החוטים שעל המרידינים במקום חבורם אל

הקטבים ונישר אותם לכל אורכם לאורך הגליל. באותו זמן יתרחבו החוטים האלסטיים שעל המקבילים והקפם ישוו להקף הגליל, ז.א. להקף קו המשווה.

המידה שבה נמתח המקביל תלויה במרחקו מהמשווה. ז.א. ברחב הגיאוגרפי שלו. ועתה נפתח את הגליל לאורך אחד המרידינים ונפרוש אותו. קבלנו מפה שטוחה של הכדור. אולם מפה זו תהיה משובשת. למעשה על פני כדור המרחק בין שני קוי אורך סמוכים אינו שווה לכל אורכם. הוא גדול ביותר על קו המשווה ותולך וקטן בהתקרבו לקטבים ושווה ל-0 בקטבים גופם.

במפה שעשינו שווה המרחק בין שני קוי אורך לכל אורכם ושווה למרחק שבניהם על קו המשווה. הגדלנו אותו ביחסים שונים. על יד הקטבים יותר ועל יד קו המשווה פחות. יחד עם זה השארנו את המרחק שבין שני קוי רחוב סמוכים כמו שהוא.

אם נצייר שטח רבועי של הכדור על מפה זו הוא י שאר בצורתו הנכונה רק אם יהיה על פני קו המשווה. במעלות רחוב גבוהות תהיה צורתו מלבן שצלעו המקבילה לקו הרחוב תהיה הארוכה.

ככדי לשמור על הצורה הנכונה של שטח הכדור עלינו להגדיל גם את המרחק שבין שני קוי רחוב באותו מקום. באותו יחס שהגדלנו את קוי האורך. באופן כזה המרחק בין שני קוי רחוב סמוכים ילך ויגדל בהתקרבו לקטבים. המרחק בין שני קוי רחוב שווה לכל אורך המפה ל-60 מיל. (המילים האלה מסומנים בצורת מלבנים על שני קוי האורך שבצדי המפה) למרות שהמרחק ביניהם על המפה הולך וגדל ככל שנעלה צפונה או דרומה. גם במעלות יותר צפוניות או דרומיות שווה מספר המלבנים המבטאים מילים ל-60, אלא שכל מלבן הוא יותר ארוך. לכן בשעה שרוצים למדוד מרחקים על המפה צריך למדוד אותם על קוי האורך שבצד המפה ממול למקום המדידה. גם מרחקים העוברים ממזרח למערב יש למדוד באותו אופן ולא על קוי הרחוב העוברים מתחת למפה ומעליה. היות ואורכם של

המלבנים האלה שזה לכל אורך המפה ומראה את קנה המידה של קו המשווה. במעלות יותר צפוניות או דרומיות השונים בקנה המידה הולכים וגדלים ואין להשתמש בשבילים בקנה המידה של קו המשווה. המלבנים הרשומים על קו הרוחב משמשים רק להגדרת קו האורך של הנקודה.

לפי זה נראה שקנה המידה של המפה הימית איננו שווה בכל מקום. בצד המפה למטה רשום קנה המידה לקו רוחב מסוים שלפיו נבנתה המפה. קנה מידה זה מתאים רק לאותו קו הרוחב. לאחר שנעשה זאת נקבל את מפת מרקטור.

מפה ימית

מפה ימית רשומה לפי שיטת מרקטור. מראה את הים ואתו חלק היבשה הנראה ממנו. קו הרוחב שבראש המפה מסמן תמיד את החלק הצפוני שלה. קו הרוחב התחתון מסמן את החלק הדרומי. קו האורך שבימין מסמן את המזרח. וזה שבשמאל — את המערב. במפות הימיות יש להבדיל: א) מפות נביגציה; ב) מפות לתפקידים מיוחדים.

א) מפות נביגציה. אל סוג זה נמנות:

1. מפה כללית (General Navigational Chart), כגון מפת הים התיכון. במפה זו משתמשים לנסיעה בים פתוח או באוקיינוס. מפה זו נותנת תמונה של הדרך כולה.
 2. מפת חוף (Coastal Chart), כגון: מפת אלעריש-נקורה במפה זו רשומה רצועת החוף והים שבקרבתה על כל הפרטים הדרושים לתנועה באזור הנכלל.
 3. תרשים (Plan) של נמלים או מפרצים. כגון: תרשים נמל חיפה. התרשים אינו רשום בשיטת מרקטור. אלא כמו מפות יבשה של שטחים קטנים; ומסומן בו קנה-מידה קוי.
- ב) מפות לתפקידים מיוחדים. על סוג זה נחשבות

מפות רוחות, זרמים וכד'. מפות אלו נועדו למלא את החסר במפות מהסוג הראשון.

הכרחי להדביק את המפות על בד כדי להאריך את זמן שרותן. המפה האנגלית

המפות מוצאות ע"י מדינות שונות. המקובלות ביותר ובעיקר בארצנו הן המפות הימיות האנגליות הנקראות Admiralty Charts — מפות האדמירליות. ומוצאות ע"י המכון ההידרוגרפי של האדמירליות.

א. כותרת (Title). על כל מפה נתנת כותרת מלאה של ההוצאה המכילה פרטים אלה: 1. הסמל של האדמירליות. 2. שם הים. היבשה ואזור החוף. המסומנים במפה. 3. שנתה של הוצאת המפה ולפי איזה מקורות נרשמה. 4. באילו יחידות רשום העומק של הים (חוט או רגל) ולפי איזה גובה מים הוא נמדד. 5. באילו יחידות רשום הגובה ביבשה (רגל או מטר) ולפי איזה גובה הוא נמדד. 6. הוריאציה המגנטית עם התאריך והשנוי השנתי. 7. ידיעות על הכרית. 8. הערה על סוג הכוונים שבמפה (אמיתי או אחר). 9. קנה המידה של המפה ולאיווה קו רוחב הוא מתאים. 10. הסברת הקצורים שבמפה (לא בכל המפות). 11. הערות כלליות. (דוגמא: ספירת קוי האורך מתחילה מגרינביץ).

ב. הסברות מחוץ לכותרת מתחתית המפה: בצד ימין רשום מספר המפה שלפיו אפשר להזמינה. בצד שמאל רשומים תיקונים קלים (Small corections) שיש להכניסם למפה (מוצאים בחוזרים מיוחדים). ובאמצע רשומים התיקונים הגדולים (New editions) שהוכנסו לגוף המפה ובאיזה תאריך.

ג. עומק הים (Soundings) מסומן ע"י נקודות עומק ונוסף לכך העומק עד 100 חוט מסומן ע"י קוי עומק. קוים המחברים נקודות קרעו שעמקם שווה. קוי העומק מסומנים ע"י שיטה של נקודות וקוים בהתאם לעמקם. לדוגמא: קו ה-10 פדום יסומן

ביחידת העומק חוט (Fathom). (1 חוט = 6 רגל = 183 ס"מ בערך). עומק שאינו מגיע ל-11 חוט מסומן בחוטים וברגלים. דוגמא: 84 — 8 חוטים ו-4 רגלים.

כל המספרים מסומנים את העומק ביחס לפני הים בזמן השפל. במקרה שהמדידה נעשת ביחס לגובה אחר ישנה על כך הערה מיוחדת. הספה מסמנת את סוגי הקרקע במקומות שונים בים (ליד מספרי העומק) ע"י קיצורים מהשמות האנגלים שלהם (ראה להלן טבלת קיצורים).

ד. קו החוף. קו החוף שהוא גבול הים והיבשה מסומן במפת החוף לכל פרטיו: צורת הקו, העומק וקרקע החוף (טלעי או חול), הסלעים שבקרבת החוף מסומנים בצלבים, השרטונות מסומנים ע"י קוים סגורים ובתוכם רשום עומק המים, הסלעים המרוחקים מהחוף מסומנים בצלבים ומוקפים במעגל כדי להבליט את הסכנת אניות שעלו על שרטון ונשארו עליו מסומנות במפה ע"י ציור קטן של אניה ושנת עלייתה על השרטון. אניה טבועה שגובה המים עליה עולה על 10 מדרם מסומנת +. אם גובה המים אינו עולה על 10 מדרם יהיה הסימן ++.

הנבחים על היבשה (גבעות, הרים, מגדלים) מסומנים ברגלים או במטרים ומוחשבים מעל למים בינונים. מפת החוף מסמנת את כל נקודות הישוב החשובות שבקרבת הים ועצמים בולטים המשמשים נקודות אחרות.

ה. הוריאציה הוריאציה של המקום. התאריך והשני השנתי מסומנים בדרך זו: Magnetic Variation in 1936 $1^{\circ} 05' E$ increasing about $5'$ annually.

פרושו: הוריאציה המגנטית בשנת 1936 היא $1^{\circ} 05' E$, גדלה בכל שנה ב- $5'$ בערך.

במפת החוף מסומנת טבלא מגנטית בחלוקה רבעית. לפעמים נתנת גם שושנת רוחות בחלוקה רציפה. לשני המעגלים מרכז משותף.

המעגל התיצוני מסמן את שושנת הרוחות. הוריאציה. התאריך והשני השנתי רשומים בטבלא המגנטית.

במפות הכלליות אין טבלא מגנטית, אלא שושנת הרוחות בלבד. לעומת זאת רשומות בה איווגנות בהפרשי וואריאציה של 1° ביניהן ועליהן רשומים: הוריאציה, התאריך והשני השנתי.

הכרחי לקחת בחשבון את השני שחל בווריאציה במשך השנים שעברו מזמן תאריך הוריאציה הרשום במפה ועד זמן השמוש בה. דוגמא: מהי הוריאציה בשנת 1940?

1. הזמן שעבר: 1936 — 1940 = 4 שנים.

2. השני שחל בארבע שנים: $4 \times 3' = 12'$.

ומכאן הוריאציה בשנת 1940: $1^{\circ} 17' E + 12' = 1^{\circ} 05' E$.
דיעות על הכרית נתנות במפה בצורת טבלא.

ו. מגדלי אור ואורות. מגדלור מסומן במפה ע"י עגול קטן בצבע אדום (כתום). במפות כלליות מסומנים רק מגדלי האור החשובים (דוגמא: כרמל, יפו) שמם ואופי האור שלהם. לעומת זאת מסומנים במפות החוף כל מגדלי האור — אף הם בצבע אדום. ליד כל מגדל מסומן שמו. אופי האור ולאיה מרחק הוא נראה. מרחק זה מחושב בשביל צופה הנמצא בגובה של 15 רגל מעל פני הים בזמן הגאות. ליל חושך ובראיות טובה.

בתרשימים מסומנים נוסף למגדלי האור גם האורות הקבועים של הנמל.

במקרה שמגדלור נסתר ע"י גבעה, בית וכו', ואינו מאיר את כל שטח הים סביבו מסומנים במפה הכוונים האמתיים הגובלים את הגורה האפלה. על הקשת של גורה זו מסומן — Obscure (אפל). במקום שמגדלור שולח אור בעל צבעים שונים לגורות שונות, מסמנים את הגבול בין הגורות (הצבעים) על ידי הכוון האמתי שלו ועל הקשת של כל גורה מסומן הצבע המתאים. כל הכוונים של מגדלי האור הרשומים במפה הנם אמתיים ונתונים מצד הים (אל המגדלור).

ז. זרמים, הזרמים מסומנים במפה בעזרת חצים. החץ מראה את כוון הזרם ועליו רשומה העונה ומהירותו. זרמים אלה, כוונם וחוקם עלולים להשתנות תחת השפעת הרוח ובעיקר הסערה. הזרם נקרא על שם הכוון האמיתי שאליו הוא זורם (דוגמא: זרם צפוני — זרם העובר מזרם לצפון). זרם מים רגיל מסומן —→ זרם שפל מסומן —→ זרם גאות —→

ח. מעגן, מקומות המעגן לאניות מסומנים ע"י עוגן אדמירלי, מקומות המעגן לספינות מסומנים ע"י עוגן יחיד שן או עוגן התול. ט. גיל המפה, רצוי להשתמש במפות החדשות ביותר. ערך המפה יורד עם הזמן. החוף נתן לשנויים מתמידים, כמו כן משתנה עומק הים. הוריאציה הרשומה במפה קשורה אף היא לתאריך מסוים והשנוי השנתי מתאים לשנים מספר בלבד, ולכן אפשר לחשב את תקן הוריאציה עד מספר שנים מוגבל.

י. ציוני דרך וסכנה, סכנות רבות אורבות לאניה בדרכה. מהן מקורן פני קרקע הים ומהן מקורן סערות, ערפל, זרמים, קרח ועוד.

קרקע הים אינו ישר ויש בו שקעים ובלטות. מקום שבו מתרומם קרקע הים עד שעומק המים אינו מספיק למעבר אניה — נקרא שרטון. במפות החדשות מסומן בתור שרטון מקום שעמקו אינו עובר על 6 חוטמים (36 רגל או 11 מטר בערך). במפות הישנות — כשאינו עובר על 5 חוטמים. סמנו — קו סגור, בתוכו רשום עומק המים. מים רדודים, שטח רחב של הים שבו עומק המים אינו מספיק למעבר אניה. דוגמא: מפרץ פלוזיום שבין פורט סעיד ואל-עריש.

חוף מתון, קרקע הים יורד בשפוע קל. במרחק רב מהחוף מים לא עמוקים. שוניות (Reefs), שרטון שהקרקע שלו קשה: סלעי, חצץ או אלמוגי.

מחסום (Bar), שרטון הנמצא מול שפך נהר לים. פרטים אלה מצויינים במפה ע"י קוים המקיפים את מקום הסכנה. אולם בזה בלבד לא די. צריך לטמן מקומות סכנה אלה במציאות. לשם כך משתמשים: 1. במגדלי אור חופיים. 2. מגדלי אור על גופים צפים. 3. סימני קול.

את מגדלי האור מקימות המדינות כל אחת כמים הטריטוריאליים שלה. אולם הם נתונים תחת פקוח בין לאומי. על מגדלי האור במזרח ים התיכון מפקחת חברה צרפתית. פרטים מלאים על כל מגדלי האור רשומים בספר מגדלי האור.

יא. מגדלי אור חופיים (Light house) (בקיצור Lt) מגדלור הוא בנין (לרוב בצורת מגדלור צבוע לבן עם פסים שהורים או משבצות) השולח קרני אור משקיעת החמה ועד זריחתה. את מגדלי האור קובעים במקומות שונים על איים, לשונות יבשה, מעברים צרים, כניסות לנמלים ובמקומות סכנה. תפקידם להזכיר את יורדי הים על קרבת היבשה. לעזור בקביעת מקומם וע"י כך לכוון את דרכם. לרוב יש במגדלים אלה מספר עובדים קבועים המשגיחים על פעולה ההארה. קיימים גם מגדלים אוטומטיים, אותם מבקרים מדי פעם. מרחק הראיה של מגדלור תלוי בגובהו מעל פני הים (מרחק גיאוגרפי). בעצמת אורו ובמזג האוויר (מרחק אופטי). עד המאה שעברה היו מקימים את מגדלי האור במקומות גבוהים במטרה שיראו למרחקים גדולים. אולם המקומות הגבוהים מתכסים הכסופות עננים המסתירים אותם מעין הצופה. לכן מקימים כיום את מגדלי האור בקרבת החוף על מקום לא גבוה ביותר מעל פני הים. מרחק הראיה הרשום במפה הוא המרחק הגיאוגרפי. (ראו טבלה 1). כרגיל עובר המרחק האופטי של מגדלור על המרחק הגיאוגרפי שלו.

מגדלי האור מוארים ע"י נפט, גז, אצטילן או חשמל. לשם ריכוז קרני האור ושליחתן למרחקים משתמשים במראה או עדשה, כדי להבדיל בין מגדלור למשנהו קבעו סימני אור וצבעים מיוחדים לכל

אחד מהם. סימנים אלה וגם צבע האור רשומים במפה ליד כל מגדלור ע"י קיצורים. בתוך אזור של 40 מיל אין למצוא שני מגדלור אור שסימן אורם שווה.

סימני האור השונים

1. קבוע. במפה רשום (Fixed) F מראה בלי הפסקה אור בצבע אחד.

2. מנצנץ. (Flashing) Fl מראה נצנץ אחד וככה לשניות מספר.

3. קבוע ומנצנץ (Fixed and Flashing) F. Fl מחזק את אורו מדי פעם. ממרחק יראה כמנצנץ.

4. קבוצת נצנוצים (Group Flashing) GP. Fl מראה מספר נצנוצים (2—3—4), בזה אחר זה בהפסקות קצרות (בצבע אחד או בצבעים שונים) וככה לשניות מספר).

5. סובב. (Revolving) Rev. אור מתחזק עד שיא ידוע ויורד בהדרגה. לאחר שניות מספר מתחיל אורו להתחזק וחוזר חלילה.

6. מתעלם. (Occulting) Occ. אור קבוע הנעלם בהפסקות. המגדל יראה בזמן ההפסקה אור חלש. משך האור. במגדלור זה, עולה על משך ההושך.

7. מתחלף. (Alternating) Alt. מחליף את צבע אורו — לרוב לבן ואדום.

