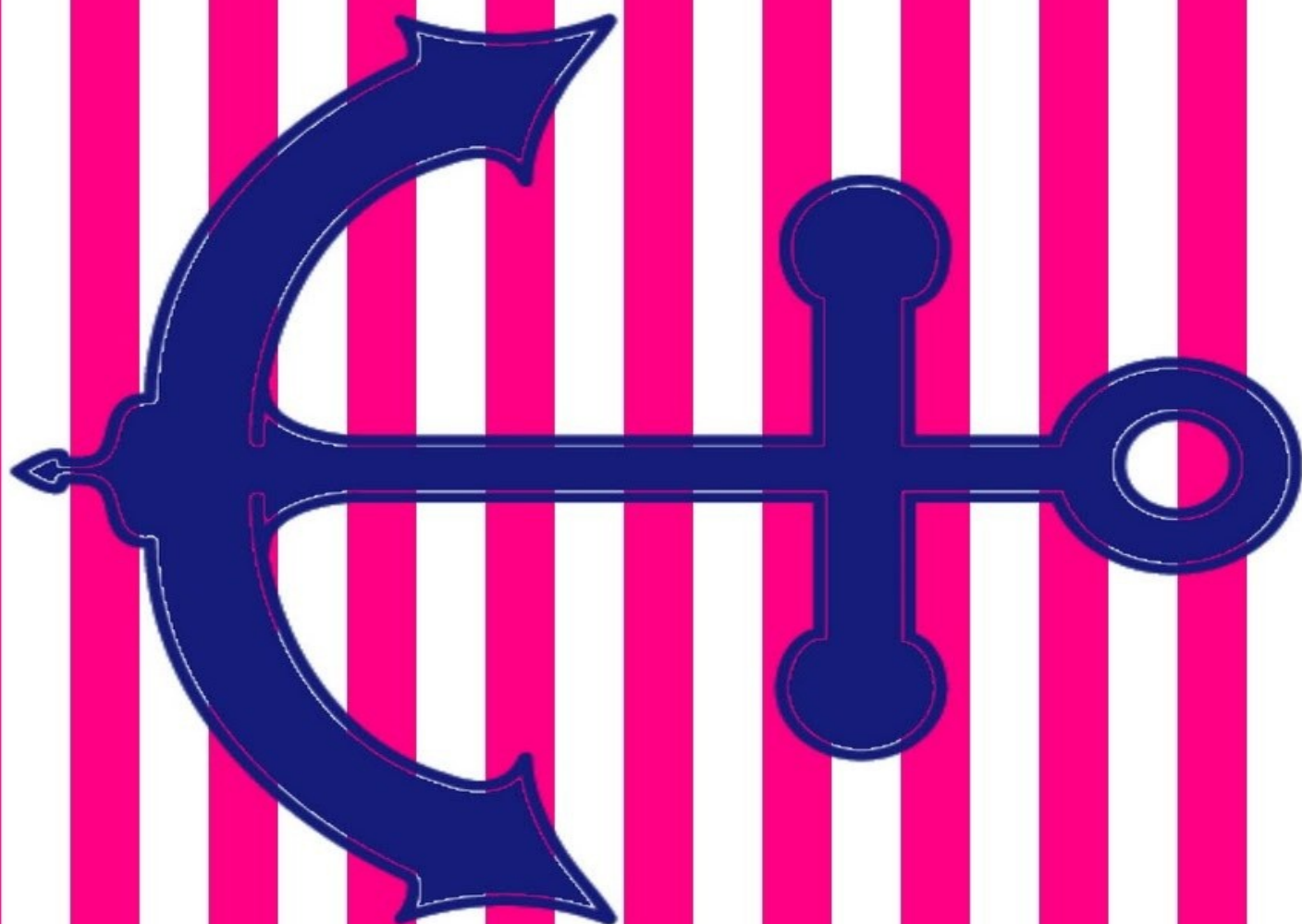


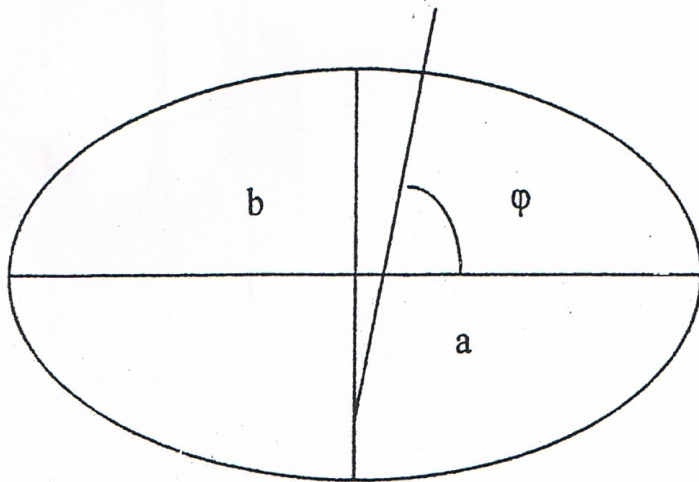


Gdynska Szkoła Morska

Kierunek: NAWIGACJA; rocznik 2012; Bartłomiej Czechura

Nawigacja



ELIPSOIDA WGS-34


φ - szerokość geograficzna
na elipsoidzie

Lp	Parametry Elipsoidy	Formuły	
1.	Promień równikowy (półoś duża)	a	= 6378137,000 m
2.	Promień południkowy (półoś mała)	b	= 6356752,317 m
3.	Promień średni elipsoidy	$R = \frac{(2a + b)}{3}$	= 6371008,772 m
4.	Promień średni – kula $V_k = V_{eo}$	$R = \sqrt[3]{a^2 \cdot b}$	= 6371000,791 m
5.	Promień średni – kula $S_k = S_{eo}$	$R = a \sqrt{1 - \frac{1}{3}e^2}$	= 6371016,747 m
6.	Splaszczenie (kompresja)	$\alpha = \frac{a - b}{a}$	= 0,00335281
7.	Pierwszy mimośród	$e = \sqrt{2\alpha - \alpha^2} = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$	= 0,08181919034
8.	Kwadrat pierwszego mimośrodu	e^2	= 0,00669437901
9.	Promień krzywizny południkowej	$M = \frac{a(1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^3}}$	
10.	Promień krzywizny poprzecznej	$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)}}$	
11.	Promień krzywizny średniej	$R_{\text{śr}} = \sqrt{M \cdot N}$	
12.	Promień równoleżnika	$r = N \cdot \cos \varphi$	

Bibliografia:

Jurdziński Miroslaw – *Podstawy nawigacji Morskiej*

Urbański, Kopacz, Posiła – *Nawigacja Morska*

Wróbel – *Vademecum nawigatora*

Chart 5011 – znaki i skróty stosowane na mapach admiralskich

Nawigacja terestryczna – stosowana w zasięgu widoczności lądu, gdzie określanie współrzędnych geograficznych polega na obserwacji obiektów na lądzie. Stosując tę metodę wykorzystuje się mapy morskie, locje, spisy świateł i sygnałów nawigacyjnych.