8. אנכי. (Vertical) Vert. שני אורות או יותר, קבועים, האחד מעל לשני.

מלבן סימן האור רשומה לפעמים ליד מגדל האור האות (Unwatched) ופירושה שהמגדלור עובד באופן אוטומטי ואין בו השגחה אולם נתון תחת פקוח.

את מגדל האור מזהים לא רק לפי סימן וצבע האור המיוחדים להם, אלא גם לפי הזמן שאורך מחזור אחד של אורות. התאור המלא של מגדלור יהיה אם כן כדלקמן:

דגמא 1: Lt. Carmel Fl. ev. 5 sec. 528 ft. Vis. 30 M. מגדלור הכרמל מנצנץ בכל 5 שניות. גבוה מעל פני הים 528 רגל. נראה (Visible) למרחק 30 מיל ימי.

דגמא 2: Lt. Auja GR. Fl. 2 g ev. 10 sec. 65 ft. Vis. 8 M. מגדלור הירקון. קבוצה של שני נצנוצים בצבע ירוק. במחזור (מהראשון עד השלישי) של 10 שניות. גבוה מעל פני הים 65 רגל. נראה למרחק 8 מיל ימי.

ביום אפשר להכיר את המגדלור לפי צורתו או פרטים אחרים הניתנים בספר מגדלי האור.

כהשלמה למגדלי האור החופיים הוקמו במקומות שונים לאורך החוף עמודים או מגדלים בתור נקודות אחיזה ביום. אף הם מסומנים במפות החוף ובספרי החופאות.

מגדלי אור על מצופים. לשם אזהרה על סכנת השרטונות וסלעים הנמצאים במרחק גדול מהחוף מקימים מגדלי אור על גופים צפים: אניות מיוחדות לכך (ספינות אור) או מצופים הקשורים למקום ע"י עוגן (מצופי אור). אף הם מסומנים במפה ולידם רשום התאור המלא של מגדל האור. האניה הנושאת את האור מסומנת ביום ע"י כדורים או רומבוסים התלויים על התורן. לפעמים הן מצוידות בתחנת הצלה ובתחנת רדיו ומשרדות הודעות על מזג האוויר המתקרב. גובה מי הים, הזרמים ומצב הקרח.

בכניסה לנמלים ובתוכם, כמו כן במעברים צרים, קבועים מצופים נושאי אור או מצופים משני צדי מעבר האניה. המצופים הקבועים בשמאל המעבר צבועים אדום וצבע אורם אף הוא אדום, הללו שבצד ימין נושאים את הצבע הירוק. הימין והשמאל נחשבים לפי הכנס מצד הים. בנהרות — עם הזרם, כמקובל. המצופים צבועים בצבע לבן, אדום, שחור ועוד. יש מהם צבועים בפסים אופקיים, אנכיים או משוברים. המצופים שאינם נושאים אור משמשים לפעמים לקשירת אניה.

אורות הנמל עצמו והמצופים — מלבד אורות הכניסה — אינם רשומים במפות הכלליות ומפות החוף, אלא בתרשימים ובספרי החופאות.

יב. סימני קול. ישנם מקומות שהערפל נפוץ בהם ומפריע למגדל אור להראות בלילה ומסכן את מהלך האניות אפילו ביום. במקומות אלו מצידים את מגדל האור בתחנות המשרדות סימני קול בזמן הערפל. תחנות אלו מודיעות על הסכנה הקרובה ע"י שיטה מוסכמת של צפירות, פעמונים, שופר, סירנה או קולות נפץ. מהן נשמעת הסירנה למרחק הגדול ביותר, דהיינו עד 15 מיל ימי. אולם אי אפשר לקבוע את מקום האניה. לכן החלו בזמן האחרון לשלוח את סימני הקול בדרך תת־ימית. סימנים אלה נקלטים ע"י מכשירים מיוחדים הקבועים בתחתית האניה. יתרון השיטה הזו הוא שהקול מתפשט במים בלי הפרעות, מגיע עד מרחק של 23 מיל. במהירות גדולה פי 5, 4 מאשר באויר.

כיום מרבית להשתמש בתחנות רדיו שלפי הכוונים שלהם קל לקבוע את מקום האניה.

מקומות הסכנה וסימני אזהרה הקיימים במציאות רשומים, אם כן, במפות ובתרשימים במקומם המתאים. תאורם המפורט רשום בספרי החופאות. במקרה שחל שנוי בעומק הקרקע או בסימני הדרך מודיעים על כך המוסדות ההידרוגרפיים (ע"י חוזרים) לכל יורדי הים ועליהם להכניס את השנויים למפות המתאימות שברשותם.

ידיעות שוטפות

בנמלים שיש בהם תחנות הידרוגרפיות מוסרים ע"י פרסום במקומות המיוחדים לכך בנמל ידיעות יום יומיות על:

1. הזמן האורחי המקומי המדויק. זמן זה ניתן ע"י יריה או ע"י נפילת כדור מיוחד לכך בשעות קבועות.
2. הודעות על גובה מי הים בכל שעות היום. הן ניתנות ע"י שיטה של כדורים או דגלים. פרטים אלה רשומים בספרי החופאות לכל נמל.

3. הודעות על מזג האויר. התחנה מפרסמת בכל יום ידיעות מטאורולוגיות ומוציאה מפות סנופטיות. במקרה שעומדת לפרוץ סערה מרימים על תורן התחנה קונוסים (ביום) או פנסים (בלילה) המסמנים את הכוון המשוער שממנו תשוב הרוח.

פרק ד'

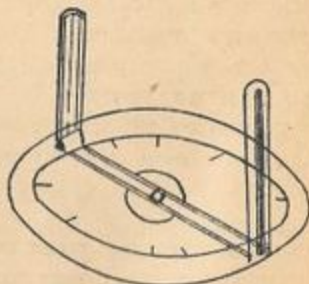
קביעת כוונים וקורסים

כוון הוא הזווית שבין הקו המאחד שתי נקודות שעל פני הכדור או במפה ובין הצפון.

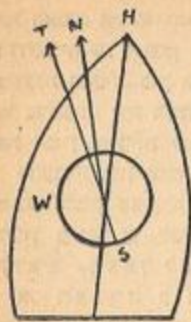
קורס הוא הזווית בין קו השרדית של האניה והצפון.

כוונים אפשר לקבוע בעזרת מכשירים שונים. הדרך הפרימיטיבית ביותר היא להעביר קו דמיוני שיעבור מהעין דרך מרכז המצפן אל הנקודה שאת הכוון אליה ברצוננו לקבוע. המעלה שבה יתווד קו זה את טבלת המצפן תהיה הכוון ממנו לנקודה זו. אחד המכשירים הנפוצים ביותר למטרה זו הוא הכוון.

כוון (ציור 16) מכשיר זה קבוע על מסגרת המצפן ויש בו שתי טבלאות כוון אנכיות: שאחת חריץ ובשניה מתוחה נימה. בין שתי טבלאות הכוון מתוחה נימה אופקית כדי לקחת כוון אל נקודה צריך לקרב את הטבלא עם החריץ אל עין אחת (את השניה עוצמים) ואת הנימה שבתבלא השניה שמים על הקו המאחד את הנקודה עם העין. הנימה האופקית מראה על המצפן את כוון המצפן אל



ציור 16



ציור 18

האחת תהיה הכוון המגנטי מ" A ל" B.
 השניה A תהיה הכוון המגנטי מ" B ל" A.
 קורס מגנטי של אניה הוא הזווית
 שבין המישור האנכי העובר דרך ציר האניה
 ובין המרידין המגנטי. את הקורס המגנטי
 רושמים MC. — Magnetic course

- CT המרידין האמתי
- CM המרידין המגנטי
- CN הצפון שבמצפן
- CH חרטם האניה
- NESW טבלת המצפן

כוון המצפן

כוון מצפן אל נקודה מסוימת הוא הזווית שבין הקו המאחד את
 מרכז המצפן עם הנקודה ובין הצפון שבמצפן.

קורס מצפן של האניה הוא הזווית שבין המישור האנכי
 העובר דרך ציר האניה ובין הצפון שבמצפן שלה. את קורס המצפן
 רושמים C.C. — Compass course

שגיאת המצפן (Error of the Compass) זוהי הזווית שבין
 הצפון של המצפן ובין המרידין האמיתי. זוית זו שווה לסכום הריאציה
 והדויאציה של המצפן.

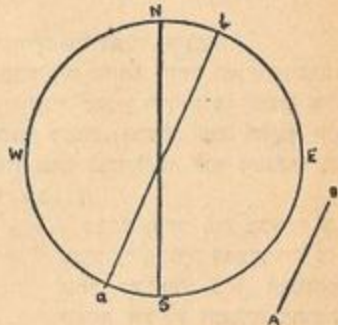
העברת כוון אמיתי לכוון מגנטי ולכוון מצפן
 ולהפך

כל הכוונים המתקבלים מהמפה הם כוונים אמיתיים. אם
 הכוון מתקבל באמצעות הטבלא המגנטית שבמפה הכוון הוא מגנטי.
 את האניה נוהגים לפי המצפן, והקורס, אם כן, הוא קורס המצפן. זרם
 רוח גורמים לסטיית האניה מדרכה והיא אינה מתקדמת לאורך
 צירה. קורס המצפן שעליו נוהגים את האניה הוא קורס מגנטי מתוקן
 בדויאציה ובסטיה. או קורס אמיתי מתוקן בשגיאה של המצפן ובסטיה

הנקודה. עם כל קביעת כוון צריך לרשום את הזמן שבו הוא נמדד.
 את הכוון אפשר לקבוע גם בעזרת רדיו (כוון רדיו) או קול (מטה)
 התמימית) בשתוף עם תחנות שדור מיוחדת לכך.

כוון אמיתי

כוון אמיתי, הוא הזווית שבין הקו המאחד שתי נקודות על פני
 הכדור (או במפה) ובין המרידין הגיאוגרפי. מקבלים אותו בדרך
 זו: מעבירים דרך מרכז



ציור 17

שושנת הרוחות שבמפה קו
 מקביל לקו המאחד את שתי
 הנקודות (A, B) במפה.
 הקו יחצה את המעגל של
 שושנת הרוחות בשתי נקו-
 דות ab. הנקודה האחת b,
 היא הכוון האמיתי מנקודה
 A לנקודה B (ציור 17).
 הנקודה השניה a היא הכוון
 האמיתי מ" B ל" A.

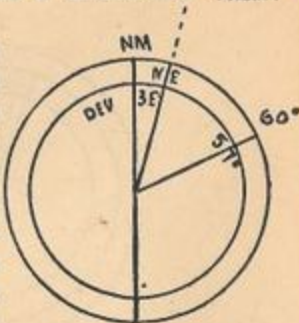
קורס אמיתי של
 אניה הוא הזווית שבין המישור האנכי העובר דרך ציר האניה ובין
 המרידין הגיאוגרפי. את הקורס האמיתי רושמים TC.—true course
 כוון מגנטי

כוון מגנטי הוא הזווית שבין הקו המאחד שתי נקודות על כדור
 הארץ או במפה ובין המרידין המגנטי. מקבלים אותו בדרך המוסכמת
 לעיל והנעשית הפעם על הטבלא המגנטית הרשומה במפה.
 הקו יחצה את הטבלא בשתי נקודות:

ב. העברת כוון מגנטי לכוון מצפן ולהפך.

דוגמא: $M.C. = 60^\circ$ Dev. 3° E. C.C. = ?

שרטט מעגל ומרידין מגנטי העובר במרכזו (ציור 20). שרטט בתוכו מעגל שני המסמן את טבלת המצפן ובה הצפון נוטה 3° מזרחה מהמרידין המגנטי. סמן קו בזווית של 60° מהמרידין המגנטי. קו זה חוצה את טבלת המצפן במעלה 57. אלו היתה הדויאציה מערבית היה אותו קו חוצה את טבלת המצפן במעלה 63. מכאן נובעות נוסחאות אלו:



ציור 20

1. להעברת כוון מגנטי לכוון מצפן: «מפה למצפן»

$$C.C. = M.C. + Dev. W.$$

$$C.C. = M.C. - Dev. E.$$

2. להעברת כוון מצפן לכוון מגנטי: «מצפן למפה»

$$M.C. = C.C. - Dev. W.$$

$$M.C. = C.C. + Dev. E.$$

אנו רואים ששתי השאלות הנ"ל נפתרות באופן דומה.

ג. העברת כוון אמיתי לכוון מצפן ולהפך.

דוגמא: $T.C. = 155^\circ$; Var. $5^\circ 30' W$; Dev. $2^\circ 30' E$

C.C. = ?

שרטט שלשה מעגלים בעלי מרכז אחד ורדיוס שונה (ציור 21). העבר דרך המרכז מרידין אמתי. שרטט ביחס אליו את המרידין המגנטי (לפי הוריאציה הנתונה) עד המעגל האמצעי. שרטט ביחס למרידין המגנטי את הצפון של המצפן (לפי הדויאציה הנתונה) עד המעגל הפנימי. סמן קו בזווית של 155° מהמרידין האמיתי.

של האניה. את הוריאציה של המקום אנו יודעים מהמפה הימית. את הדויאציה של המצפן אנו מקבלים מטבלת הדויאציה, ואת הסטייה — מטבלת הסטייה. כוון אמיתי ומגנטי מחשבים במעלות בחלוקה רציפה או ברבעיות. כוון המצפן ניתן לרוב בנקודות. במקרה זה יש להעביר את הכוון ממעלות לנקודות.

להעברת כוון אמיתי לכוון מגנטי או לכוון מצפן, ולהעברת כוון מגנטי לכוון מצפן קוראים «מפה למצפן». להעברת כוון מצפן לכוון מגנטי או לכוון אמיתי ולהעברת כוון מגנטי לכוון אמיתי קוראים «מצפן למפה».

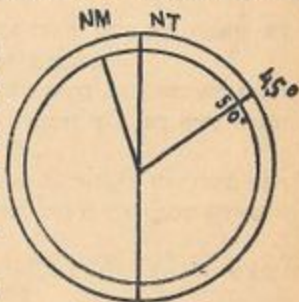
א. העברת כוון אמיתי לכוון מגנטי ולהפך.

דוגמא: $T.C. = 45^\circ$ Var. $5^\circ W$

מזו קורס המגנטי $M.C. = ?$

שרטט מעגל ומרידין העובר

במרכזו (ציור 19). שרטט בתוכו מעגל שני המסמן את הטבלא המגנטית ובה הצפון נוטה 5° מערבה מהמרידין האמיתי. סמן קו בזווית של 45° מהמרידין האמיתי. קו זה חוצה את הטבלא המגנטית במעלה 50. אילו היתה הוריאציה $5^\circ E$, היה אותו קו חוצה את הטבלא המגנטית במעלה 40. מכאן נובעות נוסחאות אלו:



ציור 19

1. להעברת כוון אמיתי לכוון מגנטי: «מפה למצפן»

$$M.C. = T.C. - Var. E$$

$$M.C. = T.C. + Var. W$$

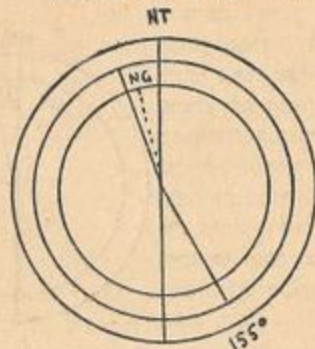
2. להעברת כוון מגנטי לכוון אמיתי: «מצפן למפה»

$$T.C. = M.C. + Var. E$$

$$T.C. = M.C. - Var. W$$

קו זה חוצה את הטבלא המגנטית במעלה $160^{\circ} 30'$.

$$M.C. = T.C. + \text{Var. W.}$$



ציור 21

וכאן $M.C. = 155^{\circ} + 5^{\circ} 30' = 160^{\circ} 30'$ ואת טבלת המצפן במעלה
 $C.C. = M.C. - \text{Dev. E. } 158 = 160^{\circ} 30' - 2^{\circ} 30' = 158^{\circ}$ וכאן

מכאן נובעות הנוסחאות:

1. להעברת כוון אמיתי לכוון מצפן "מפה למצפן"
 $C.C. = T.C. + \text{Var. W} + \text{Dev. W.}$
 $C.C. = T.C. - \text{Var. E} - \text{Dev. E.}$

2. להעברת כוון מצפן לכוון אמיתי: "מצפן למפה"
 $T.C. = C.C. - \text{Var. W} - \text{Dev. W.}$
 $T.C. = C.C. + \text{Var. E} + \text{Dev. E.}$

השגיאה של המצפן: (Error of the compass) שוה, כאמור, לסכום הוריאציה והוויאציה שהן בנות סמן אחד (שתיהן מזרחיות או שתיהן מערביות) ושוה להפרש שבין שתיהן כשהן בנות

סימנים שונים (האחת מערבית והשניה מזרחית), לכן במקום הנוסחאות הקודמות נקבל נוסחאות אלו:

"מפה למצפן"
 $C.C. = T.C. + \text{Error W.}$
 $C.C. = T.C. - \text{Error E.}$
 "מצפן למפה"
 $T.C. = C.C. - \text{Error W.}$
 $T.C. = C.C. + \text{Error E.}$

בדוגמא הנ"ל שוה השגיאה של המצפן ל-

$$5^{\circ} 30' W - 2^{\circ} 30' E = 3^{\circ} W$$

$$C.C. = 155^{\circ} + 3^{\circ} = 158^{\circ}$$

ומכאן:

ד. סיכום.
 מהנוסחאות הנ"ל נובע:

1. כדי להעביר כוון מ"מפה למצפן" (המפה מימין לסימן ההשוואה) יש להוסיף לכוון הנתון את הוריאציה, הדויאציה או את סכומן (שגיאת המצפן) כשהם מערביים ולהחסיר אותם מהכוון הנתון כשהם מזרחיים.

2. כדי להעביר כוון מ"מצפן למפה" (המצפן מימין לסימן ההשוואה) יש להחסיר מהכוון הנתון את הוריאציה, הדויאציה או את סכומן (שגיאת המצפן) כשהם מערביים ולהוסיף אותם לכוון הנתון כשהם מזרחיים.

טבלא א'

וריאציה, דויאציה או שגיאת המצפן		
E	W	
-	+	מפה למצפן
+	-	מצפן למפה

השפעת הסטייה של האניה על הקורסים
 הוות שבין המישור האנכי העובר דרך חרטום האניה וירכתיה

טבלא ב'

מפה למצפן	ס.מ/ש	ס.מ/י
מצפן למפה	+	-
	-	+

הערה: החוקים האלה בקשר עם סטיה אינם חלים על סירת מפרש ברוח קדמית חדה.

ד. סיכום כללי:

טבלא ג'

מפה למצפן	וריאציה, דויאציה או שגיאת המצפן		סטיה	
	E	W	מ/ש	מ/י
מצפן למפה	-	+	+	-
	+	-	-	+

בכל המפות שמשורטטת בהן טבלא מגנטית מצטמצם התקון לדויאציה וסטיה, אולם את השנוי השנתי של הוריאציה מחשבים כמו וריאציה.

תקוני כוונים בחלוקה רבעית.

כל פעולה הנעשית ברבע הראשון וברבע השלישי הנושאים את הסימן החיובי + תעשה לפי הכללים הנ"ל. כל פעולה הנעשית ברבע השני וברבע הרביעי הנושאים את הסימן השלילי (-) תעשה אף היא לפי הכללים הנ"ל. אולם הסימן (-) יבוא לפני הכוון תרגילים

א. מפה למצפן: חשב את קורס המצפן שעליו יש לנהוג את האניה כדי שהיא תתקדם למעשה לפי הכוון האמיתי שקבעת במפה.

ובין קו התקדמותה נקראת הסטיה של האניה. הסטיה נגרמת ע"י פעולת הגלים, הזרם והרוח. הסטיה הגדולה ביותר תהיה כשהרוח חשוב בנצב לאניה. בסירות מפרש תגדל זווית הסטיה ככל שהרוח חשוב עליה בזווית יותר חדה. הקורס הוא הכוון שעליו צריכה האניה להתקדם. אולם בהתחשב עם הסטיה עלינו להפנות את חרטום האניה מהקורס שלה אל עבר הזרם, הרוח וכו' בסכום מעלות השווה לזווית הסטיה. בדרך זו תתקדם האניה אל הכוון הרצוי הנקרא קו הנסיעה. הקורס שעליו ינהגו את האניה ייקרא קורס המצפן המתוקן.

א. במפנה שמאלי תסטה סירת מפרש ימינה וכדי לתקן את הקורס עלינו להחסיר ממנו את זווית הסטיה. במפנה ימיני תסטה הסירה שמאלה וכדי לתקן את הקורס עלינו להוסיף לו את זווית הסטיה. פעולה זו נקראת "מפה למצפן".

דוגמא: $C = 40^\circ$ ס.מ/ש

(סטיה מפנה שמאלי) 5°

קורס המצפן המתוקן

$$40^\circ - 5^\circ = 35^\circ$$

ב. כדי לרשום את קו התי-

קדמות הסירה על המפה

"מצפן למפה" מתקנים את ה-

קורס בזווית הסטיה. במפנה

שמאלי תסטה הסירה ימינה

ויש להוסיף לקורס את

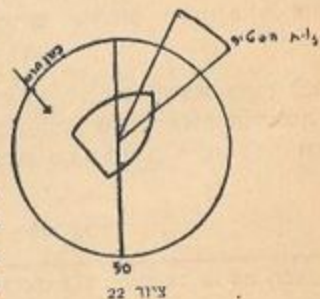
זווית הסטיה. במפנה ימיני תסטה

הסירה שמאלה-ויש להחסיר מהקורס את זווית הסטיה.

דוגמא: את הסירה נהיגים לפי קורס מצפן 35° ס.מ/ש.

מתי התקדמות הסירה למעשה? $C.C. = 35^\circ + 5^\circ = 40^\circ$

ג. סיכום:



נתונים

חלוקה רציפה
T.C. = 120°
Var. = 3°

חלוקה רבעית
T.C. = S 60° E
Var. = 3° W 1934 increasing
about 10' annually

גדלה בקרוב ב"10' לשנה.

Dev. = 2° W
ש/מ.ס = 10°

Dev. = 2° W
ש/מ.ס = 10°

מתרון:

מספר השנים שעברו מתאריך המפה 1940 — 1934 = 6
שני הנטיה משנת 1934 — 1940
הוריאציה בשנת 1940
שגיאת המצפן

חלוקה רציפה

T.C. = 120°

Error = + 6° W

ש/מ.ס = -10°

M.C. = 120° + 6° - 10° = 116°

חלוקה רבעית

T. C. = - 60°

Error = + 6° W

ש/מ.ס = -10°

C.C. = -60° + 6° - 10° = -64° = S 64° E

ב. מצפן למפה: רשום במפה (1) את הקורס המגנטי. (2) את הקורס האמיתי שבו מתקדמת האניה לפי קורס המצפן עליו אתה נוהג אותה.

נתונים

חלוקה רציפה
C.C. = 328°

חלוקה רבעית
C.C. = N 32° W

Var. = 3° E 1934 decreasing about 10' annually

Var. = 3° E

(קטנה בקרוב ב"10' לשנה).

Dev. = 4° W
7° = י/מ.ס

Dev. = 4° W
7° = י/מ.ס

מתרון:

מספר השנים שעברו מתאריך המפה 1940 — 1934 = 6
שני הנטיה משנת 1934 עד שנת 1940

חלוקה רציפה

C.C. = 328°

י/מ.ס = -7°

Dev. = -4° W

שני Var. = -1° W

M.C. = 328° - 7° - 4° - 1° = 316°

חלוקה רבעית

C.C. = -32°

י/מ.ס = -7°

Dev. = -4° W

שני Var. = -1° W

M.C. = 32° - 7° - 4° - 1° = -44° = N 44° W

נרשום את הקורס המגנטי על המעלה 316 של הטבלא המגנטית שבמפה (המסומנת לפי שנת 1934, לכן הבאנו בחשבון את שני הוריאציה).

M.C. = 316°

Var. = 3°

T.C. = 316° + 3° = 319°

M.C. = -44°

Var. = 3°

T.C. = -44° + 3° = -41° N 41° W

קביעת מקום בים

קביעת מקום לפי כוונים. כדי למצוא את מקום האניה (ראה להלן) עלינו לרשום על המפה את הכוונים אל נקודות החוף. הכוון המתקבל הוא כוון מצפון ועל המפה רושמים אך ורק את הכוון האמתי. לכן עלינו להעביר תחילה את כל הכוונים לאמתיים. העברה זו תיעשה לפי כללי ההעברה מכוון לכוון.

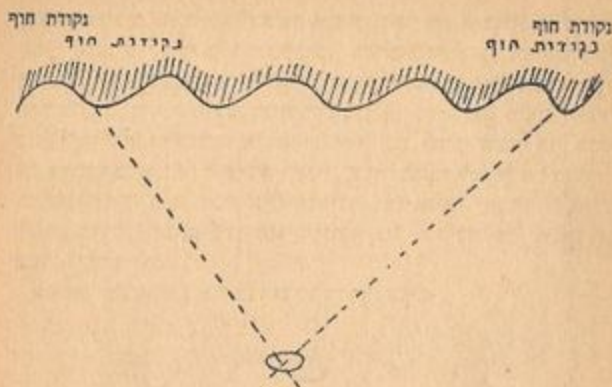
כיצד רושמים כוון אמתי על המפה. הכוון אל הנקודה הוא הכוון מהצופה אל הנקודה, אולם מקומו של הצופה על המפה טרם נקבע. לכן רושמים את הכוון על המפה מהנקודה אל הצופה.

פעולה זו נקראת רישום הפוך של כוון.

אפשר לקבוע את מקום האניה באחת הדרכים הרשומות להלן:

- שני כוונים אל שתי נקודות חוף.
- שני כוונים אל נקודת חוף אחת הנמדדים בזמנים שונים.
- כוון אחד אל נקודת חוף הנראית אל האופק שגבהה ידוע.
- כוון אחד ועומק הים.
- שתי זוויות אופקיות בין שלש נקודות חוף.
- כוון אל נקודת חוף והזווית האנכית שלה.

א. קביעת מקום לפי שני כוונים אל שתי נקודות חוף. כדי לקבוע את המקום בדרך זו יש לבחור בשתי נקודות שזהותן ברורה והרשומות במפה. ברגע ידוע קובעים את הכוון מהאניה אל אחת הנקודות. כוון זה הוא כוון המצפן. אחרי התקונים הדרושים רושמים אותו במפה. ברגע שקבענו את הכוון הראשון קובעים את הכוון לנקודה השניה ורושמים גם אותו במפה



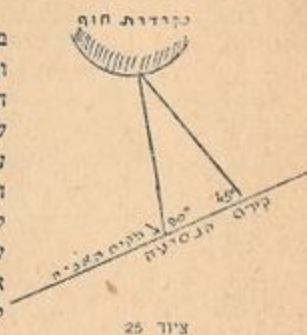
צור. 25

אחרי התקונים המתאימים. מקום הפגישה של שני הקווים האלה הוא מקומה של האניה. רצוי לבחור בשתי נקודות חוף שהזווית ביניהן קרובה ל- 90° . אולם אסור שתהא חדה מ- 30° וכהה מ- 150° . נקודות קרובות רצויות יותר מרחוקות. כי השגיאה גדלה והולכת עם גדול המרחק. לשם בקורת אפשר לקחת כוון לנקודת חוף שלישית.

ב. קביעת מקום לפי שני כוונים אל נקודת חוף אחת. באין על האופק אלא נקודת חוף אחת (ברורה, מסומנת על המפה וזהותה ברורה) קובעים את מקום האניה בדרך זו: לוקחים את הכוון אל הנקודה ורושמים על המפה (צירור 34). לאחר שהאניה שינתה את מקומה ביחס לנקודת החוף והכוון אליה השתנה לפחות ב- 30° . לוקחים שוב כוון לנקודה ורושמים שוב במפה. מניחים על שני הכוונים סרגל בכוון הקורס האמתי שבו נסעה האניה. מחשבים את הדרך שעברה האניה (במילים) בזמן שבין לקיחת שני הכוונים. מרחק זה נוטלים במחוגה ומקרבם את חודי המחוגה אל

על הקורס את מספר המילים שעברנו בין שתי המדידות. במקום זה מעבירים קו מקביל לכוון הראשון ובמקום שהוא חוצה את הכוון השני נמצאת האניה (ציור 24).

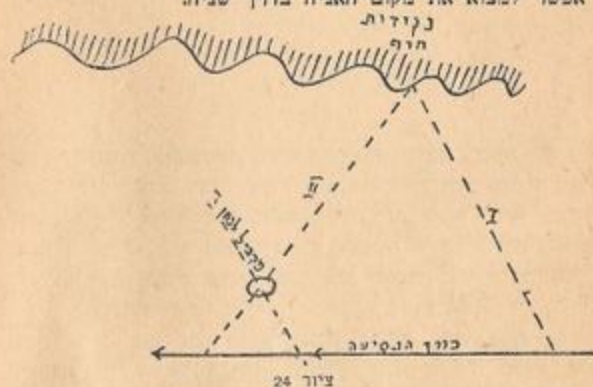
אפשר לקחת את הכוון הראשון בזמן שהזווית בין העצם בחוף והקורס של האניה שזה 45° ואת הכוון השני בזמן שהזווית ביניהם שזה 90° . מרחק האניה מהעצם על הכוון שיוצר עם הקורס (בזמן המדידה השניה) זוית של 90° שזה לדרך שעברה האניה בזמן שבין שתי המדידות. במקרה זה מקבלים את מרחק האניה מהגוף מבלי לרשום את הכוונים של המפה (ציור 25).



ג. קביעת מקום לפי כוון לנקודת חוף אחת הנראית על האופק שגבהה ידוע. בו ברגע שהופיע על האופק (במקרה שמתקרבים) או נעלם מהאופק (במקרה שמתרחקים) גוף ברור, המסומן במפה ושגבהו מעל פני הים ידוע — מגדל, גבעה (ביום) או מגדלור (בלילה) — רושמים על המפה את הכוון אל אותו גוף. מקציעים על הקו הזה את סכום המרחקים של האופק הנראה מהגוף והאופק הנראה מהצופה. באותה נקודה נמצאת האניה בזמן המדידה. מרחק הראיה של מגדלור הרשום במפה מסמן את המרחק לצופה העומד על גשר שגבהו 15 רגל. אם הצופה עומד על גשר נמוך או גבוה מ-15 רגל יש להחסיר או להוסיף למרחק הרשום במפה את הפרש מרחקי האופק לשני הגבהים.
ד ו ג א : מגדלור חיפה נראה למרחק 30 מיל. לאיזה מרחק יראה

הסרגל. מזוים את הסרגל באופן מקביל ביחד עם המחוגה עד המקום שבו יישענו שני חודי המחוגה על שני הקורס שסומנו במפה (הכוונים). רושמים עתה לאורך הסרגל את קו הנסיעה האמתי של האניה. מקום הפגישה של הקו הזה עם הכוון הראשון (i) מסמן את מקום האניה. בזמן המדידה הראשונה. מקום הפגישה עם הכוון השני (ii) מסמן את מקום האניה בזמן המדידה השניה. אסור כמובן לשנות את מהירות הנסיעה וכוונה בזמן שבין שתי המדידות. אי אפשר לקבוע את מקום האניה בדרך זו באם כוון הנסיעה הוא אל הנקודה או ממנה או בכוון הקרוב להם.

אפשר למצוא את מקום האניה בדרך שניה.



אנו מפליגים על קורס מסוים. ברגע ידוע קובעים את הכוון אל נקודת החוף ורושמים אותו במפה. כעבור זמן מסוים קובעים כוון שני לנקודה זו ורושמים אותו במפה. ממקום המצאנו המשווער בזמן המדידה הראשונה רושמים את הקורס באופן שיחצה את שני הכוונים. מהמקום שבו חוצה הקורס את הכוון הראשון מקציעים

המגדלור (א) מגשר אניה שגבהו 5 רגלים. (ב) מגשר אניה שגבהו 30 רגל.

(א) מרחק האופק המתאים לגבה של 5 רגל 2.57 מיל
מרחק האופק המתאים לגבה של 15 " 4.45 "

הפרש מרחקי האופק המגדלור יראה למרחק של 1.88 מיל
" 30 " 1.88 —

(ב) מרחק האופק המתאים לגבה של 30 רגל 28.12 מיל
מרחק האופק המתאים לגבה של 15 " 6.30 מיל
" 4.45 "

הפרש מרחקי האופק המגדלור יראה למרחק של 1.85 מיל
" 30 " 1.85 +

31.85 מיל

ד. קביעת מקום לפי כוון אחד ועומק הים. רושמים את הכוון אל הגוף על המפה. מודדים את העומק של המקום האניה נמצאת במקום הצטלבות הכוון עם קו העומק המתאים לעומק המקום. רצוי שהכוון יהא נצב לחוף ולא יעבור באלכסון אליו. בדרך זו לא נובל לדייק בקביעת מקום האניה היות ועומק הים עשוי להשתנות מוזמן הרשמו במפה. במקרה של שטחים רחבים שעומקם שווה אי אפשר להגדיר את הנקודה באופן מוחלט.

ה. קביעת מקום לפי שתי זוויות אפקיות: מודדים בעזרת המצפן את הכוונים לשלוש נקודות חוף ולפי כוונים אלו קובעים את הזוויות האפקיות. שבין הנקודה הראשונה האניה והנקודה השנייה ובין הנקודה השנייה האניה והנקודה השלישית. משרטטים על ניר שקוף נקודה ושלושה קוים יוצאים ממנה כשהזוויות ביניהן שוות לזוויות המדודות. מניחים את הניר על המפה ומסובבים

אותו עד שכל קו יפגע בנקודה שלה שייך. נקודת הפגישה של הקוים היא מקום האניה. כדי לשרטט את הזוויות האלה על הניר השקוף, אפשר להשתמש במד מעלות או במצפן הרשום במפה.