Nawigacja radarowa - określanie współrzędnych pozycji polega na obserwacji zarysów wybrzeży i obiektów nawigacyjnych za pomocą radaru. Zasięg stosowania nawigacji radarowej jest dużo większy od zasięgu nawigacji terestrycznej.

System Loren – LONG RANGE NAVIGATION

Nawigacja astronomiczna - określanie współrzędnych geograficznych polega na obserwacji położenia ciał niebieskich. Stosowana głównie w żeglarstwie oceanicznym.

Kształt i rozmiary ziemi, układy współrzędnych

Precyzyjne ujęcie kształtu ziemi wymaga ustalenia pewnej prawidłowej dającej się opisać matematycznie powierzchni najbardziej zbliżonej pod względem formy do rzeczywistego kształtu ziemi na którą pokonuje się pionowego rzutu jej powierzchni fizycznej.

Ta forma matematyczna powierzchni ziemi nazywa się powierzchnią odniesienia.

Fizyczne pomiary powierzchni ziemi i jej rzeźby podnoszą się do powierzchni mórz i oceanów przy pełnej równowadze mas wody.

Powierzchnia mórz i oceanów przy pełnej równowadze mas wodnych jest w każdym punkcie pozioma i prostopadła do tej powierzchni, pokrywa się z kierunkiem linii pionu (kierunkiem siły ciężkości) – taką powierzchnię nazywa się powierzchnią pkriptencjalną, jest ona ciągła, zamknięta, bez fałd i uskoków.

Badania teoretyczne astronomiczno-geodezyjne i grawimetryczne wskazały że bryłą geometryczną mającą opis matematyczny tworzącą powierzchnię odniesienia zbliżoną do geoidy jest elipsoida obrotowa o niewielkim spłaszczeniu.

Elipsoida obrotowa o kształtach najbardziej zbliżonych do geoidy powinna spełniać następujące warunki:

- środek elipsoidy musi pokrywać się ze środkiem ziemi
- płaszczyzna równika elipsoidy musi pokrywać się z płaszczyzną równika ziemi
- objętość elipsoidy musi być równa objętości geoidy
- suma kwadratów odchyłeń elipsoidy od geoidy musi być minimalna

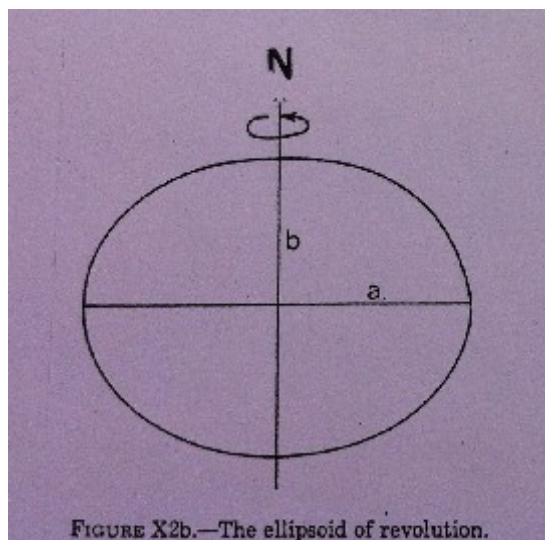
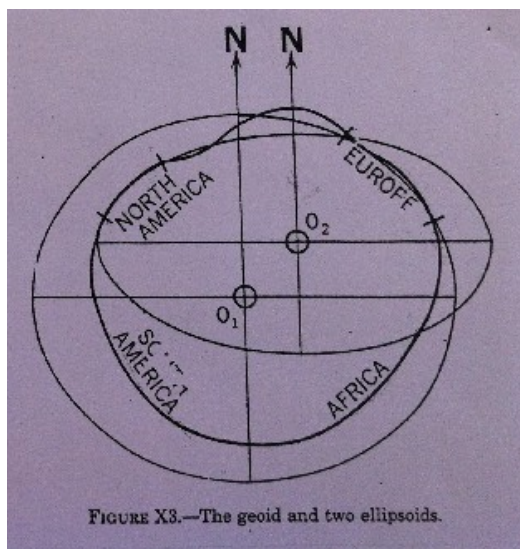
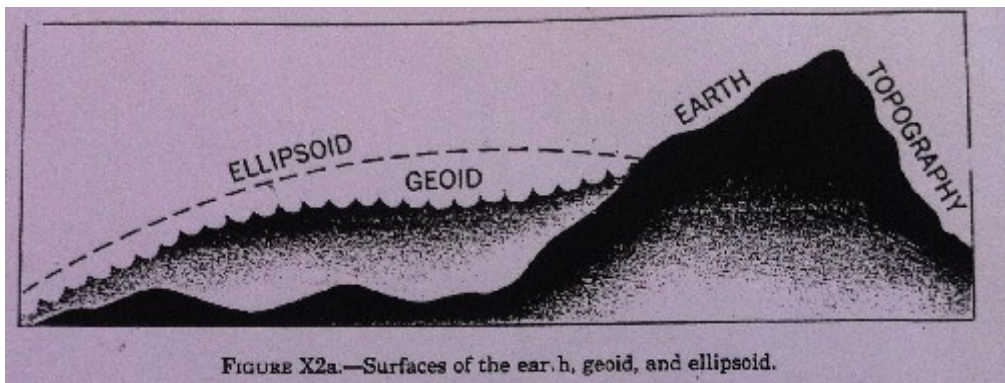
Geoida jest powierzchnią ekwipotencjalną gdzie normalna (prosta prostopadła) do powierzchni geoidy pokrywa się z kierunkiem działania siły ciężkości w wyniku nierównomiernego rozkładu mas przyciągających wewnątrz jądra ziemi normalna po powierzchni geoidy nie przechodzi przez jej geometryczny środek.