דוגמא: קיסריה נראתה על הכוון 50° . חדרה נראתה על הכוון 90° . כפר ויתקין על הכוון 140° . הזווית האפקית אשר בין קיסריה האניה וחדרה היא 40° והזווית האפקית שבין חדרה האניה וכפר ויתקין היא 50° . נשרטט על ניר שקוף נקודה ושלושה קוים היוצאים ממנה כך שהזווית בין הראשונים תהא 40° כזווית שבין קיסריה וחדרה. והזווית שבין השני והשלישי תהא 50° כזווית שבין חדרה לכפר ויתקין. נניח עתה את הניר על גבי המפה ונסובבו עד אשר הקו הראשון או המשכו יפגע בקיסריה. הקו השני או המשכו יפגע בכפר ויתקין. במקום פגישתם של הקוים נטמן נקודה על המפה אשר תציין את מקום האניה.



26 ד"ר

בשיטה זו בוחרים גם כשרוצים לבקר את המצפן. לאחר קביעת המקום במפה, כאמור, קובעים לפיו את הכוונים האמתיים אל הנקודות. ההפרשים שביניהם ובין כווני המצפן נותנים את שגיאת המצפן, ומכאן אפשר למצוא את הדויאציה שלו. כי המצפן במקרה זה אינו משמש כמצפן אלא כמד-מעלות בלבד.

יש לשים לב לכך, שבמקרה שהאניה תימצא על המעגל העובר דרך שלוש הנקודות אי אפשר יהיה להגדיר את מקום האניה. לכן, רצוי לבחור שלוש נקודות חוף הנמצאות (1) על קו אחד. (2) הנקודה האמצעית קרובה יותר אל הצופת. (3) שתי נקודות על קו ראייה אחד. (4) הנקודות משני עברי האניה.

אפשר למצוא את מקום האניה לפי שטה זו בדרך גיאומטרית:

הפלגה בזרם Current Sailing

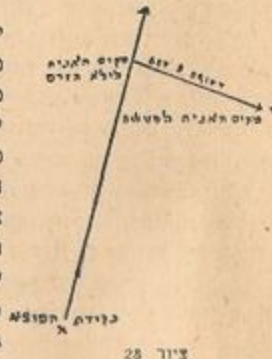
הזרם משפיע על האניה במהירותו וכוונו. לדוגמא: זרם צפוני בעל מהירות של 2 קשרים יטה את האניה מהקורס שלה בכל שעה ב-2 מיל צפונה.

הלוג של אניה. המפליגה בתוך זרם. לא משפע מהזרם והוא מראה תמיד את הדרך שהאניה עושה ביחס למים. היות והאניה ביחד עם הלוג שלה הולכים עם הזרם. ברור שבמקרה כזה לא יראה הלוג את הדרך שהאניה עושה ביחס לקרקע.

דוגמא: הלוג של אניה המפליגה במהירות של 10 קשרים בתוך זרם המנוגד בדיוק לקורס שלה במהירות של 10 קשרים יראה בכל שעה 10 מיל למרות שלמעשה, ביחס לקרקע, תעמוד האניה במקום.

מציאת כווננו ומהירותו של זרם מסוים

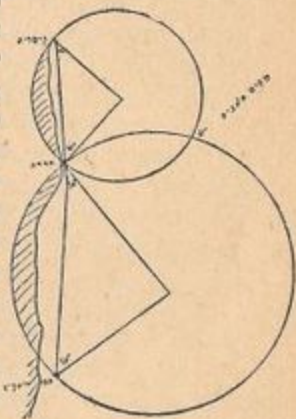
אם כונו ומהירותו של הזרם אינם ידועים אפשר למצואם בדרך פשוטה מאד דלקמן: האניה יוצאת מנקודה מסוימת ומפליגה בקורס ומהירות ידועים במשך שעה, שעתים או שלוש. כעבור זמן זה מוצאים את מקום האניה לפי נקודות חוף או תצפיות אסטרונומיות. ברור שהאניה לא תימצא במקום שבו היתה צריכה להימצא לפי הקורס ומהירות שלה (כי הזרם הטה אותה מדרכה). המרחק בין המקום שבו היא נמצאת למעשה ובין המקום שאליו היתה מגיעה לולא



ציור 25

הזווית האפקית שמצאנו בין קיסריה. האניה וחדרה היא 40°. הזווית האפקית שבין חדרה. האניה וכפר ויתקין היא 50°. מחברים על ידי קו את קיסריה וחדרה. מקיסריה ומחדרה מעבירים קו אשר יצור עם הקו המחבר את שתיהן זווית אשר תשלים את הזווית האפקית שביניהן ל-90°. במקרה שלנו זווית זו תהא בת 50°. שני קוים אלה יחתכו האחד את השני. ממקום פגישת הקוים משרטטים מעגל שיעבור דרך קיסריה וחדרה. על אחת מנקודות המעגל הנה נמצאת האניה.

כי הזווית החקפית של הקשת העוברת דרך קיסריה וחדרה היא 40° כזווית האפקית אשר מודדנו. את אותו הדבר עושים גם ביחס לחדרה וכפר ויתקין. הזווית אשר בין הקו המאחד את חדרה וכפר ויתקין ובין הקו אשר נשרטט תהיינה במקרה זה 40°. כי הזווית שמדדנו היתה 50°. גם כאן נקבל מרכז למעגל אשר על אחת מנקודותיו תמצא הסירה. שני המעגלים ששרטטנו יחתכו האחד את השני בשתי נקודות. האחת בחדרה והשניה בים. מקומה של האניה הוא המקום שבו חותכים המעגלים בים. אם הזווית האפקית שנמדוד

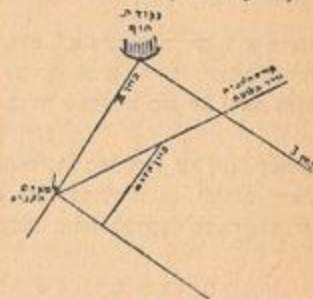


ציור 27

בין שתי נקודות עולה על 90° בונים את המשולש לצד שני ז"א על החוף וזווית הבסיס תהיינה הפעם — הזווית האפקית שמדדנו מינוס 90. אם לדוגמא הזווית בין קיסריה וחדרה תהיה 110°, נרשום את המשולש לצד היבשה וכל אחת מזוויות הבסיס שלו תהיינה $20^\circ = 110^\circ - 90^\circ$.

הזרם, יהיה המרחק שהזרם הטח אותה והנקרא Drift. אם נחלק את המרחק הזה במספר השעות שהפליגה נמצא את מהירותו של הזרם בשעה. הכוון בין הנקודה שאליו היתה מגיעה לולא הזרם, והנקודה שאליו הגיעה למעשה, יהיה כווננו של הזרם הנקרא Set (ציור 28).

קביעת מקום בזרם



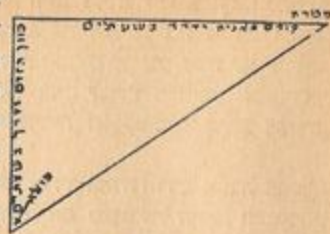
ציור 29

קובעים את הכוון לנקודת החוף ואחרי התיקונים הדרושים רוש"מים אותו במפה. כעבור זמן מסוים, נניח שעה, קובעים את הכוון לאותה נקודה (או נקודה אחרת) בשנית ורושמים אף אותו, אחרי התקונים הדרושים. במפה, מאיזו נקודה שהיא על הכוון הראשון רושמים את קורס האניה ומקצים עליו את הדרך שהאניה עברה בין שתי המדידות. מנקודה זו משרט"מ

טים את כוון הזרם ומקצים עליו את הדרך של הזרם בזמן שבין שתי המדידות. דרך נקודה זו מעבירים מקביל לכוון הראשון, ובנקודה שבה יחצה מקביל זה את הכוון השני לנקודת החוף נמצאת האניה (ציור 29). כדי לקבוע את המקום בו היתה האניה בזמן קביעת הכוון הראשון, מעבירים, דרך הנקודה בה היא נמצאה על הכוון השני, מקביל לקו המאחד את נקודת החוף בין הקורס והכוון הראשון עם הנקודה בה חוצה מהירות הזרם את כווננו. בנקודה שבה יתחוך מקביל זה את הכוון הראשון נמצאה האניה בזמן קביעת כוון זה.

מציאת קורס האניה בהתחשב עם זרם Counteracted Course. משרטטים על גבי המפה את הקו שעל האניה לחרוש במים.

היינו את הקו המאחד את נקודת המוצא עם נקודת המטרה. מנקודת המוצא רושמים את כווננו של הזרם ומקצים עליו את הדרך שיעבור בזמן רצוי נניח שעתיים, מודדים במ"חוגה דרך שהאניה תעבור עם מכונתיה במשך אותו זמן (במקרה זה שעתיים). אם מהירות המכונות של האניה



ציור 28

היא 10 קשרים, פותחים את המחוגה כדי 20 מיל, גועצים את רגל המחוגה בנקודה בה חוצה מהירות הזרם את כווננו ומקצים את 20 המילים. גועצים את רגל המחוגה בנקודה בה חוצה מהירות הזרם את כווננו ומקצים את 20 המילים על הקו שאותו על האניה לחרוש בים, היינו על הקו המאחד את נקודת המוצא עם המטרה. הכוון שבין שתי רגלי המחוגה הוא הקורס שעליו על האניה להפליג כדי להגיע למטרתה למרות פעולת הזרם (ציור 30).

ברור שבנקודה בה חוצים 20 המילים את קו החרישה תימצא האניה כעבור שעתיים, כי אם נניח שהאניה איננה עוברת עם המכונות שלה במשך שעתיים, היא תגיע לנקודה בה חוצה הזרם את כווננו. את הדרך בין נקודה זו והנקודה של 20 המילים על קו החרישה, היא צריכה לעשות במכונות שלה.

אם נחלק, בשנים, את המרחק בין נקודת המוצא ונקודה בה תימצא האניה כעבור שעתיים, נמצא את מהירותה האפקטיבית effective speed ז"א מהירות שהיא עושה ביחס לקרקע. כדי למצוא את הזמן בו תגיע האניה למטרתה, מחלקים את המרחק שבין נקודת המוצא והמטרה, במהירות האפקטיבית.

דרך זו איננה מדויקת לגמרי היות וקשה למצוא את המהירות האפקטיבית בדיקנות. קשה לקבוע את המרחק בין נקודת המוצא והנקודה בה תמצא כעבור שעתים. בדיקנות של עשיריות מילים. ואז גם המהירות האפקטיבית לא תהיה לגמרי מדויקת. ואם הדרך היא ארוכה ויש להכפיל את המהירות האפקטיבית הרבה פעמים. השגיאה תגדל.

אפשר, לכן, למצוא את הזמן גם בדרך אחרת: דרך נקודת המטרה מעבירים מקביל לקורס עד שיחצה את כווננו של הזרם, המשוורטט מנקודת המוצא. את המרחק של קו זה על האניה לעבור עם מכונותיה. ע"י חלוקת ארכו של קו זה במהירות המכונות נמצא את הזמן.

על אניה הטפליגה בורם במטרה להגיע לנקודה מסוימת בזמן קבוע, נאמר שלוש שעות, לקבוע את המהירות שתתן למכונות שלה. כדי שלמרות השפעת הזרם, תגיע למטרתה בזמן שנקבע. את מהירות המכונות מוצאים בדרך זו: מנקודת המוצא משרטטים את כווננו של הזרם ועליו מקצים את הדרך שזרם זה יעשה בזמן הקבוע. הכוון בין נקודה זו והמטרה יהיה הקורס האמתי שלפיו עליה להפליג. כדי למצא את מהירות המכונות, מחלקים את המרחק הזה בשלוש שעות.

פרק ז'

קביעת דוויאציה של המצפן

הדוויאציה של המצפן תלויה כאמור במקום ובזמן והיא מסומנת במפה הימית. לא כן הדוויאציה, התלויה בסובב את המצפן. בסירת מפרש שבה חלקי המתכת מעטים מאד אפשר להניח שהדוויאציה היא אפס. אולם תתכן שגיאה שנפלה בזמן הרכבתו. בסירות שיש בהן חלקי מתכת או מטען או מנוע ובאניות ובספינות בנויות פלדה ישנה

דוויאציה תלויה במדור המתכת ובמקומו של המצפן. כיווני ההשפעה של ברזל האניה על המחט המגנטית משתנים עם כל שנוי בקורס. לכן, יש לחשב ולתקן את קורס האניה בדוויאציה שונה בכל קורס לחוד.

קימות כמה שיטות לקביעת זווית הדוויאציה. א) לפי הכוכב הצפוני. האניה מפליגה בקורס מסוים קובעים את כווננו של הכוכב הצפוני לפי המצפן של האניה, ההבדל בין הצפון ובין הכוון שעליו יראה הכוכב הצפוני הוא שגיאות המצפן. ע"י נכוי הדוויאציה מוצאים את הדוויאציה.

דוגמא: הכוכב הצפוני נראה על הכוון $N 10^\circ E$ הרי ששיגאת המצפן היא 10 למערב. אם הוריאציה במקום זה היא $4^\circ W$, הרי שהדוויאציה היא $6^\circ W$ מכינים רשימה של 32 קורסים לפי 32 הנקודות או 36 קורסים בהבדל של 10° אחד מהשני. האניה מפליגה על כל אחד מהקורסים האלה ובכל קורס בודקים באופן נפרד את כווננו של הכוכב הצפוני ומוציאים לפי זה את הדוויאציה לכל קורס. עורכים טבלת הדוויאציה אשר בצד אחד רשום קורס המצפן שלפיו התקדמה האניה ומצד שני הדוויאציה המתאימה לקורס זה ומשתמשים בטבלה זו בזמן ההפלגות לתיקון קורס הנסיעה. באם קורס הנסיעה הוא בין שני קורסים אשר להם נקבעה דוויאציה, מחשבים את הדוויאציה הממוצעת בין שני הקורסים האלה. (ראה טבלת וריאציה). כדי לקבל דוויאציה יותר מדויקת אפשר לשרטט עקומה של הדוויאציה. את העקומה משרטטים בדרך זו. על ניר מילימטרי משרטטים קו מרכזי ועליו בהבדלים של 10 מ"מ רושמים את הקורסים השונים. מול כל קורס שעל הקו המרכזי רושמים את הדוויאציה המתאימה לו באופן שכל מילימטר יסמן מעלה. מקבלים עתה מספר נקודות המבטאות את הדוויאציות לכל הקורסים. מאחדים את כל הנקודות האלה ע"י קו ומקבלים את עקומת הדוויאציה. (ראה עקומת הדוויאציה).

ב. בוחרים במפה שתי נקודות חוף ברורות שישנה אפשרות לראות מהים על קו אחד, כגון שני מגדלים. מוצאים לפי המפה את הכוון האמיתי שבין שתיהן ועתה מפליגים בקורסים שונים. ברגע שרואים את שתי הנקודות על קו אחד קובעים את הכוון שבין שתיהן. ההבדל בין הכוון שמצאנו ובין הכוון האמיתי בין שתי הנקודות היא שגיאת המצפן. ע"י נכוי הוריאציה מוצאים תא הודיאציה לקורס זה. בצורה זו מודדים את הודיאציה לכל קורס ורושמים בטבלת הודיאציה. ישנם נמלים אשר בהם ישנם שני עמודים מיוחדים למטרה זו.

דוגמא: הכוון האמיתי בין שתי הנקודות הוא 126° . הסירה חצתה את המשכו של הקו בנטיעה על $40^\circ CC$ בו ברגע שמהסירה נראו שתי הנקודות על קו אחד. נקבע הכוון ביניהם ונמצא 136° . הרי שגיאת המצפן היא 10° למערב. אם הוריאציה היא 2° למזרח הרי שהודיאציה היא 12° למערב.

ג. על החוף עומד אדם ובידו מצפן שאינו מושפע מודיאציה. הסירה מפליגה בקורס מסוים. ברגע ידוע קובעים את הכוון מהסירה לאדם על החוף. באותו זמן קובע האדם על החוף את הכוון ממנו את הסירה. ההבדל בין הכוון שמצא האדם ובין הכוון שנקבע מהסירה (ההבדל של 180°) היא הודיאציה ולא שגיאת המצפן. כי שני המצפנים זה שבסירה וזה של האדם מושפעים מודיאציה.

דוגמא: האדם על החוף נראה מהסירה על הכוון 70° . האדם רואה את הסירה על הכוון 265° . הרי שהודיאציה היא $E 15^\circ$. בצורה זו אפשר לקבוע את טבלת הודיאציה.

ד. מוצאים את מקומה של האניה על המפה לפי שתי זוויות אפקיות. קובעים את הכוון לאיזו נקודה שהיא על החוף ומוצאים את כוון המצפן אליה. מהמפה אפשר לקבל את הכוון האמיתי אל נקודה זו (כי מקומנו ברגע זה ידוע). ההבדל בין כוון המצפן והכוון האמיתי הוא שגיאת המצפן. ע"י נכוי הוריאציה מוצאים את הודיאציה.

בטבלה שנמצאה לפי הדרכים הנ"ל אפשר להשתמש בתרגילים של מצפן למפה. אשר בהם האניה מפליגה על קורס מסוים לפי המצפן שלה ויש לרשום אותו או איהו כוון שנקבע במפה. כי לקורס מצפן זה נקבעה הודיאציה.

דוגמא: האניה מפליגה על הקורס של 70° . הכוון לנקודת חוף לפי מצפן זה נמצא על 150° . כוון זה הוא כוון המצפן. כדי לרשום אותו במפה יש לתקנו בוריאציה ובודיאציה. את הוריאציה נקבל מהמפה ואת הודיאציה מהטבלה. כי הודיאציה לקורס המצפן של האניה 70° נקבעה.

בתרגילים של מפה למצפן אי אפשר להשתמש לתיקון הודיאציה בטבלה הנ"ל. כי, למשל, אם מצאנו לפי המפה שהקורס בין שתי נקודות הוא 70° כדי לקבל את הודיאציה לקורס זה. אין אפשרות להשתמש בטבלה הקודמת. כי הודיאציה הרשומה שם עבור הקורס 70° היא הודיאציה לקורס המצפן 70° בשעה שהאניה עמדה עם הרטומה על 70° לפי המצפן שלה ולא על 70° קורס אמיתי. כדי לקבל את הודיאציה לתרגילים של מפה למצפן קימת טבלה שניה לפי הקורס המגנטי. ועתה כדי למצוא את הודיאציה המתאימה לקורס אמיתי ידוע מתקנים את הקורס הזה בוריאציה. מקבלים את הקורס המגנטי ונכנסים לטבלה המגנטית עם הקורס המגנטי הזה ומוצאים את הודיאציה המתאימה לו.

את טבלת הודיאציה לקורס המגנטי מוצאים ע"י העקומה הקודמת שנמצאה עבור קורס המצפן. גם כאן משרטטים על נייר מילימטרי קו מרכזי ורושמים עליו 36 קורסים. אבל הפעם הקורסים האלה יהיו מגנטיים. לפי הודיאציה שנמצאה עבור קורס מצפן מסוים. מוצאים את הקורס המגנטי. לקורס מגנטי זה מתאימה אותה הודיאציה. רושמים אותה על הנייר המילימטרי במקום המתאים לקורס מגנטי זה.

דוגמא: בשביל קורס המצפן 40° נמצאה דואציה של $9^\circ W$

הרי שהקורס המגנטי כאן יהיה 31° . מול המקום בקו המרכזי ששרטטנו שיתאים לקורס מגנטי 31° . רושמים דוואציה של $9^{\circ} W$. בצורה זו מוצאים את הדוואציות לכל הקורסים המגנטיים לפי הקורסים של המצפן ורושמים את הדוואציות המתאימות להן ומשרטטים את העקומה. עתה לפי עקומה זו מוצאים את הדוואציה לכל 36 הקורסים שרשמנו על הקו המרכזי ועורכים את טבלת הדוואציה לפי הקורס המגנטי ומשתמשים בטבלה זו בתרגילים של מפה למצפן כנ"ל. (ראה טבלת דוואציה ועקומת דוואציה לפי מגנטיק).
קביעת זווית הדחי

זווית הדחי היא הזווית שבין כוון התקדמותה של הסירה לפי המצפן ובין הקו שהיא חורשת במים. את זווית הדחי אפשר למצוא בכמה דרכים:

- הסירה מתקדמת בקורס מסוים לפי המצפן וכעבור כמה זמן מוצאים את מקום הסירה על המפה. הזווית שבין קו הקורס שעליו התקדמה הסירה לפי המצפן ובין הקו המאחד את נקודת המוצא של הסירה עם זו שבה היא נמצאת כרגע היא זווית הדחי.
- הסירה יצאה מנקודה מסוימת בקורס מסוים. כעבור כמה זמן קובעים את הכוון מהסירה לנקודת היציאה. ההבדל בין הכוון הנגדי לקורס (המנוגד לו ב"180) ובין הכוון לנקודת המוצא היא זווית הדחי.

דוגמא: הסירה יצאה מעטלית בקורס צפון. כעבור זמן מה נראתה עטלית על הכוון 195. הרי שזווית הדחי היא 15° . ואילו נראתה עטלית על הכוון 180° לא היתה זווית דחי בכלל.

- זורקים אחרי הסירה מצוף בשעה שהיא מתקדמת בקורס מסוים. קובעים את הכוון מהסירה למצוף. ההבדל בין הכוון הנגדי לקורס ובין הכוון למצוף הוא זווית הדחי. במקום מצוף אפשר לקבוע את הכוון של הקו שהסירה משאירה אחריה בים. בשלושת הדרכים האלה אפשר לקבוע את זווית הדחי של כל סירה

ברוחות בעלות כוח שונה וכוויות רוח שונות ביחס לסירה ולערוך טבלת דחיים שתשמש בשעת ההפלגות לתיקון קורס הנסיעה (ראה טבלת הדחי).

פרק ה'

כרית

סבת הכרית. כרית גדול וכרית קטן. גיל הכרית העליונה והירידה של פני הימים והאוקיאנוסים הבאה בהשפעת כוח המשיכה של השמש והירח נקראת כרית. לירח כוח משיכה על המים גדול מאשר לשמש מפאת קרבתו אל כדור הארץ (כוח המשיכה נמצא ביחס הפוך לרובע המרחק). לכן הכרית הוא תוצאה של כוח המשיכה אשר לירח.



ציור 31

ציור 31 מראה את מצב השמש והירח במולד ובחצי חדש (ראשית הרבע הראשון והשלישי) כשהם פועלים על הארץ בכוון אחד או בכוונים מתנגדים. הם נותנים לפני הים צורה של אליפסה שצירה הארוך מכוון אל השמש ואל הירח ומהווה שני אזורים של מים גבוהים. ברוח של 180° אורך ביניהם. מים גבוהים אלה נקראים גאות. צירה הקצר של האליפסה מהווה שני אזורים של מים נמוכים במרחק של 90° אורך ממקום הגאות. מים נמוכים אלה נקראים

שפל. כדור הארץ מסתובב בתוך האליפסה שצורה הארוך מופנה לירח. לכן כמעט בכל נקודה בים משתנה גובה המים כל $6\frac{1}{2}$ שעות בערך (ראה להלן). בימים אלה 3—1; 17—15 לחדש העברי יהיו הפרש הגובה בין מים גבוהים למים נמוכים גדול ביותר ויקרא כרית גדול

ציור 32 מראה את מצב הים שמש והירח בראשית הרבע השני והרבע הרביעי כשהם פועלים על הארץ. האחד בכיון וצב לשני. לירח השפעה גדולה על המים, $2\frac{1}{3}$ פעמים יותר מאשר לשמש ולכן הציור הארוך של האליפסה (עם שני אזורי הגאות) פונה לירח והציור הקצר



ציור 32. מראה את מצב הים שמש והירח בראשית הרבע השני והרבע הרביעי כשהם פועלים על הארץ. האחד בכיון וצב לשני. לירח השפעה גדולה על המים, $2\frac{1}{3}$ פעמים יותר מאשר לשמש ולכן הציור הארוך של האליפסה (עם שני אזורי הגאות) פונה לירח והציור הקצר

(עם שני אזורי השפל) פונה לשמש. אולם כוח המשיכה של השמש מרים במקצת את מי הים באזור השפל וגורם להקטנת גאות הירח. לכן בימים אלה (9—7; 23—21) יהיה הפרש הגובה בין המים הגבוהים למים הנמוכים קטן ביותר ויקרא כרית קטן.

הכרית הגדול והקטן ביותר אינו חל בכל המקומות על פני כדור הארץ בתחילת רבעי החדש. יש שהוא מאחר ביום יומים ומעלה. לפי התנאים הגיאוגרפיים של המקום. הפרש הזמן בין המולד או הירח המלא ובין הכרית הגדול ביותר נקרא גיל הכרית (Age of tide).

גובה הכרית. זרמי גאות וזרמי שפל המעבר מגאות לשפל וכן משפל לגאות נעשה בהדרגה. המים עולים עד נקודת הגובה הנקראת מים גבוהים ויורדים בהדרגה עד הנקודה הנמוכה הנקראת מים נמוכים. באוקיינוסים במקום שתנועת מי הים חפשית מגיע הפרש הכרית (range of tide).

(הפרש הגובה בין המים הגבוהים למים הנמוכים) לס"מ אחדים ואין כל זרם נוצר בעקבותיו. בארץ ישראל מגיע הפרש הכרית ל-70 ס"מ. אולם במיצריים ובין איים מגיע הפרש הכרית ל-10 מ' ומעלה. במקרה זה נוצר זרם של גאות הזורם מזמן המים הנמוכים עד הגבוהים בכיון אחד. וזרם של שפל הזורם מזמן המים הגבוהים עד הנמוכים בכיון הפוך.

זרם מים רגיל מסומן במפה בחץ עם נוצות משני צדדין או בחץ מתפלל. זרם של גאות מסומן בחץ עם נוצות מצד אחד. זרם של שפל מסומן בחץ בלי נוצות.

שעות הכרית

שעת המים הגבוהים במקום מסוים תחול עם עבור הירח בתנועתו היומית על המרידין של המקום. בגלל תנועת הירח החדשה ממערב למזרח הוא מאחר לעבור את המרידין בכל יום ב-48 דקות בערך. לכן מאחר גם הכרית בכל יום ב-48 דקות בערך. אולם (כפי שזכר לעיל) אין תנועת מי הים חפשית ובמקומות שונים מאחר הכרית לבוא בפרק זמן מסוים. הרוח בזמן בין מעבר הירח על המרידין ובין המים הגבוהים הבאים בעקבותיו תלוי בתנאים הגיאוגרפיים של כל מקום ומקום ונקרא הפרש כרית ירח. (Lunitidal interval). הירח עובר את המרידין; במולד בשעה 12:00; ב-8 לחדש העברי בשעה 18:00; ב-15 לחדש העברי ב-00:00 וב-22 בו בשעה 06:00. נוסף לשעות אלו את הפרש כרית ירח של ארץ ישראל (10 שעות) ונקבל את שעת המים הגבוהים בארץ ישראל; במולד ב-22:00; ב-8 לחדש העברי ב-04:00 (ה-9 לחדש); ב-15 בחודש העברי ב-10:00 וב-22 בו בשעה 16:00.

כנדי למצוא את שעת המים הגבוהים (ולפי זה את שעת המים הנמוכים) בתאריך מסוים. עלינו לכפול את מספר הימים שעברו מראשית הרבע (של החודש העברי) שאליו שייך התאריך ב-48 דקות ולהוסיף את המכפלה לשעת המים הגבוהים של ראשית אותו רבע.

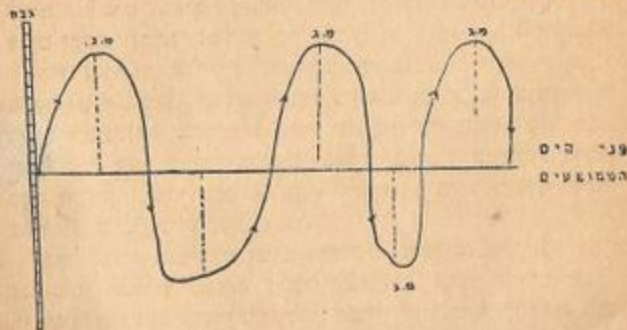
מונחי כרית.

Tide	כרית
Flood tide	גאות
Ebb tide	שפל
Spring tide	כרית גדול
Neap tide	כרית קטן
Range of tide	הפרש הכרית (הפרש הגובה בין מים גבוהים למים נמוכים)
H.W. High Water	מ.ג. = מים גבוהים
L.W. Low Water	מ.נ. = מים נמוכים
M.L. Mean level	פני המים הממוצעים
M.H.W. Mean high water	הממוצע של פני המים הגבוהים
M.L.W. Mean low water	הממוצע של פני המים הנמוכים
M.H.W.S. Mean high water springs	הממוצע של פני המים הגבוהים בכרית הגדול
M.L.W.S. Mean low water springs	הממוצע של פני המים הנמוכים בכרית הגדול
M.H.W.N. Mean high water neaps	הממוצע של פני המים הגבוהים בכרית הקטן
M.L.W.N. Mean low water neaps	הממוצע של פני המים הנמוכים בכרית הקטן
H.W.F. & C. High water full & change	מים גבוהים בירח מלא ונולד
L.W.F. & C. Low water full & change	מים נמוכים בירח מלא ונולד
Age of tide	גיל הכרית
Lunitidal interval	הפרש כרית ירח
Chart datum	פני הים שלפיהם מסומן עומק המים במפה
Rise of tide	גבה הכרית (המים הגבוהים מעל האפס של הכרית)
Zero of tide	אפס של הכרית (המים הנמוכים ביותר האפשריים)

17 גמא: מהי שעת המים הגבוהים והנמוכים בתל-אביב ב-18 בחודש העברי?

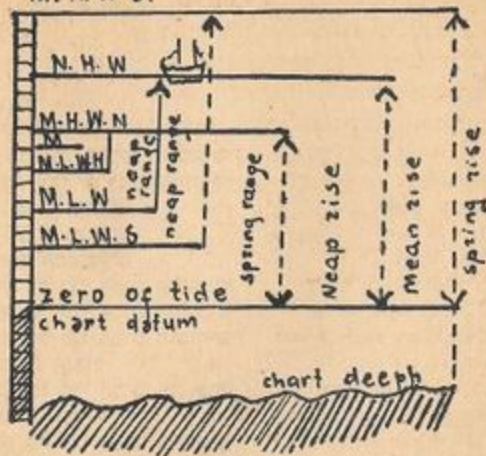
ה-18 בחודש שייך לרבע השלישי ומתחילת אותו רבע עברו 3 ימים. הכרית מאחר בשלושה ימים ב' 24 ד' 2 ש' = 48 ד' 3 × 15 בחודש שעת המים הגבוהים בתל-אביב היא 10.00, לכן ב-18 בחודש יהיו המים הגבוהים בשעה $12.24 = 10.00 + 2.24$. המים הנמוכים יהיו בשעה $18.36 = 6.12 + 12.24$. מים גבוהים יהיו שוב בשעה $00.48 = 18.36 + 6.12$ (19 לחודש) ומים נמוכים יהיו שוב בשעה $07.00 = 00.48 + 6.12$ (19 לחודש).

הערה: חישוב זה אינו מדויק ביותר ויכול לתת טעויות של חצי שעה או יותר. כדי למצוא את שעת המים הגבוהים יש לחשב בדיוק את זמן מעבר הירח על המרידיאן ולהוסיף לו 10 שעות. כי כנצורים בטבלאות שונות. הזמן העובר מהמים הגבוהים עד המים הנמוכים שווה על פי רוב, אולם לא תמיד, לזמן העובר מהמים הנמוכים עד המים הגבוהים. הזמן העובר מהמים הגבוהים עד המים הגבוהים שווה לרוב ל-12 שעות 48 דקות. ציור 33 מראה את זמן המים הגבוהים והנמוכים בדובר (אנגליה).



ציור 33

M. H. W. 5.



צ"ר 34

דוגמא של טבלת כרית
הכרית רשום במפה בצורה זו:

Place	Lunitidal Interval		Height above datum of soundings	
	H.W.F. & C.	L.W.F & C.	M.H.W.S.	M.H.W.N.
Jaffa	Xh00m	—	$\frac{1}{2}$ foot	$\frac{1}{2}$ foot

הערות: שעת הגאות בספרות רומיות (= Xh) 10 שעות) חוק מהשעה
2. הרישומה כמו הדקות, בספרות ערביות.

ידיעות על הכרית:

המקום: יפו. הפרש כרית ירח למים גבוהים בירה מלא ונולד:
10 שעות 00 דקות (כלומר: מים גבוהים בירה מלא ונולד יחולו
10 שעות לאחר עבור הירח את המרידין). הגבהים מדודים לפי פני הים
שלפיהם מסומן עמק המים במפה (במפת ארץ ישראל של האדמיטראליות
מסומנים עמקי המים לפי פני הים הממוצעים).

הממוצע של פני המים הגבוהים בכרית הגדול:

$\frac{3}{4}$ רגל (מעל פני הים הממוצעים).

הממוצע של פני המים הגבוהים בכרית הקטן:

$\frac{1}{4}$ רגל (מעל פני הים הממוצעים).

עליה וירידה של פני הים עקב תנאים אטמוספריים

ישנה עליה וירידה של פני הים הבאה עקב תנאים אטמוספריים
שונים. היכולים להעלות את גאות הירח או לבטל את השפל. בתוך
המרחי של ים התיכון מעלה רוח דרומית מערבית את גבה פני הים.
רוח מזרחית מורידה אותו. עליה פתאומית של מי הים בתוך מערה
על קרבת סערה.