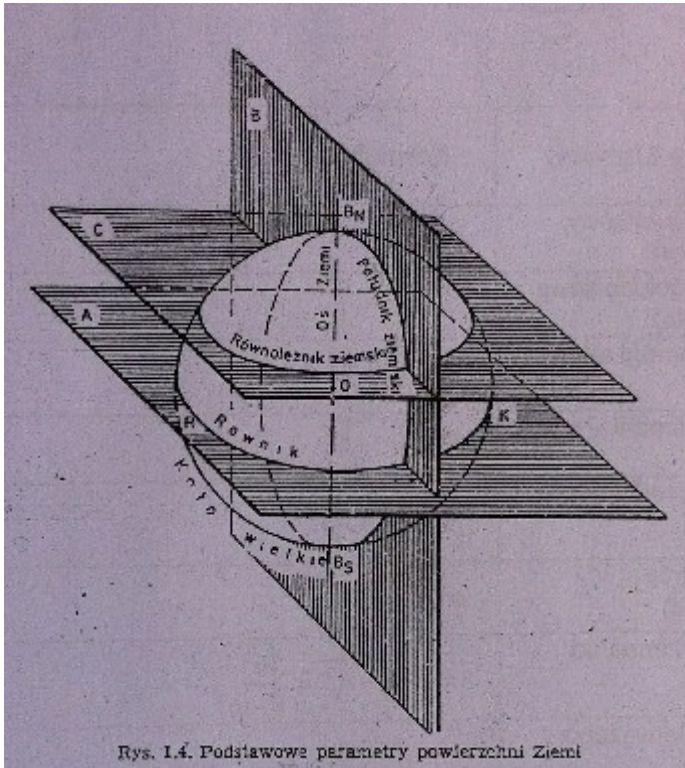
Elipsoida obrotowa o ustalonych wymiarach zorientowana wewnątrz geoidy tak aby jej powierzchnia była bardziej zbliżona do powierzchni geoidy stanowi układ odniesienia.

Elipsoida WGS – 84 (ang. World Geodetic System '84) – zbiór parametrów (z 1984) określających wielkość i kształt Ziemi oraz właściwości jej potencjału grawitacyjnego. System ten definiuje elipsoidę, która jest generalizacją kształtu geoidy, wykorzystywaną do tworzenia map.

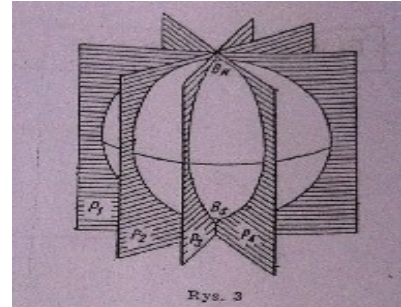
Elipsoida obrotowa jako układ odniesienia charakteryzują następujące parametry:

a, b - DŁGIA I KRÓTKA PŁASZCZYNA ELIPSOIDY
 $\alpha = \frac{a-b}{a}$ - SPŁASZCZENIE BIEGUNOWE ELIPSOIDY
 $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ - KWADRAT PIERWSZEGO HIMOŚRODU ELIPSOIDY
 $V_E = V_K$
 $V_K = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3$ $R = \sqrt[3]{a^2 \cdot b}$
 $V_E = \frac{4}{3} \pi a^2 \cdot b$ $R = 6370300 \text{ m EL. BESSEL}$

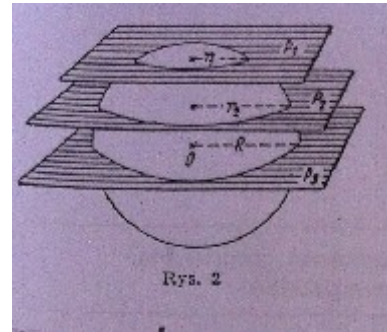




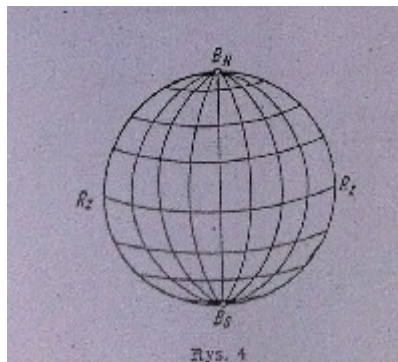
Rys. 1.4. Podstawowe parametry powierzchni Ziemi