הכרונומטר ושטירת הזמן

כדי לקבוע את קו האורך, יש לדעת את הזמן המדויק באיזה מקום
שהוא ולפי זמן זה את הזמן במקום האניה. עובדה זו היתה ידועה
וברורה עוד שנים רבות לפני קולומבוס. אולם לא היתה אפשרות
לפתור את הבעיה הזו פתרון מעשי עד לפני 150 שנה בערך.

השמש בשומר זמן הוצע בשנת 1530. אולם השעונים של הזמן
ההוא לא היו מדויקים ואי אפשר היה לסמוך עליהם. בשנת 1714
הציעה החברה האנגלית לגלוי קו האורך בים, פרס של 20 אלף
לירות למי שיפתור את הבעיה הזו. בשנת 1773 בנה נגר אנגלי את
הכרונומטר הראשון וקבל את הפרס.

כיום, עם התפתחות הרדיו, יש אפשרות לקבוע את הזמן המדויק
לפי סמני רדיו. למרות זאת יש עדין צורך בשומרי זמן טובים על

גבי אניות. טעות של 4 שניות בקביעת הזמן. גורמת לטעות של דקה אחת במציאת מקום האניה.

הכרונומטר הוא מודד זמן הבנוי בדיקנות מרובה, ויש להשגיח ולשמור עליו באופן מיוחד. על גבי האניות. נתון הכרונומטר בתוך קופסא מרופדת, ומצויד סדור קרדני. קופסא זו נתונה במקום מיוחד בהדר המפות. במקום שהמכשיר לא יהיה נתון לשניים פתאומיים והזקים בטמפרטורה ושיהיה מוגן בפני תנודות וטלטולים חזקים. אסור לכרונומטר להמצא ליד מוטות מגנטיים או טבלאות מצפן עם מגנטים וכמו כן עליו להיות מרוחק מכל מכשירים חשמליים כדי שהקפיץ שלו לא יתמגנט.

הכרונומטר מציין את הזמן בגרינויץ G.M.T. הוא יכול למהר או למגר מהזמן המדויק אולם אין לדבר זה חשיבות כל זמן שטעות זו ידועה. ערכו של הכרונומטר והאפשרות לסמוך עליו. תלויים בקביעות שבה הוא ממהר או מפגר בכל יום.

ה' error של הכרונומטר הוא ההבדל בין הזמן שמראה הכרונומטר והזמן המדויק בגרינויץ. אם הקריאה בכרונומטר גדולה מהזמן בגרינויץ. הכרונומטר ממהר ונקרא Fast, ואז יש להחסיר מהזמן שקוראים בו, את הבדל הזמן. אם הכרונומטר מפגר הוא נקרא Slow, ואז יש להוסיף לקריאה את הבדל הזמן.

ה' Rate של הכרונומטר הוא הזמן שבו הוא ממהר או מפגר בכל יום. חשוב יותר שה' Rate של הכרונומטר יהיה קבוע מאשר שיהיה קטן. כדי למצוא את ה' Rate מחלקים את הזמן שבו הכרונומטר מהר או פגר, בין שני תאריכים אשר בהם ה' error ידוע, במספר הימים שבין שני תאריכים אלו.

בשעה שקונים כרונומטר, מעמידים אותו לפי G.M.T. ויחד אתו מקבלים תעודה אשר בה רשום ההבדל בין הזמן שמראה הכרונומטר והזמן בגרינויץ, ומהו ה' Rate שלו. בדרך כלל לא נוהגים לשנות את מקומם של מחוגי הכרונומטר

ביום. כי פעולה זו עלולה לשנות את ה' Rate שלו. מכונים אותו בהודמנויות שונות לפי סמני זמן ברדיו או על ידי סמנים מיוחדים הנמצאים בנמלים שונים למטרה זו. הסימן הוא תורן ועליו מחובר כדור שחור. בדיוק בכל שעה, הכדור נופל מראש התורן לרגליו. הזמן המדויק הוא הרגע שבו החל הכדור את נפילתו. ההבדל בין הזמן המדויק, המתקבל בדרך זו, לבין הזמן שמראה הכרונומטר, הוא ה' error שלו. ההבדל בין ה' error שנמדד לאחרונה וה' error הזה, מתחלק במספר הימים שעברו, הוא ה' Daily rate. את ה' Daily rate הזה מחשבים מכאן ולהבא. עד שמודדים אותו בפעם השנייה.

ה' errors של כרונומטרים שונים (לפי רוב שנים) נרשמים בכל יום ב' Chronometer Journal מיוחד אשר בו מסתכלים בכל פעם שיש לקבוע את ה' error של הכרונומטר.

את הכרונומטר מותחים בכל יום באותה שעה. על ידי כך משתמשים כל הזמן באותו חלק של הקפיץ, ומשיגים Daily rate יותר קבוע.

מתיחותו של הקפיץ גדולה יותר בשעה שהוא מתוח, והולכת ומתרפה ביחד עם השתחררותו של הקפיץ. כדי להתגבר על דבר זה, העלול לגרום ל' Daily rate לא קבוע, עשוי הציר של המכשיר בצורת קונוס. על ציר זה מסובבת שרשרת המתחברת לקפיץ של המכשיר. סבובי השרשרת מתחילים בחלקו הצר של הקונוס ועוברים בהדרגה לחלקו הרחב יותר. בשעה שהקפיץ מתרפה, הוא מושך את השרשרת, המסובבת את הציר של הכרונומטר. בתחילה, בשעה שהקפיץ מתוח וכוחו רב, הוא מסובב את הציר בחלקו הצר. ככל שהקפיץ הולך ומשתחרר וכוחו קטן, השרשרת עוברת בהדרגה לחלק הרחב יותר של הקפיץ שלשם סבובו דרוש כח קטן יותר.

בשעה שהנביגטור קובע את זווית הגובה של איזה גורם שמימי, הוא איננו יכול לקרוא את הזמן בכרונומטר. לשם כך נמצא אדם

מצייאת G.M.T. ע"י שני ה- errors נתונים ואת ה-
Daily rate יש למצוא.

רושמים את הזמן לפי הכרונומטר ומוסיפים לו את ה- error השני
אם הוא slow ומחסירית את ה- error אם הוא fast. כדי למצוא את
ה- Daily rate מחסירים error אחד מהשני אם שניהם slow או
שניהם fast ומחברים אותם אם האחד slow והשני fast. אחרי זה
הופכים את התוצאה לשניות. מחשבים את מספר הימים שעברו בין
שני ה- errors. את מספר השניות שמצאנו בפעולה
הקודמת מחלקים במספר הימים האלה ומקבלים את ה- Daily rate.
כדי למצוא את ה- Accumulated rate מחשבים את מספר הימים
ועשיריות הימים מהזמן של ה- error השני עד עכשיו. ומכפילים
אותם ב- Daily rate. התוצאה היא Accumulated rate את ה-
Accumulated rate מוסיפים לזמן שמראה הכרונומטר אחרי תקן
ה- error השני, אם הכרונומטר מפגר. אם הכרונומטר ממחר מחסירים
את ה- Acc. rate. התוצאה היא G.M.T.

דוגמא: 8" לאפריל. הזמן לפי הכרונומטר 7 ימים 18 שעות
14 דקות 26 שניות. 8" לינואר בצהריים הוא מהר מגרינביץ בדקה
אחת ו-30 שניות ובראשון לפברואר בצהריים הוא מהר ב-2 דקות ו-6
שניות. מצא את ה- G.M.T.
למצייאת מספר הימים בין ה-8 לינואר וה-1
לפברואר.

מהצהריים של ה-8 לינואר עד הצהריים של ה-31 לינואר 23 ימים
מהצהריים של ה-31 לינואר עד הצהריים של ה-1 לפברואר 1 יום.

סך הכל 24 ימים
 $36 : 24 = 1,5 \text{ sec. Daily rate gaining}$

למצייאת Accumulated rate

מהצהריים של ה-1 לפברואר עד הצהריים של ה-28 לפברואר 27 ימים
מהצהריים של ה-28 לפברואר עד הצהריים של ה-31 למרץ 31 ימים

שני ליד הכרונומטר הקורא את הזמן לפי הוראות המודד.
מצייאת G.M.T. אם ה- error ו- Daily rate ידועים.

רושמים את הזמן שמראה הכרונומטר ומוסיפים או מחסירים את
ה- error הידוע. אחרי זה מוצאים את מספר הימים ועשיריות הימים
שעברו מהזמן שבו מדדנו את ה- error לאחריה, ועד היום. את מספר
הימים הזה מכפילים ב- Daily rate. התוצאה היא הזמן הכללי
שהכרונומטר מהר או פגר מגרינביץ. ונקראת Accumulated rate.
ע"ה עם הכרונומטר מפגר יש להוסיף את ה- Accumulated rate
לזמן שרשמנו אחרי תקן ה- error. אם הכרונומטר ממחר, יש להחסיר
את ה- Accumulated rate. התוצאה תהיה G.M.T.

דוגמא: 4" למרץ. הזמן לפי הכרונומטר היה 3 ימים. 21 שעות.
22 דקות. 36 שניות. ב-28 לנובמבר האחרון בצהריים הוא מהר מגרינביץ
ב-2 דקות ו-16 שניות. והיה מאבד 3.1 שניות ליום. מצא את ה- G.M.T.
למצייאת Accumulated rate

מהצהריים של ה-28 לנובמבר עד הצהריים של ה-30 לנובמבר 2 ימים
מהצהריים של ה-30 לנובמבר עד הצהריים של ה-31 לדצמבר 31 ימים
מהצהריים של ה-31 לדצמבר עד הצהריים של ה-31 לינואר 31 ימים
מהצהריים של ה-31 לינואר עד הצהריים של ה-28 לפברואר 28 ימים
מהצהריים של ה-28 לפברואר עד הצהריים של ה-3 למרץ 3 ימים
מהצהריים של ה-3 למרץ עד השעה 21 של אותו יום 9 שעות 0.4 ימים
סך הכל 95.4 ימים
 $Accumulated \ rate = 95,4 \times 3,1 = 295,74 \text{ sec. losing.}$

שניות	דקות	שעות	ימים
36	22	21	3
16	2		
20	20	21	3
56	4		
16	25	21	3

(מאבד) G.M.T.

הזמן לפי הכרונומטר
השגיאה הנחונה (ממהר)

מהצהרים של ה־31 למרץ עד הצהרים של ה־7 לאפריל 7 ימים
 מהצהרים של ה־7 לאפריל עד השעה 18 — 6 שעות 0.3 ימים
 סך הכל 65.3 ימים

$$1,5 \times 65,3 = 97,95 : 60 = 1 \text{ m } 38 \text{ s}$$

שניות דקות שעות ימים

7	18	14	26
---	----	----	----

הזמן לפי הכרונומטר

ה־ error השני (ממטר)

7	18	12	20
---	----	----	----

Accumulated rate (מרויה)

7	18	10	38
---	----	----	----

G.M.T. 42 10 18 7

פרק י'

הסקסטנט

הסקסטנט הוא מכשיר למדידת זוויות אנכיות ואפקיות. ערכו העקרי הוא במדידת זווית שבין גורמים שמימיים והאפק. השם סקסטנט ניתן לו היות וקשת המעלות שלו היא בערך ששית המעגל, היינו 60 מעלות. בגלל החזרה כפולה של קרני האור, המכשיר יכול למדוד זוויות של 120—140 מעלות בערך.

חלקי המכשיר

1. מסגרת

המסגרת עשויה נחושת בצורת גורת מעגל ועליה מרכיבים כל שאר החלקים. על הקשת של גורה זו רשומות המעלות.

2. זרוע Index bar

הזרוע מחוברת לקדקד הגורה ויכולה להסתובב על ציר לאורך קשת הגורה. לחלקה התחתון של הזרוע מחובר הנוניוס או הבורג המיקרומטרי (עייני להלן).

3. מראת הזרוע Index glass

מראת הזרוע ניצבת למישור הסקסטנט ומורכבת על דיסקית עגולה הקבועה בקצה העליון של הזרוע. בשעה שמיניעים את הזרוע, מסתובבת גם המראה על אותו ציר. מראה זו נמצאת בתוך מסגרת נחושת. לחלקה העליון של מסגרת זו מתברג בורג שתפקידו לשמור את המראה בדיוק ניצב למישור הסקסטנט. עיי סגירתו של בורג זה. נע חלקה העליון של המראה קדימה ועיי כך היא משנה את הזווית שלה ביחס למישור הסקסטנט. מצדה השני של המסגרת ישנו קפיץ המחזיר את המראה למצבה. בשעה שמשחררים את הבורג הנ"ל. בורג זה נקרא הבורג המכוון הראשון First adjusting screw.

4. זכוכית האפק Horizon glass

זכוכית זו ניצבת אף היא למישור הסקסטנט. חציה הקרוב למסגרת מכסף (ז"א מראה) וחציה השני — שקוף.

גם זכוכית זו נתונה בתוך מסגרת נחושת אשר אליה מתברגים שני ברגים. העליון נקרא הבורג המכוון השני Second adjusting screw, ותפקידו לשמור את הזכוכית בדיוק ניצב למישור המכשיר. הבורג התחתון נקרא הבורג המכוון השלישי Third adjusting screw, ותפקידו לשמור את זכוכית האפק מקבילה בדיוק למראת הזרוע בשעה שהזרוע ניצבת על האפס של קשת המעלות. גם כאן ישנם קפיצים המחזירים את הזכוכית למצבה. עם פתיחת הברגים.

5. נוניוס או בורג מיקרומטרי

חלק זה מחובר אל הזרוע ונע יחד אתה. הנוניוס מאפשר קריאה של הזווית עד דיוק של שניות.

מתחת לנוניוס קבוע הבורג המהדק Clamp screw אשר תפקידו להדק את הזרוע אל המסגרת. לבל תנוע עליה, אחרי שהזווית נמדדה. בחלקו הקדמי של הנוניוס ישנו בורג איטי Tangent screw, תפקידו להניע את הנוניוס באטיות רבה, כדי לאפשר דיוק ולהקל על המדידה.

6. זכוכיות צבעוניות

לפני מראת הזרוע הזכוכית האפק קבועות זכוכיות צבעוניות המסתובבות על ציר ותפקידן להכהות את ברק השמש או האפק. צבע הזכוכיות וכהותן שונה, ומדי פעם יש להסתיר את המראות בצבע ובכהות הדרושים.

7. משקפת Telescope

המשקפת מחוברת אל המסגרת ודרכה מסתכלים. תפקידה להבהיר את שדה הראיה וליצור קו ראייה ישר.

אל המשקפת מחובר בורג שבעזרתו אפשר להרחיקה או להקריבה למישור הסקסטנט. אם רוצים לקבל כמות אור גדולה יותר מהחלק המכסף של זכוכית האפק — מקרבים את המשקפת למכשיר. ואם רוצים לקבל כמות אור גדולה יותר מהחלק השקוף — מרחיקים אותה מהמכשיר.

מדידת זווית אנכיות

א. זווית בין השמש (או גורם שמימי אחר) והאפק. מעמידים את הזרוע על אפס. מחזיקים את הסקסטנט באופן ניצב ומסתכלים דרך המשקפת עד שרואים את תמונת השמש בחלק המכסף של זכוכית האפק (לפני המדידה יש להגן על מראת הזרוע ע"י זכוכית צבעונית. כדי להכהות את ברק השמש). אחרי זה פותחים את הבורג המהדק ומתחילים להניע את הזרוע. ע"י שנוי זה במצב הזרוע. השנה השמש הנראית בזכוכית האפק את מקומה, ותשאף לצאת מתוך הזכוכית. כדי למנוע את הדבר יש להוריד את היד למטה כך שתמונת השמש תשאר תמיד בתוך המראה. עם הורדת היד עד מישור האפק, יתחיל האפק להיראות דרך החלק השקוף. יש להניע את הזרוע עד שהשמש הנראית בחלק המכסף, תשיק לקו האפק ואח"כ לקרוא את הזווית.

הזווית הנכונה היא הזווית בין השמש והאפק על המישור המכיל בקרבו את השמש ואת הזווית של הצופה. בזמן המדידה יש, לכן,

להחזיק את הסקסטנט בדיוק ניצב כי אם יחזיקו באלכסון. המדד בו זווית אחרת. כדי להבטיח שהסקסטנט נמצא במצב הנכון בשעת המדידה, מניעים את היד ימינה ושמאלה כמה פעמים. ע"י פעולה זו תראה השמש עולה מהאפק, יורדת ושוב עולה. הזווית תהיה נכונה אם השמש תשיק לאפק בשעה שתמצא בנקודה הנמוכה ביותר.

ב. זווית אנכית של מגדל גבעה וכו'

מעמידים את הזרוע על אפס. מחזיקים את הסקסטנט באופן ניצב ומסתכלים דרך המשקפת עד שרואים את קצה המגדל או ההר בחלק המכסף של זכוכית האפק. מתחילים עתה להניע את הזרוע וביחד אתה את היד עד שחלקו העליון של המגדל (הנראה בחלק המכסף) יתלכד עם פני המים שלרגלי המגדל או ההר (הנראים דרך החלק השקוף). אחרי זה קוראים את הזווית.

מדידת זווית אפקיות (בין שתי נקודות חוף)

מעמידים את הזרוע על אפס. מחזיקים את הסקסטנט באופן אפקי ומסתכלים דרך המשקפת עד שרואים את נקודת החוף הימנית בחלק המכסף של זכוכית האפק. אחר כך מתחילים להניע את הזרוע וביחד אתה את היד עד שנקודת החוף השמאלית, הנראית דרך החלק השקוף, תתלכד עם הנקודה הימנית. הנראית בחלק המכסף. אח"כ קוראים את הזווית.

סדר הננויים

על קשת המעלות של הסקסטנט רשומות מעלות. כל מעלה חמישית או לעתים עשירית מסומנת במספר. את המספר בין שתי מעלות כאלה מונה הצופה בעצמו. כל מעלה מחולקת ל-6 חלקים אשר כל אחד מהם הוא 10 דקות. ישנם סקסטנטים אשר בהם מחולק המרחק בין מעלה למעלה ל-5 חלקים ואז כל חלק הוא 12 דקות, או ל-4 חלקים שאז כל חלק הוא 15 דקות.

הננויים מחולק ל-10 חלקים שווים. (במקרה שהמעלה על הקשת

מחולקת ל-5 חלקים יחולק הנוניוס ל-12 חלקים שווים). כל חלק שני מסומן במספר.

כל חלק מעשרת החלקים האלה הוא דקה אחת ומחולק ל-6 חלקים שכל אחד מהם הוא 10 שניות. על הנוניוס תהינה, לכן, ששים חלקות. בשעה שהאפס של הנוניוס יתלכד עם האפס של קשת המעלות, תתלכד החלוקה האחרונה (ה-60) של הנוניוס עם החלוקה ה-59 של קשת המעלות. הנוניוס קטן, לכן, מהקשת ב-10 דקות וכל החלוקה שלו קטנה ב-10 שניות.

אם נסובב את ה-Tangent screw עד שהחלוקה הראשונה של הנוניוס תתלכד עם החלוקה הראשונה של הקשת, הוויית תהיה 10 שניות ואם נזיז את הנוניוס עד שהחלוקה השניה שלו תתלכד, הוויית תהיה 20 שניות וכו'.

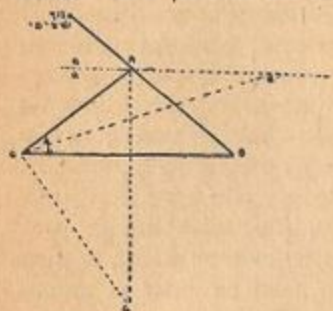
קריאת הוויית

לפי המקום בו נמצא האפס של הנוניוס על הקשת, קובעים את מספר המעלות ועשרות הדקות, מסתכלים, עתה, איזה חלוקה של הנוניוס מתלכדת עם חלוקה על הקשת. את מספר הדקות והשניות שהחלוקה הוו מבטאת מוסיפים למספר שקראנו מקודם על הקשת. דוגמא: האפס של הנוניוס נמצא קצת שמאלה מהחלוקה השלישית שאחרי 10⁹ של הקשת. הקריאה הראשונה תהיה, אם כן, 10 מעלות 30 דקות. החלוקה השניה משמאל ל-2 על הנוניוס מתלכדת עם אחת מחלוקות הקשת. החלוקה המתלכדת מבטאת 2 דקות ו-20 שניות. את המספר הזה יש להוסיף לקריאה הראשונה והוויית תהיה 10 מעלות, 32 דקות, 20 שניות.

העקרון של המכשיר

בגלל החזרה כפולה של קרני האור, תהיה הוויית שנקראת על הקשת, או הוויית שנמדוד, כפולה מהוויית אשר בין מישורי מראת הזרוע וזכוכית האפק. על גבי הקשת רשומה כבר הוויית הכפולה שאין צורך להכפילה כדי לקבל את הוויית הנכונה. A מראת הזרוע, C זכוכית

האפק. עינו של הצופה נמצאת ב-B. הוויית ABC היא הוויית בין הגוף השמימי והאפק. הוויית AGC היא הוויית בין מישורי המראות.



יש להוכיח: $2AGC = ABC$
 הוויית AGC שווה ל- CDA
 $a = b + CDA$
 $2a = 2b + 2CDA$
 $2a = 2b + ABC$
 $2b + 2CDA = 2b + ABC$
 $2CDA = ABC$

צ'ור 35

שגיאות בסקסטנט

ישנן כמה שגיאות העלולות לחול בסקסטנט. העיקריות שבהן הן:

1. שגיאת הנצבית Error of Perpendicularity

שגיאה זו נגרמת למכשיר אם מראת הזרוע איננה נצבת למישור הסקסטנט. את השגיאה הזו מתקנים ע"י התקון הראשון First adjustment דלקמן: מעמידים את הזרוע באמצע הקשת ומחזיקים את הסקסטנט באופן אפקי עם המראות כלפי מעלה. כשקשת המעלות מהצופה והאלה, מסתכלים דרך מראת הזרוע אל הקשת המחזרת ממנה. באותו זמן מסתכלים גם אל חלק הקשת הגלוי שאינו מחזר מהמראה. אם שני חלקי הקשת נראים כקשת אחת רצופה ובלתי שבירה, אין השגיאה קיימת. אם הקשת נראית שגורה יש לסובב במקצת את הבורג המכוון הראשון עד שהקשת תראה רצופה.

2. שגיאת הצדדים Side error

שגיאה זו נגרמת לסקסטנט אם זכוכית האפק איננה ניצבת למישור

המכשיר. את השגיאה הזו מתקנים ע"י התקן השני Second adjustment דלקמן: מעמידים את הזרוע בדיוק על אפס. מחזיקים את הסקסטנט באופן נצב ומסתכלים. דרך המשקפת אל איזה גורם שמימי. אם תמונת הגוף הנראית בחלק המכסף של זכוכית האפק, מתלכדת עם הגוף עצמו. הנראה דרך החלק השקוף — אין השגיאה קימת. אם שני הגופים נמצאים האחד בצד השני יש לסובב קצת את הבורג המכוון השני עד ששיניהם יתלכדו.

שגיאות האינדקס Index error

שגיאה זו נגרמת לסקסטנט אם זכוכית האפק איננה מקבילה בדיוק למראת הזרוע בשעה שהזרוע ניצבת על אפס. מתקנים אותה על ידי התקן השלישי Third adjustment דלקמן: מעמידים את הזרוע בדיוק על אפס. מחזיקים את הסקסטנט באופן ניצב ומסתכלים דרך המשקפת אל האפק. אם האפק, הנראה דרך החלק המכסף של זכוכית האפק, יוצר עם האפק, הנראה דרך החלק השקוף, קו ישר רצוף השגיאה איננה קימת. אולם אם קו האפק שבור יש לסובב את הבורג המכוון השלישי עד שהשגיאה תעלם.

בשעה שמתקנים את שתי השגיאות האחרונות, יש לשים לב, כי שני התקונים נעשים באותה מראה ושני מסוים של המראה משפיע גם על השגיאה השנייה. יש, לכן, לעשות את שני התקונים האחרונים יחד ולכוון את הזכוכית בעזרת שני הברגים יחד עד שתהיה בסדר. השגיאה האחרונה היא החטובה ביותר, כי שגיאה של דקה במכשיר תתן גם שגיאה של דקה במדידת הזווית. כדי לא לטפל יתר על המידה בברגים של המראות, מודדים את השגיאה האחרונה ומתחשבים בה בכל מדידת זווית.

מציאת ה-Index error

מעמידים את הזרוע קרוב לאפס. מחזיקים את הסקסטנט נצב ומסתכלים דרך המשקפת אל האפק. מסובבים את הבורג המיקרומטרי עד שקו האפק יהיה רצוף וקוראים את הזווית. אם האפס של הנוניוס

נמצא שמאלה לאפס של הקשת הזווית נקראת On the arc ויש להחסירה מכל הזווית הנמדדות, ואם האפס של הנוניוס נמצא ימינה לאפס של הקשת תקרא הזווית Off the arc ויש להוסיפה לכל הזווית הנמדדות. אפשר למצוא את ה-Index error גם לפי השמש. מציאת הזווית בדרך זו מאפשרת בדיקה אם התוצאה נכונה. מעמידים את הזרוע בערך ב-32 דקות On the arc ומסתכלים דרך המשקפת אל השמש. בזכוכית האפק תראנה שתי שמשות — האחת בחלק המכסף והשנייה בחלק השקוף. מסובבים את הבורג המיקרומטרי עד ששתי השמשות תשקנה בדיוק האחת לשנייה וקוראים את הזווית. אחרי זה מעמידים את הזרוע בערך על 32 דקות Off the arc מביאים את שתי השמשות לידי השקפה וקוראים את הזווית. חצי ההבדל בין שתי הזוויות האלה הוא ה-Index error. טמנה של השגיאה יהיה כסטן הזווית הגדולה יותר.

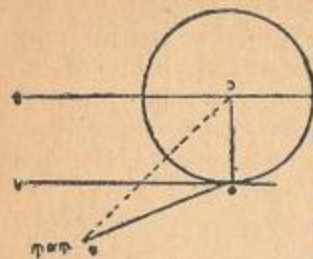
אם נחבר את שתי הזוויות שקבלנו ונחלק ב-4 נקבל את הרדיוס של השמש. אם הרדיוס של השמש שנקבל בצורה זו, יתאים לרדיוס של השמש הרשום באלמנך לאותו יום, הרי שמדידתנו נכונה ואם הרדיוס לא יתאים יש לחזור על המדידה.

דוגמא: במדידה הראשונה נתקבלה זווית של 30 דקות On the arc במדידה השנייה נתקבלה זווית של 34 דקות Off the arc

השגיאה תהיה חצי ההבדל היינו 2 דקות Off the arc. אם נחבר את שתי הזוויות ונחלק ב-4 נקבל 16 דקות. זווית זו היא הרדיוס של השמש ועכשיו עלינו לבדוק בדרך הנ"ל, תקונים בזווית הגובה של השמש.

זווית הנמדדת ע"י הסקסטנט נקראת observed altitude וכדי לקבל ממנה את הזווית הדרושה True altitude יש לעשות כמה תקונים.

1. Index error. שגיאה זו ספציפית לכל סקסטנט ואותה יש לחסר אם היא On the arc ולהוסיף אם היא Off the arc



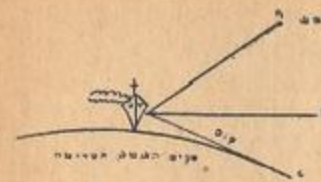
צ"ר 39

הפאה העליונה או התחתונה ואת
 ה" Semi diameter יש להוסיף.
 אם מודדים בפאה התחתונה ולהת-
 סיר עם מודדים בפאה העליונה.
 את ה" Semi Diam מוצאים
 בטבלאות הנור"י לכל
 חדש וחדש. מרחק השמש מכדור
 הארץ שונה בתאריכים שונים של
 השנה ולכן שונה גם ה"
 Semi diameter.

5. Parallax. אחרי כל התקונים הנ"ל נקבל את הוויית בין מרכז
 השמש ואפקו של הצופה. הוויית הדרושה היא בין מרכז השמש ואפקו
 של צופה הנמצא במרכז כדור הארץ או במרכז הספרה השמימית.
 לשם כך עלינו להוסיף לוויית שקבלנו עד כה את ה" Parallax. ה"
 Parallax יהיה הגדול ביותר בשעה שהשמש תמצא על האפק ויגיע
 לאפס בשעה שהיא תמצא בוויית.
 הוויית שמדדנו היא SOA
 הוויית הדרושה היא SCB
 $SCB = SDA$
 $SDA = SOA \div Parallax$
 כי SDA היא זוית היצונית במשולש SOD.
 את ה" Parallax מוצאים בטבלאות הנור"י לפי ה" obs. alt.

דוגמא:

Observed altitude O 29°27'
 I.E. 3' on the arc. H.E. 28 ft.
 Find true altitude.



צ"ר 36

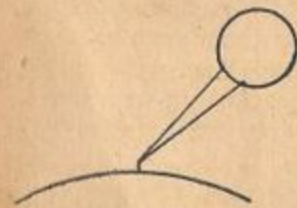
2. DIP. אנו מודדים את ***
 הוויית AOC בין השמש והאפק
 הנראה. הוויית הדרושה לנו היא
 הוויית AOB בין השמש והאפק הש-
 מימי ויא מישור העובר דרך
 עיני הצופה בנצב לו. הוויית
 BOC נקראת DIP. ואתה
 יש תמיד להחסיר מוויית הגו-
 בה הנמדדת.



צ"ר 37

ה" DIP. הולך וגדל במידה
 שנגדל גובה הצופה. את ה" DIP
 מוצאים בטבלאות הנור"י. נכ"
 נסים לטבלא עם גובה הצופה
 ברגלים ומוצאים את ה" DIP
 בדקות.

3. Refraction. בגלל שבירה בלתי שווה של קרן האור בעברה
 דרך שכבות האטמוספירה השונות, יראה כל גוף שמימי יותר גבוה
 מאשר הוא נמצא בו למעשה.
 את ה" Refraction מוצאים בטבלאות הנור"י לפי ה" obs. altitude
 ויש תמיד להחסירה.



צ"ר 38

4. הרדיוס של השמש
 Semi diameter
 הוויית הנמדדת היא תמיד בין
 הפאה התחתונה או העליונה של
 השמש והאפק. הוויית הדרושה היא
 מרכז השמש והאפק. היות וקשה
 בוטן המדידה לקבוע היכן מרכז
 השמש, מודדים את הוויית בין

ובתחתית הטבלא רשמו את הכמות שיש להוסיף או להחסיר מהתקנון הכללי בכל חדש. כמות זו היא ההפרש בין Semi Diam של החדש המדובר והי' Semi Diam שהוכנס לטבלא. את התקון הכללי יש כמובן, ברוב המקרים להוסיף כי הגורם הגדול ביותר כאן הוא הי' Semi Diam שאותו יש להוסיף. בזוית גובה קטנות ובגובה צופה גדול עולה הי' Dip. בתוספת הי' Refraction (גורמים שיש להחסיר) על הי' Semi diam ואז יש להחסיר את התקון הכללי. טבלאת התקון הכללי הזאת מחושבת לגבי מדידה לפאה התחתונה של השמש. אם מודדים לפאה העליונה יש להחסיר מזוית המדידה את הקוטר של השמש ואח"כ להשתמש בטבלא בדרך הרגילה. ע"י החסרת הקוטר של השמש הבאנו את השמש ממצב של הפאה העליונה למצב של הפאה התחתונה שאז אנו יכולים להשתמש בטבלא בדרך הרגילה. גם בשביל כוכבים קימת טבלא לתקון כללי המכילה את כל הגורמים שבהם יש לתקן זווית גובה של כוכבים היינו DIP. ו Refraction. את הי' Index error יש כמובן לחשב לחוד. את שני הגורמים הנ"ל מחסירים ולכן את התקון הכללי יש תמיד להחסיר מזוית הגובה.

Obs. alt.	29°	27'
I. E.	—	3'
	29°	24'
Dip.	—	5',2
	29°	18',8
Ref.	—	1',7
	29°	17',1
S. D.	÷	15',9
	29°	33'
Plx.	÷	0',1
True alt	29°	33',1

תקונים בזוית הגובה של כוכבים
 בשעה שמתקנים זווית גובה של כוכבים יש לחשב את הי' Index error, הי' Dip, והי' Semi Diam. Refraction אין צורך לחשב היות והכוכב הוא כל כך קטן ואין הבדל אם נמדוד את הזווית לאחת הפאות שלו או למרכזו.
 גם Parallax אין צורך לחשב כאן היות ובגלל מרחקו העצום של הכוכב מאתנו יהיה הקו SO מקביל ל- SC והזווית SOA ו- SCB שוות.

בטבלאות הנורו קימת גם טבלא המוללת את כל התקונים האלה ביחד. ברור שטבלא זו איננה מכילה את הי' Index error המיוחד לכל סקסטנט ואותו יש לחשב לחוד.
 כל זמן שהצופה נמצא בגובה מסוים אין הי' Dip. Refraction ו- Parallax משתנים ואפשר לצרפם לתקון כללי אחד. ברור שלטבלא כזו נכנסים עם הי' obs. altitude מצד אחד וגובה הצופה מצד שני ומוצאים את התקון.