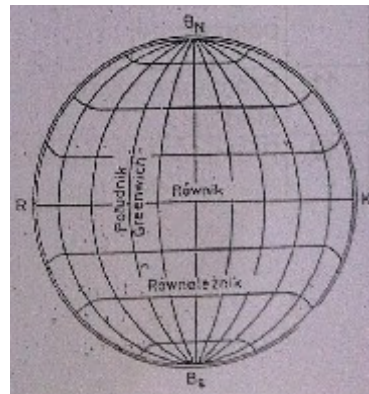
Rys. 3



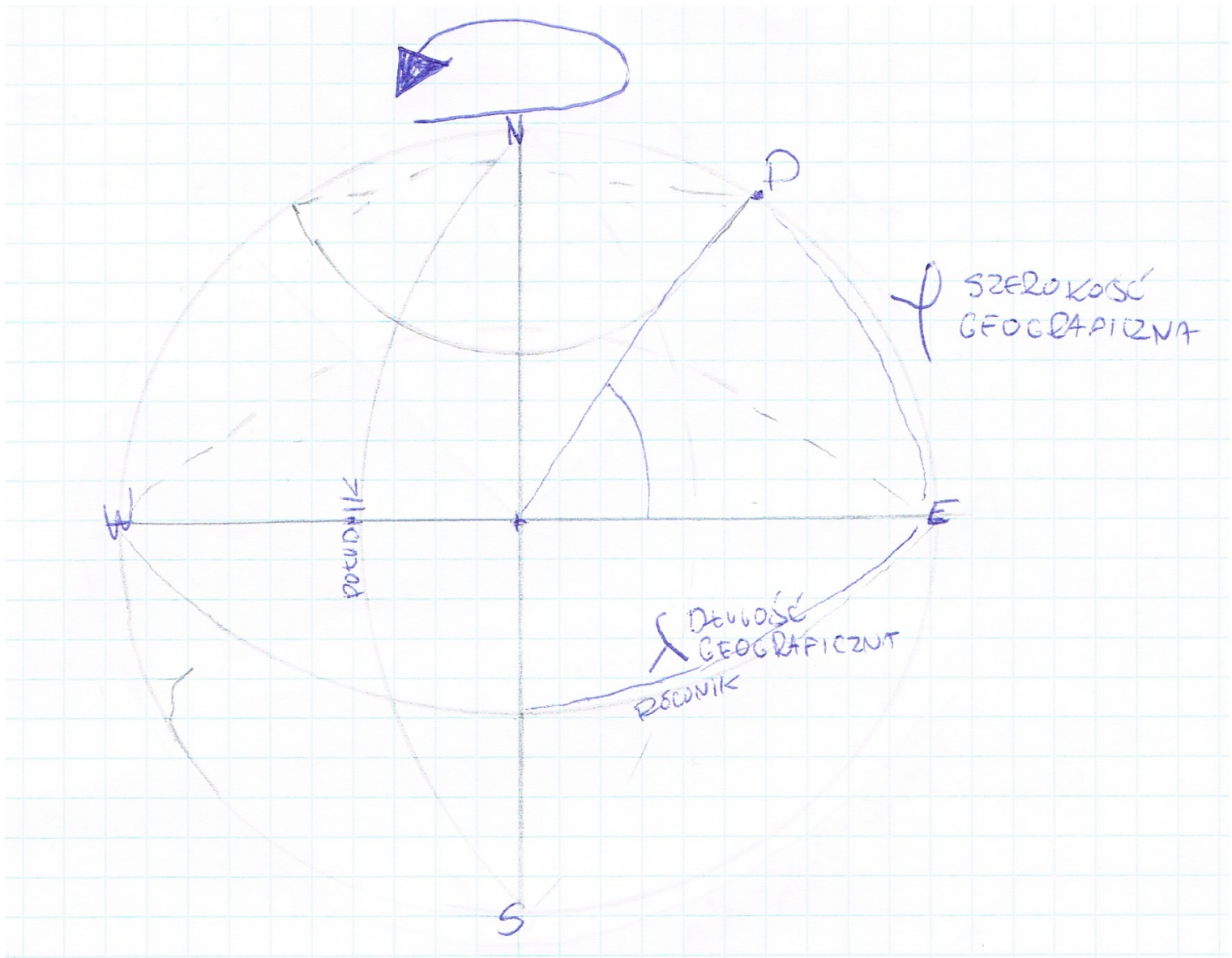
Rys. 2



Rys. 1



Wymiary ziemi



Szerokość geograficzna φ (ang. LAT) jest to długość ruchu równika lub dolnego równoleżnika wyrażona w mierze kątowej zawartej między płaszczyzną południka zerowego a południkiem danego punktu. $[0^\circ, 90^\circ]$

N (+)

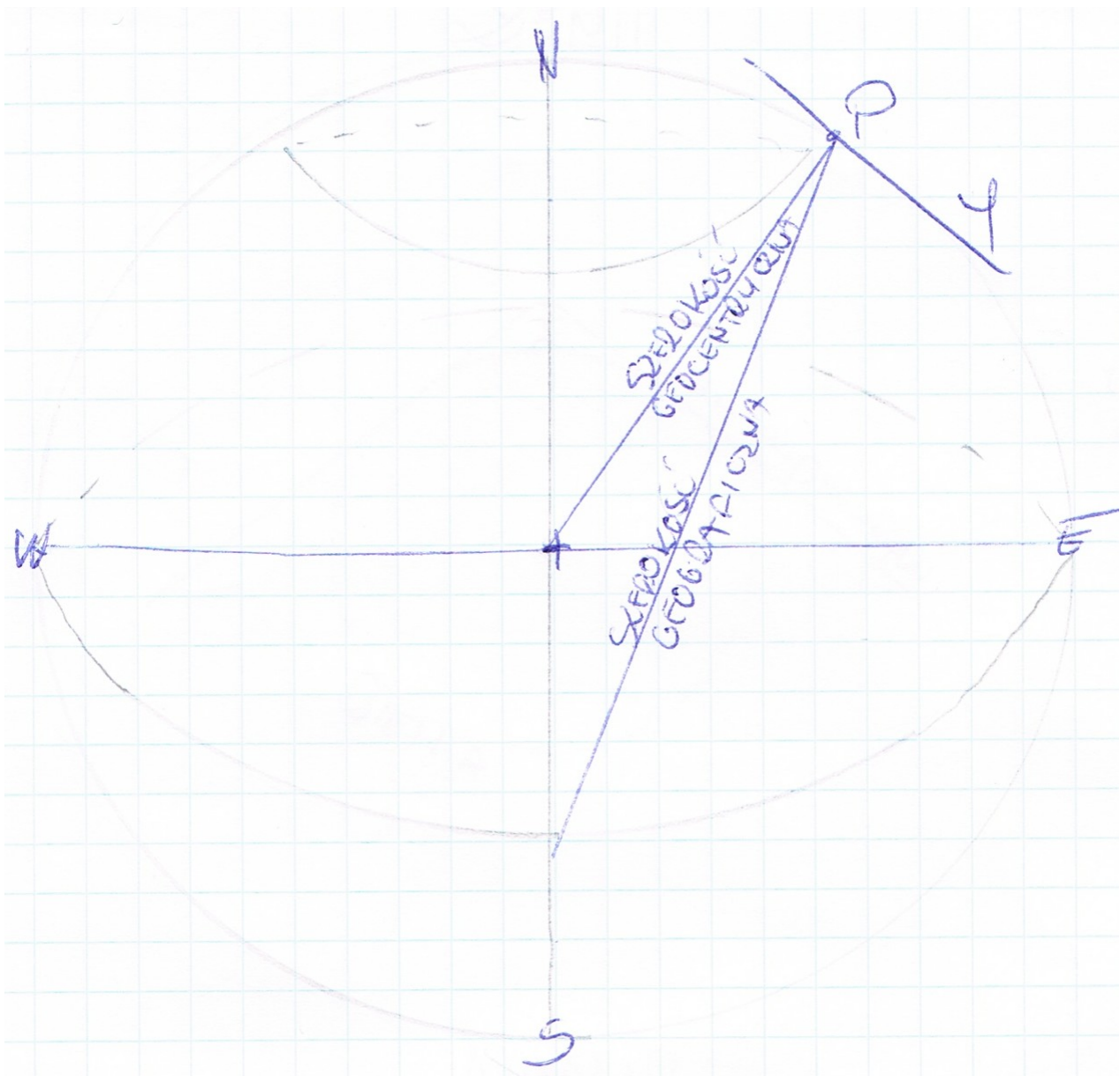
S (-)

Długość geograficzna λ (ang. LONG) jest to długość ruchu równika lub dolnego równoleżnika wyrażona płaszczyzną południka zerowego a południkiem danego punktu $[0^\circ, 180^\circ]$

W(+)

E(-)

Szerokość geograficzna φ jest to kąt środkowy zawarty między płaszczyzną równika a prostą łączącą dany punkt ze środkiem kuli ziemskiej



$$\psi = \varphi'$$

Na elipsoidzie obrotowej szerokość geograficzna punktu P jest to kąt zawarty między płaszczyzną równika a normalną (prostą prostopadłą) do powierzchni elipsoidy w danym punkcie.

Szerokość geocentryczna na elipsoidzie obrotowej jest to kąt zawarty między płaszczyzną równika a prostą łączącą dany punkt ze środkiem elipsoidy obrotowej.

$$(\varphi - \varphi') = 11,51' \times \sin^2 \varphi'$$

Przekroje normalne elipsoidy obrotowej

Przez normalną do powierzchni elipsoidy w dowolnym punkcie można poprowadzić nieskończenie wiele przekrojów normalnych. Spośród wszystkich przekrojów normalnych wyróżnia się 2 przekroje wzajemnie prostopadłe charakteryzujące się maksymalnymi i minimalnymi promieniami krzywizny. Nazywają się one głównymi przekrojami normalnymi.

$$r = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}} - \text{PROMIEN KRZYWIZNY PRZEKROJU POŁUDNIKOWEGO}$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}} \quad \text{Promień krzywizny przekroju poprzecznego (pierwszego wertykalu)}$$

$$\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 \quad ; \quad \Delta \rho \in [0^\circ, 180^\circ] \quad \begin{matrix} N(+), \\ S(-) \end{matrix}$$

$$\Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \quad ; \quad \Delta \lambda \in [0^\circ, 180^\circ] \quad \begin{matrix} E(+), \\ W(-) \end{matrix}$$

Dacl. OBLICZ

$$\phi_1 = 10^\circ 30,5' N$$

$$\lambda_1 = 125^\circ 40,0' W$$

$$\phi_2 = 24^\circ 17,2' S$$

$$\lambda_2 = 140^\circ 10,4' E$$

$\Delta \rho$

$$\begin{array}{l} \phi_2 = -24^\circ 17,2' S \\ \phi_1 = +10^\circ 30,5' N \\ \hline \Delta \phi = 34^\circ 47,7' S \end{array}$$