הגורם היחידי שאותו אין אפשרות להכניס לתקון הכללי הוא הי' Semi Diam. כי הוא משתנה מדי חדש בחדשו. כדי להתגבר על דבר זה הכניסו לתקון הכללי Semi Diam המתאים לחדש מסוים

טבלאות

מרחק האופק בים (ראה טבלא)

המרחק במילים	הגובה ברגלים	המרחק במילים	הגובה ברגלים	המרחק במילים	הגובה ברגלים
23.10	400	9.62	70	2.57	5
24.40	450	10.29	80	3.64	10
25.71	500	10.91	90	4.45	15
26.97	550	11.50	100	5.14	20
28.17	600	12.60	120	5.75	25
29.32	650	13.61	140	6.30	30
30.43	700	14.55	160	6.80	35
31.49	750	15.43	180	7.27	40
32.53	800	16.26	200	7.71	45
33.53	850	18.18	250	8.13	50
34.50	900	19.92	300	8.53	55
36.37	1000	21.51	350	8.91	60

מרחק האופק מתקבל בקרוב גם מהנוסחה:
גובה הרגלים $\times \frac{4}{3} =$ מרחק האופק במילים

דוגמא: מהו מרחק האופק מגובה 300 רגל?
20 מיל $= 400 = \frac{4}{3} \times 300 =$ מרחק האופק

טבלת בופור (Beaufort) להערכת חוזק הרוח

דרגת רוח לפי בופור	גובה קצה גובה קצה גובה קצה	גובה קצה גובה קצה גובה קצה	אופי הרוח לפי בופור	הדאגות לספנות	
				מספר לידג	חוסית
0	0—1	0	Calm Light air	—	—
1	2—6	2	נשבורה קלה ענן עולה בקי לא מאונך	מספר בקשר	—
2	7—12	5	רוח קלילה המתנננת לחרושי	1—2 קשר	—
3	13—18	9	רוח חלשה מנועה עלי צעים	3—4 קשר	—
4	19—26	14	רוח בונננת מיתחת היל וננועה צעים וקים	5—6 קשר	רוח טובה לדיג
5	27—36	19	רוח רעננה מנועה צעים גדולים	—	—

6	37—41	24	Strong Breeze	רוח חזקה שוקוקה ננועה בבתים	לחודר את המפרשים הקלילים	קצור המפרשים
7	45—54	30	Moderate gale	רוח קשה מסחרה לחולל בני אדם	לחשוץ את שאר המפרש רשים	ספנות חויג ושארות בגל
8	55—65	37	Fresh gale	רוח סוקרת מיונה צעים מפוקים	מפרש סוקר	מחשים מחכה
9	66—75	41	Strong gale	רוח סער מפיל צעים סער משתולל	מפרש סוקר	—
10	76—90	52	Whole gale	מפולה חזקה סוקר קשה	יום סער אינ קצר כפי הרוח	—
11	91—104	60	Storm	מפולה חזקה סוקר קשה	—	—
12	104—120	60	Hurricane	מפולה חזקה סוקר קשה	—	—

טבלת הגל

מספר	
0	שקט
1	גלים נמוכים, קצרים או בינוניים
2	גלים נמוכים, ארוכים
3	גלים בינוניים, קצרים
4	גלים בינוניים, אורך בינוני
5	גלים בינוניים, ארוכים
6	גלים גבוהים, קצרים
7	גלים גבוהים, בינוניים
8	גלים גבוהים, ארוכים
9	גלים מפוזרים

הדרגות: 6, 7, 8 בטבלת הים אינן מצויות בימים סגורים. הדרגה

9 מתקבלת הודות לזרם או נפילה פתאומית של רוח חזקה ואינה נגרמת ע"י כערה דוקא.

הגל נחשב: קצר כשהמרחק בין רכס הגל למשנהו הוא קטן.

ארוך כשהמרחק בין רכס הגל למשנהו הוא גדול.

נמוך כשהפרש הגובה בין רכס גל לחלק הנמוך שלו הוא קטן.

גבוה כשהפרש הגובה בין רכס גל לחלק הנמוך שלו הוא גדול.

אפשר לתאר את מצב הים ע"י צירוף ציוני הדרגה מטבלת הים ומטבלת הגל.

דוגמא: מצב הים 53, ז. א. פני הים 5 (סוער מאד Very rough)

והגלים 3 (בינוניים, קצרים).

הגלים הארוכים ביותר נפגשים בדרום האוקיינוס השקט. הם באים

טבלת הים והגל (לפי דוגלס)

הרוח הנורשת על הים משפיעה על פניו. השפעה זו מציינים ע"י טבלת הים והגל לפי שיטת דוגלס. צריך לזכור שפני הים נמצאים תחת השפעה ישירה של הרוח. בזמן שהגל הוא תוצאה של הרוח ועוד גורמים שונים. כך אפשר למשל לקבל ברוח חזקה ים סוער עם גלים קצרים, או בלי כל רוח ים שקט עם גלים גבוהים וארוכים.

טבלת הים

מספר		
0	Calm	שקט
1	Smooth	חלק
	Slight	נח
2	Moderate	ממוצע
3	Rough	סוער
4	Very Rough	סוער מאד
5	High	גועש
6	Very High	גועש מאד
7	Precipitous	משתער
8	Confused	משתולל
9		

השפעת רוחות המערב של אותו אזור. ארכם מגיע מ-185 מ' עד 300 מ'. בתכיפות של 11-14 שניות. אורך הגלים הרגיל באוקינוס מגיע ל-50-90 מ'. לפעמים נפגשים באוקינוס האטלנטי גלים שארכם מגיע עד 185 מ'. גובה הגלים הגדול ביותר שנרשם הוא 15 מ'. הגובה הבינוני לגלי סערה שארכם 45 מ' הוא 9 מ'. בתכיפות של 6 שניות. גלים כאלה נפגשים לעתים גם בחופי ארצנו.

גובה הגל בקשר עם מצב הים

דרגת הים (לפי דוגלס)	שקט חלק	גובה הגל
0		
1		
2		
3		גלים למטה מ-5 רגל
4		
5		גלים מ-5 עד 10 רגל
6		גלים מ-11 עד 15 רגל
7		גלים מ-16 עד 35 רגל
8		
9		גלים מ-36 רגל ומעלה

טבלת הערפול והראות

מספר	א. ס. א.		מרחק הראות
	אנליית	עברית	
0	dense fog	ערפל סמיך	למעלה מ-45 מ'
1	thick fog	ערפל עבה	למעלה מ-10/1 מיל
2	fog	ערפל בינוני	למעלה מ-1/5 מיל
3	moderate fog	ערפל בינוני	למעלה מ-1/2 מיל
4	mist or haze	אד	למעלה מ-1 מיל
5	poor visibility	ראות גרועה	למעלה מ-5 מיל
6	moderate visib.	ראות בינונית	למעלה מ-10 מיל
7	good visibility	ראות טובה	למעלה מ-30 מיל
8	very good visib.	ראות טובה מאד	למעלה מ-30 מיל
9	excellent visib.	ראות מצוינת	למעלה מ-30 מיל

קשה לזהות עצמים על המרחק

גלים מ-16 עד 35 רגל

גלים מ-36 רגל ומעלה

רבע	NW IV	רבע	SW III	רבע	SE II	רבע	NE I
N by W	W	S	E	N	E by S	E	N
NW by W	W by N	S by W	E by S	N by E	ESE	E by E	N by E
NNW	WNW	SSW	SE	NNE	SE by E	SE	NNE
NW by N	NW by W	SW by S	SE by E	NE E, N	SE	SE by S	NE E, N
NNW	NW	SW	SE	NE by E	SE by S	SE	NE by E
NW by N	NW by N	SW by W	SE by S	" " "	SSE	" " "	" " "
NNW	NNW	WSW	SSE	E by N	S by E	SSE	E by N
NW by W	N by W	W by S	S by E	E by N	S by E	S by E	E by N

טבלת הנקודות

טולדות

אורך	לגל	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב
Inch	12 Inch	12	18	24	30	36	42
Foot	3 Feet	6	12	18	24	30	36
Yard	6 Feet	12	24	36	48	60	72
Fathom	6070 Feet	10	20	30	40	50	60
Nautical Mile	6070 Feet	10	20	30	40	50	60
Land Mile	5280 Feet	8	16	24	32	40	48
Cable	1/10 mile	1	2	3	4	5	6

העברת טולדות

אורך	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב	רוב	
Fathom	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Feet	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
Feet	18	36	55	73	91	109	128	146	164	183
1	0.3	2.1	3.9	5.8	7.6	9.4	11.3	13.1	14.9	16.7
2	0.6	4.2	6.1	7.9	9.7	11.6	13.4	15.1	17.0	18.9
3	0.9	6.4	8.2	10.0	11.9	13.7	15.5	17.3	19.2	
4	1.2	8.5	10.3	12.2	14.0	15.8	17.7	19.5		
5	1.5	10.6	12.5	14.3	16.1	17.9	19.8			

	<i>Ships head by compass</i>	<i>Dev.</i>	<i>Ships head magnetic</i>	<i>Ships head magnetic</i>	<i>Dev.</i>	<i>Ships head by compass</i>
0	N	2° W	N 2° W	N	2° W	N 2° E
10	N 10° E	3 W	N 7 E	N 10° E	4 W	N 14 E
20	20	5 W	N 15 E	20	6 W	26
30	30	7 W	N 23 E	30	8 W	38
40	40	9 W	N 31 E	40	10 W	50
50	50	10 W	N 40 E	50	11 W	61
60	60	11 W	N 49 E	60	12 W	72
70	70	12 W	N 58 E	70	12 W	82
80	80	12 W	N 68 E	80	12 W	92
90	E	12 W	N 78 E	E	11 W	S 69° E
100	S 80° E	11 W	N 89 E	S 80° E	10 W	70
110	70	10 W	S 80 E	70	9 W	61
120	60	9 W	S 69 E	60	7 W	53
130	50	7 W	S 57 E	50	6 W	44
140	40	5 W	S 45 E	40	4 W	36
150	30	3 W	S 33 E	30	2 W	28
160	20	1 W	S 21 E	20	1 W	19
170	10	—	S 10 E	10	—	10
180	S	2 E	S 2 W	S	— E	S 1° E
190	S 10° W	3 E	S 7° W	S 10° W	3 E	S 13 W

טבלת הדרומית

Rd.	Rds.	Roads	נתיבי	הדרך	בארבע	(Arabic)	הנהר
Rk.	Rks.	Roak, Roaks	קרקע	לעץ	לעץ	מבנה	מבנה
Ru.	Ruin	Ruin	הריסות	הריסות	הריסות	הריסות	הריסות
Ry.	Railway	Roads	הרכבת	הרכבת	הרכבת	הרכבת	הרכבת
s.	seconds	seconds	שניות	שניות	שניות	שניות	שניות
Stn.	Station	Station	תחנת	תחנת	תחנת	תחנת	תחנת
Str.	Strait	Strait	מצר	מצר	מצר	מצר	מצר
Tt.	Tower	Tower	מגדל	מגדל	מגדל	מגדל	מגדל
Var.	Variation	Variation	הצדעה	הצדעה	הצדעה	הצדעה	הצדעה
Vel.	Velocity	Velocity	מהירות	מהירות	מהירות	מהירות	מהירות
Vil.	Village	Village	כפר	כפר	כפר	כפר	כפר
Vol.	Volcano	Volcano	הר	הר	הר	הר	הר
W.	Wadi (River)	Wadi (River)	נחל	נחל	נחל	נחל	נחל
	Arabic	Arabic	ערבי	ערבי	ערבי	ערבי	ערבי
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	Inches	Inches	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Islands, Islets	Islands, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Island, Islets	Island, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Harbour	Harbour	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ
	House	House	בית	בית	בית	בית	בית
	Head	Head	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	hour, hours	hour, hours	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	foot or feet	foot or feet	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	Fathoms	Fathoms	זרע	זרע	זרע	זרע	זרע
	Establishment	Establishment	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Fatomb,	Fatomb,	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום
	Em. fms	Em. fms	מיל	מיל	מיל	מיל	מיל
	Estab.	Estab.	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Ft. ft.	Ft. ft.	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	h. hrs.	h. hrs.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	Hd.	Hd.	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	Ho.	Ho.	בית	בית	בית	בית	בית
	Hr.	Hr.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	I. It.	I. It.	הים	הים	הים	הים	הים
	Is.	Is.	הים	הים	הים	הים	הים
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	in.	in.	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Inches	Inches	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Islands, Islets	Islands, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Island, Islets	Island, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Harbour	Harbour	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ
	House	House	בית	בית	בית	בית	בית
	Head	Head	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	hour, hours	hour, hours	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	foot or feet	foot or feet	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	Fathoms	Fathoms	זרע	זרע	זרע	זרע	זרע
	Establishment	Establishment	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Fatomb,	Fatomb,	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום
	Em. fms	Em. fms	מיל	מיל	מיל	מיל	מיל
	Estab.	Estab.	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Ft. ft.	Ft. ft.	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	h. hrs.	h. hrs.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	Hd.	Hd.	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	Ho.	Ho.	בית	בית	בית	בית	בית
	Hr.	Hr.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	I. It.	I. It.	הים	הים	הים	הים	הים
	Is.	Is.	הים	הים	הים	הים	הים
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	in.	in.	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Inches	Inches	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Islands, Islets	Islands, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Island, Islets	Island, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Harbour	Harbour	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ
	House	House	בית	בית	בית	בית	בית
	Head	Head	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	hour, hours	hour, hours	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	foot or feet	foot or feet	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	Fathoms	Fathoms	זרע	זרע	זרע	זרע	זרע
	Establishment	Establishment	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Fatomb,	Fatomb,	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום
	Em. fms	Em. fms	מיל	מיל	מיל	מיל	מיל
	Estab.	Estab.	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Ft. ft.	Ft. ft.	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	h. hrs.	h. hrs.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	Hd.	Hd.	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	Ho.	Ho.	בית	בית	בית	בית	בית
	Hr.	Hr.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	I. It.	I. It.	הים	הים	הים	הים	הים
	Is.	Is.	הים	הים	הים	הים	הים
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	in.	in.	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Inches	Inches	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Islands, Islets	Islands, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Island, Islets	Island, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Harbour	Harbour	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ
	House	House	בית	בית	בית	בית	בית
	Head	Head	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	hour, hours	hour, hours	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	foot or feet	foot or feet	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	Fathoms	Fathoms	זרע	זרע	זרע	זרע	זרע
	Establishment	Establishment	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Fatomb,	Fatomb,	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום
	Em. fms	Em. fms	מיל	מיל	מיל	מיל	מיל
	Estab.	Estab.	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Ft. ft.	Ft. ft.	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	h. hrs.	h. hrs.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	Hd.	Hd.	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	Ho.	Ho.	בית	בית	בית	בית	בית
	Hr.	Hr.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	I. It.	I. It.	הים	הים	הים	הים	הים
	Is.	Is.	הים	הים	הים	הים	הים
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	in.	in.	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Inches	Inches	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Islands, Islets	Islands, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Island, Islets	Island, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Harbour	Harbour	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ
	House	House	בית	בית	בית	בית	בית
	Head	Head	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	hour, hours	hour, hours	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	foot or feet	foot or feet	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	Fathoms	Fathoms	זרע	זרע	זרע	זרע	זרע
	Establishment	Establishment	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Fatomb,	Fatomb,	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום
	Em. fms	Em. fms	מיל	מיל	מיל	מיל	מיל
	Estab.	Estab.	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Ft. ft.	Ft. ft.	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	h. hrs.	h. hrs.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	Hd.	Hd.	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	Ho.	Ho.	בית	בית	בית	בית	בית
	Hr.	Hr.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	I. It.	I. It.	הים	הים	הים	הים	הים
	Is.	Is.	הים	הים	הים	הים	הים
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	in.	in.	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Inches	Inches	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ	אינץ
	Islands, Islets	Islands, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Island, Islets	Island, Islets	הים	הים	הים	הים	הים
	Harbour	Harbour	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ	מפרץ
	House	House	בית	בית	בית	בית	בית
	Head	Head	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	hour, hours	hour, hours	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	foot or feet	foot or feet	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	Fathoms	Fathoms	זרע	זרע	זרע	זרע	זרע
	Establishment	Establishment	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Fatomb,	Fatomb,	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום	פאטום
	Em. fms	Em. fms	מיל	מיל	מיל	מיל	מיל
	Estab.	Estab.	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה	מבנה
	Ft. ft.	Ft. ft.	רגל	רגל	רגל	רגל	רגל
	h. hrs.	h. hrs.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	Hd.	Hd.	ראש	ראש	ראש	ראש	ראש
	Ho.	Ho.	בית	בית	בית	בית	בית
	Hr.	Hr.	שעה	שעה	שעה	שעה	שעה
	I. It.	I. It.	הים	הים	הים	הים	הים
	Is.	Is.	הים	הים	הים	הים	הים
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	J., Jeb.	J., Jeb.	הר	הר	הר	הר	הר
	in.	in.	אינץ	אי			

יצאו לאור

בהוצאת החבל הימי לישראל

"עקבה"

מאת י. כרמלכסקי
בצרוף מפה של מפרץ אילת

"שיט מפרשים"

מאת ש. מנקום

"מפרשי ארגמן"

ספור מאת א. גרין, תרגום: לאה גולדברג

"השחיה"

מאת מ. גלפז

201 ע' צורה אלבומית, תמונות רבות, מכיל את כל החומר
על השחיה ואספורט המים. לרבות השחיה הצבאית.

מבחר ספורים

לוקטו, סודרו ונערכו על ידי ישעיהו פרישמן ואפרים תלמי
הספר מכיל 336 ע' וכונסו בו למעלה משלשים ספורים
ממיטב ספרות-הים של העמים ובתוכם גם מקוריים.

"חבלים קשרים"

מאת רב חובל ה. הים