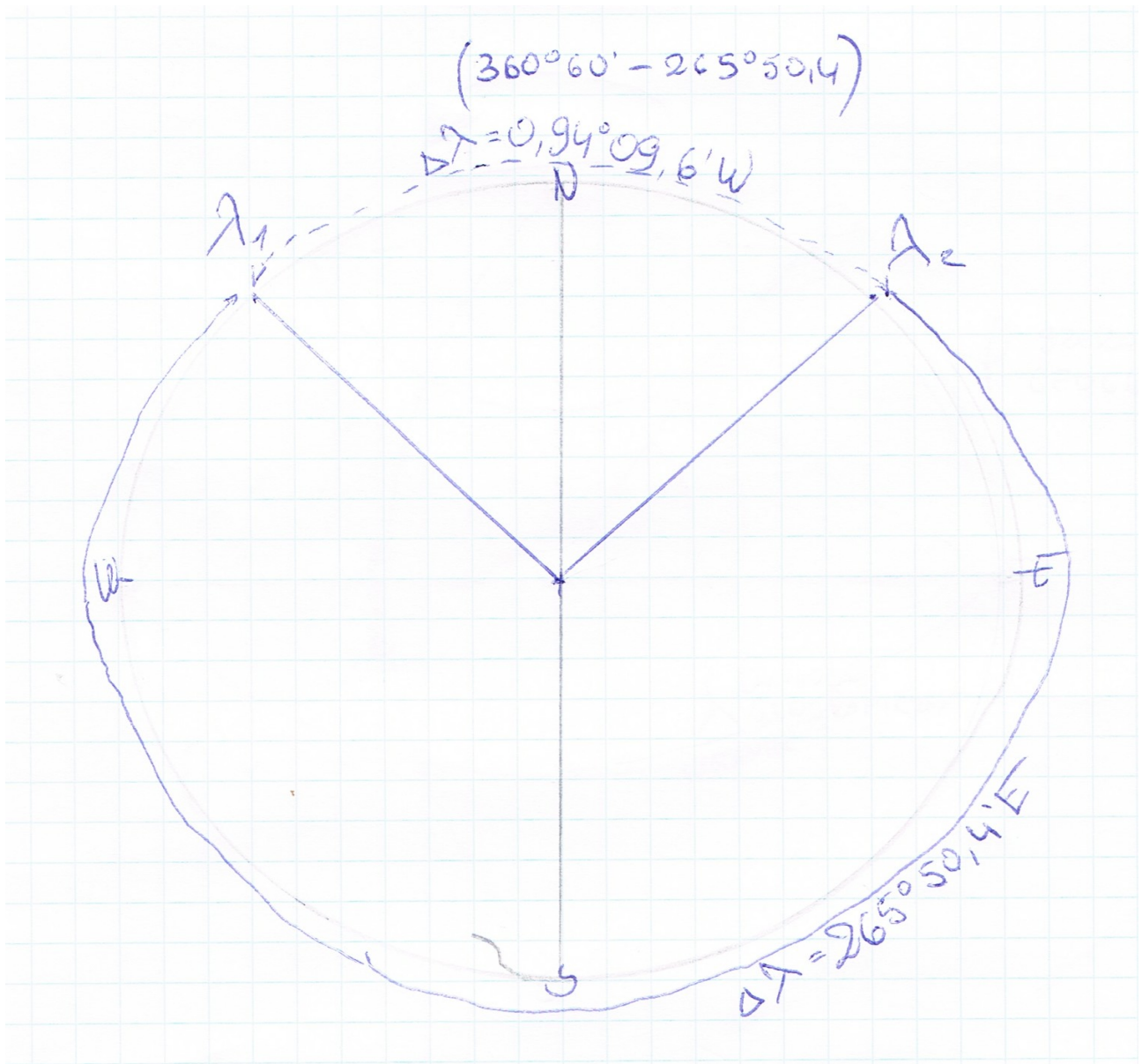
$\Delta \lambda$

$$\begin{array}{l} \lambda_2 = +140^\circ 10,4' E \\ - \lambda_1 = -125^\circ 40,0' W \\ \hline \Delta \lambda = 265^\circ 50,4' E \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 360^\circ 00,0' \\ - 265^\circ 50,4' \\ \hline 094^\circ 09,6' \end{array}$$

$$\Delta \lambda \in [0^\circ, 180^\circ]$$

$$\Delta \lambda = 094^\circ 09,6' W$$



Morskie jednostki miary

$$1 \text{ MM (MILA MORSKA / NM - NAUTIC MILE)} = 1852 \text{ M}$$

Mila morska jest to liniowa długość łuku jednej minuty kątowej południka ziemskiego

$$1 \text{ MM} = \frac{2\pi R}{360^\circ \cdot 60'} = \frac{2\pi R}{21600'}$$

$$\text{WGS 84: } S(\text{SEA MILE})(1') = 1852,16 - 9,25 \cdot \cos 2\varphi$$

Na elipsoidzie obrotowej liniowa długość łuku jednej minuty kątowej południka rośnie wraz szerokością geograficzną

$$1 \text{ KBL (KABEL)} = \frac{1}{10} \text{ M} = 185,2$$

$$1 \text{ fm (SAJEN)} = 1,8288 \text{ M} = 6 \text{ FT (STOP/FEET)}$$

$$1 \text{ FT} = 0,3048 \text{ M} = 12 \text{ INCH (CALI)}$$

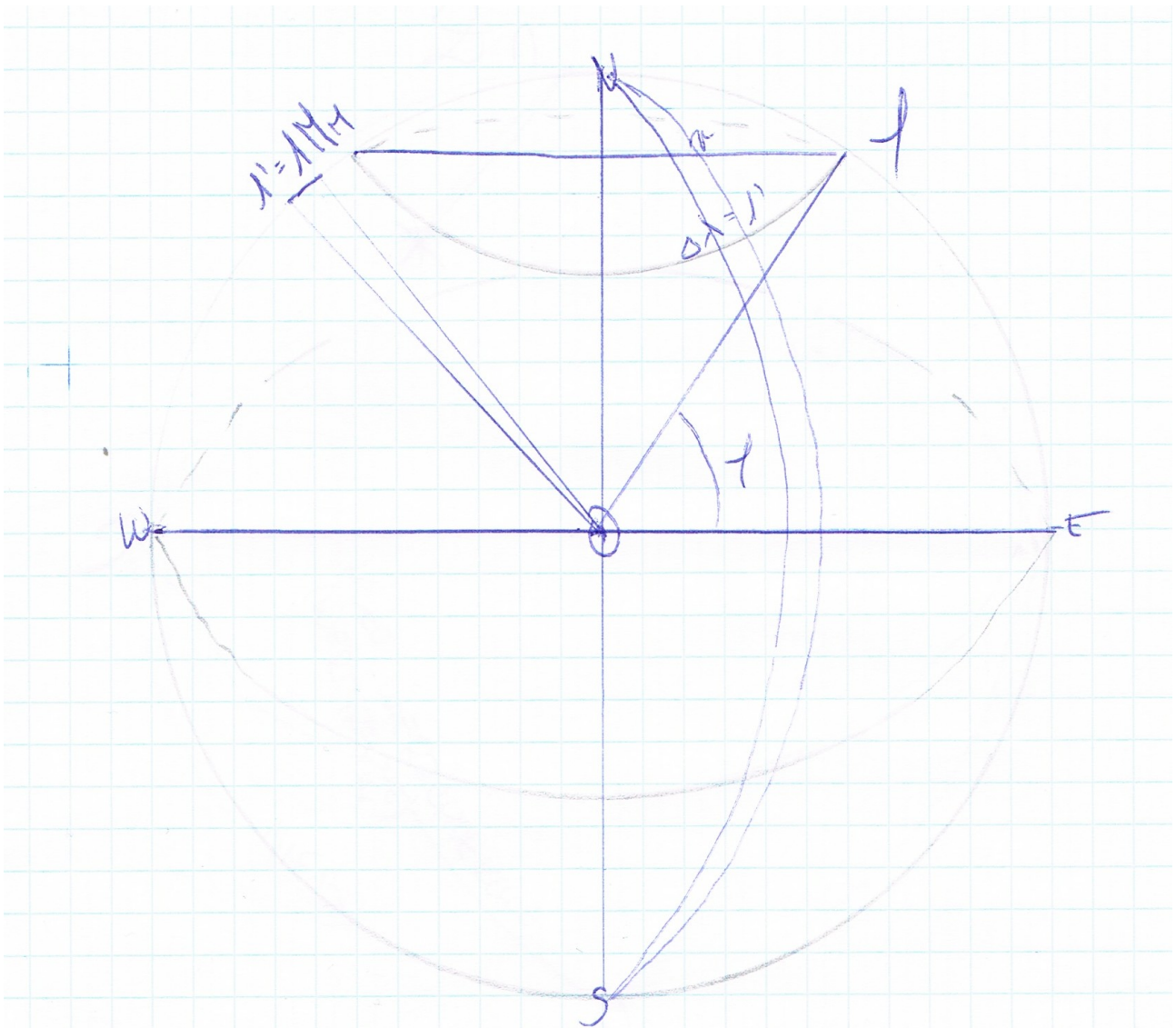
$$1'' = 0,0254 \text{ M}$$

$$1 \text{ W (WĘZEŁ/KNOT)} = \frac{1 \text{ M}}{\text{H}} = 0,514 \text{ M/S}$$

• KONWERSJA WĘZŁÓW NA KM/H:

- PRĘDKOŚĆ W WĘZŁACH POMNOŻYĆ $\times 2$ I ODJĄĆ OD WYNIKU TEGO 10%.

Zboczenie nawigacyjne
Departure (dep)



Zboczenie Δl jest to długość łuki dowolnego równoleżnika φ zawartego między dwoma południkami wyrażona w Mm

$$\frac{r}{R} = \cos \varphi$$

$$r = R \cdot \cos \varphi$$

$$\Delta l = \Delta \lambda' \cos \varphi \text{ [Mm]}$$

$$\Delta l = \Delta \lambda' \cdot \cos \varphi$$

$$\Delta \lambda' = \frac{\Delta l}{\cos \varphi} = \Delta l \cdot \sec \varphi$$

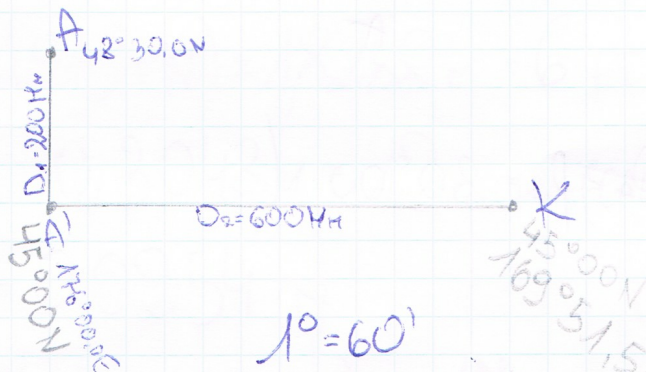
$$\sec \varphi = \frac{1}{\cos \varphi}$$

Zad.

Statek płynąc na S przebywał drogę $D_1 = 200 \text{ m}$
 a następnie po równoleżniku na wschód przebywał
 drogę D_2 wynoszącą 600 m

$f_K, \lambda_K = ?$

Punkt A =
 $f_A = 48^\circ 30,0' N$
 $\lambda_A = 176^\circ 00,0' E$



$1^\circ = 60'$

$\Delta f = 0,1^\circ$

zatem

$D_1 = 200 \text{ m}$

$\Delta f = 03^\circ 30'$

$D_2 = \Delta l = \Delta \lambda \cdot \cos f$

$600 = \Delta \lambda' \cdot \cos 45^\circ$

$\Delta \lambda' = 848,5' =$

f_A	$48^\circ 30,0' N$
Δf	$- 03^\circ 30,0' S$
f_K	$45^\circ 00' N$

λ_A $176^\circ 00,0' E$

$\Delta \lambda$ $+ 014^\circ 08,5' E$

λ_K $190^\circ 08,5' E$

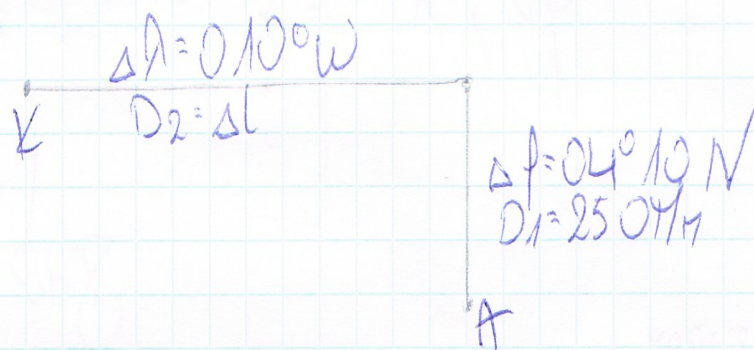
λ_K $169^\circ 51,5' W$

2AD

STATEK PŁYNAŁ PO POŁUDNIKU NA N PRZEDCYNIAJĄC $\Delta p = 0,4^\circ 10' N$
A NASTĘPNIE PO BÓWKOŁEŃNIKU NA W $\Delta p = 0,10^\circ 00' W$

$$\begin{pmatrix} p_A = 25^\circ 50' 0'' N \\ r_A = 005^\circ 30' 0'' E \end{pmatrix}$$

$$f_k, r_k \leq D = ?$$



$$p_A + (\Delta p = 0,4^\circ 10' N) = p_A = p_k = 30^\circ 00' N$$

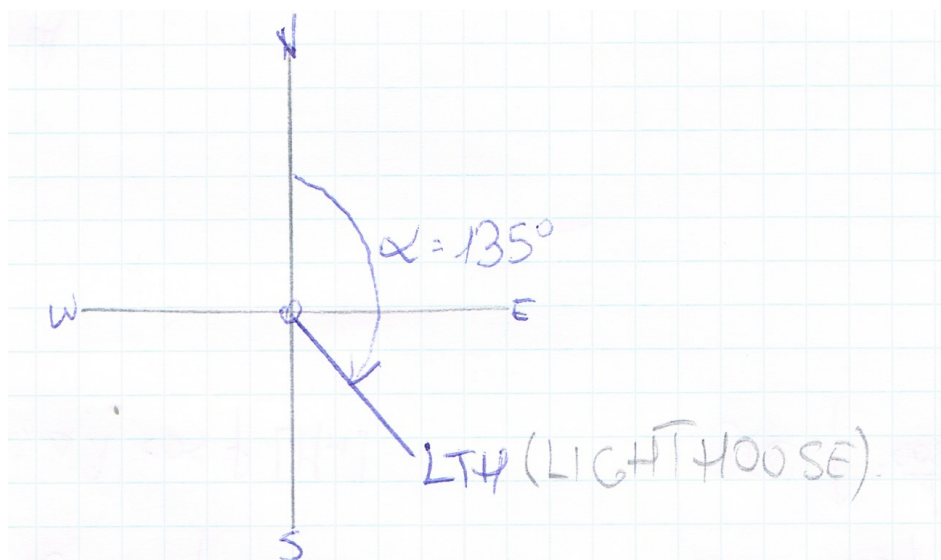
$$\begin{array}{r} r_A = 005^\circ 30' 0'' E \\ + \Delta r = 0,10^\circ 00' 0'' W \\ \hline r_k = 004^\circ 30' 0'' W \end{array}$$

$$D_2 = \Delta r' \cdot \cos p = 600' \cdot \cos 30^\circ$$

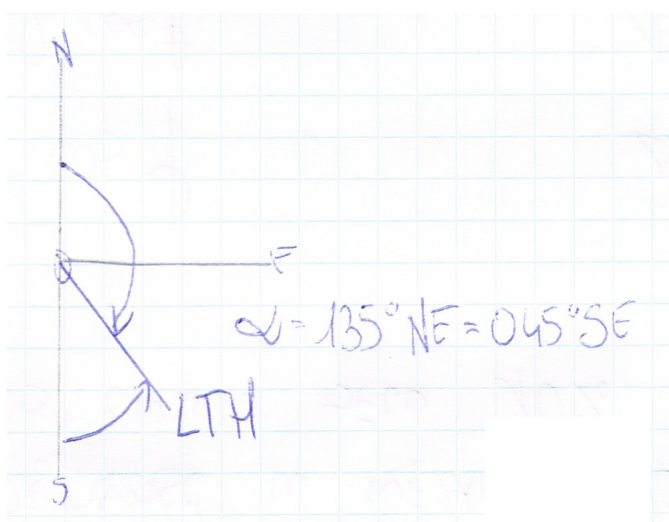
$$D_2 = 519,6$$

$$\leq D = 1469,6 M$$

Systemy podziału horyzontu i liczenia kierunków na morzu

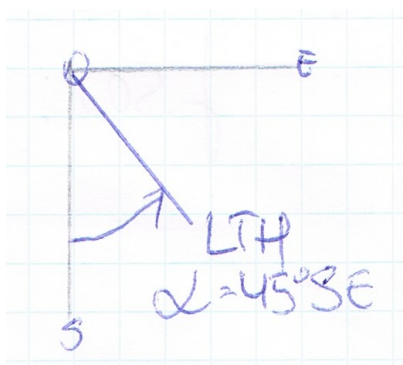


System pełny (okrężny)
000° - 360°



System półpełny (półokrężny)
000° - 180°

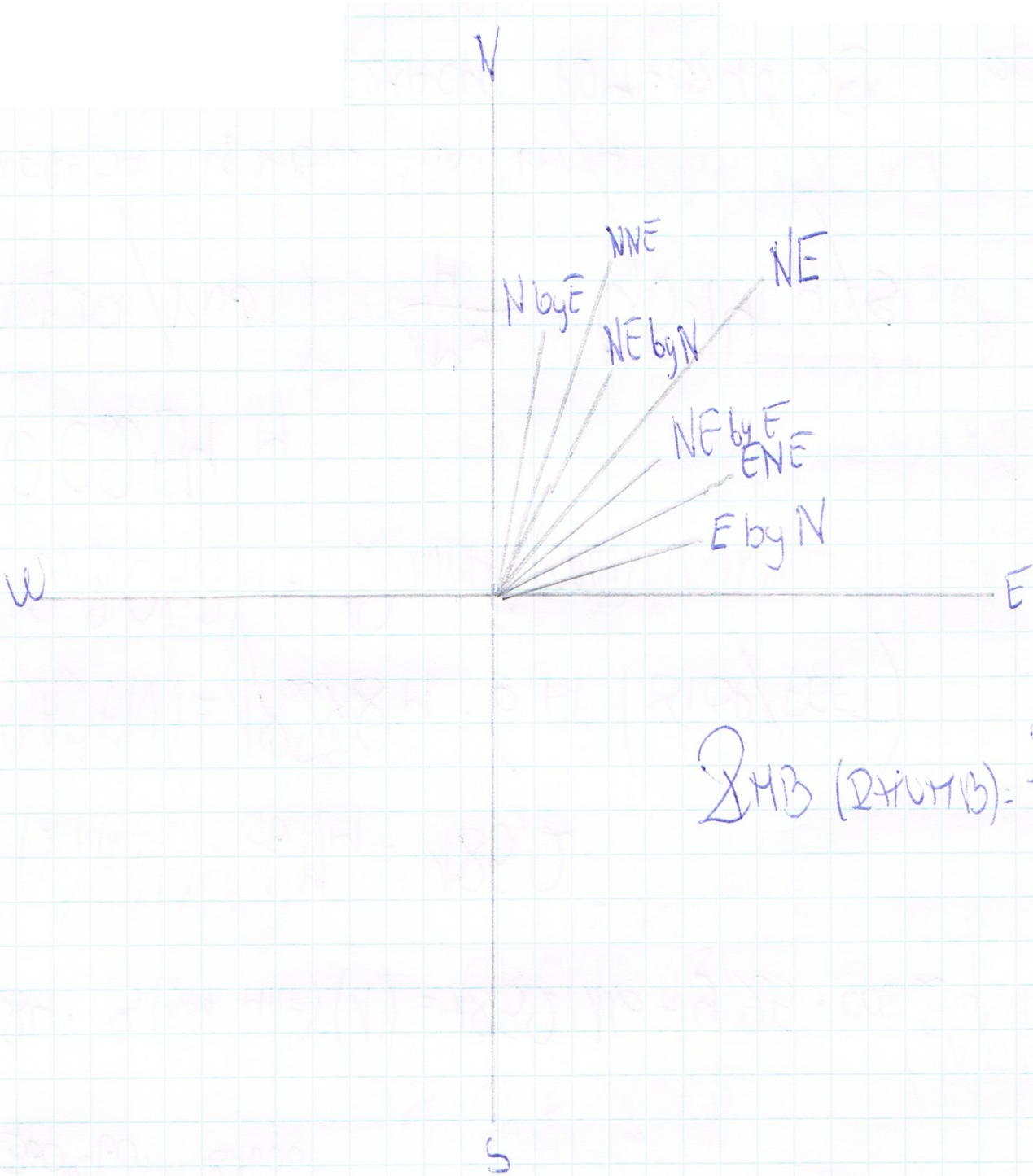
od N/S części połowy obserwacji na W/E



System ćwiartkowy
00° - 90°

od N/S części obserwacji

System rhumb



$$\sum MB (\text{RHUMB}) = \frac{360}{32} = 11 \frac{1}{4}$$

Kierunki rzeczywiste w nawigacji
kurs rzeczywisty, namiar rzeczywisty i kąt kursowy

KK – kąt kursowy / RB – Relative Bearing

[000° , 180°]

Kąt zawarty między dziobową częścią linii symetrii Statku a linią kierunku na dany obiekt.

KR – kurs rzeczywisty / TC – True Course

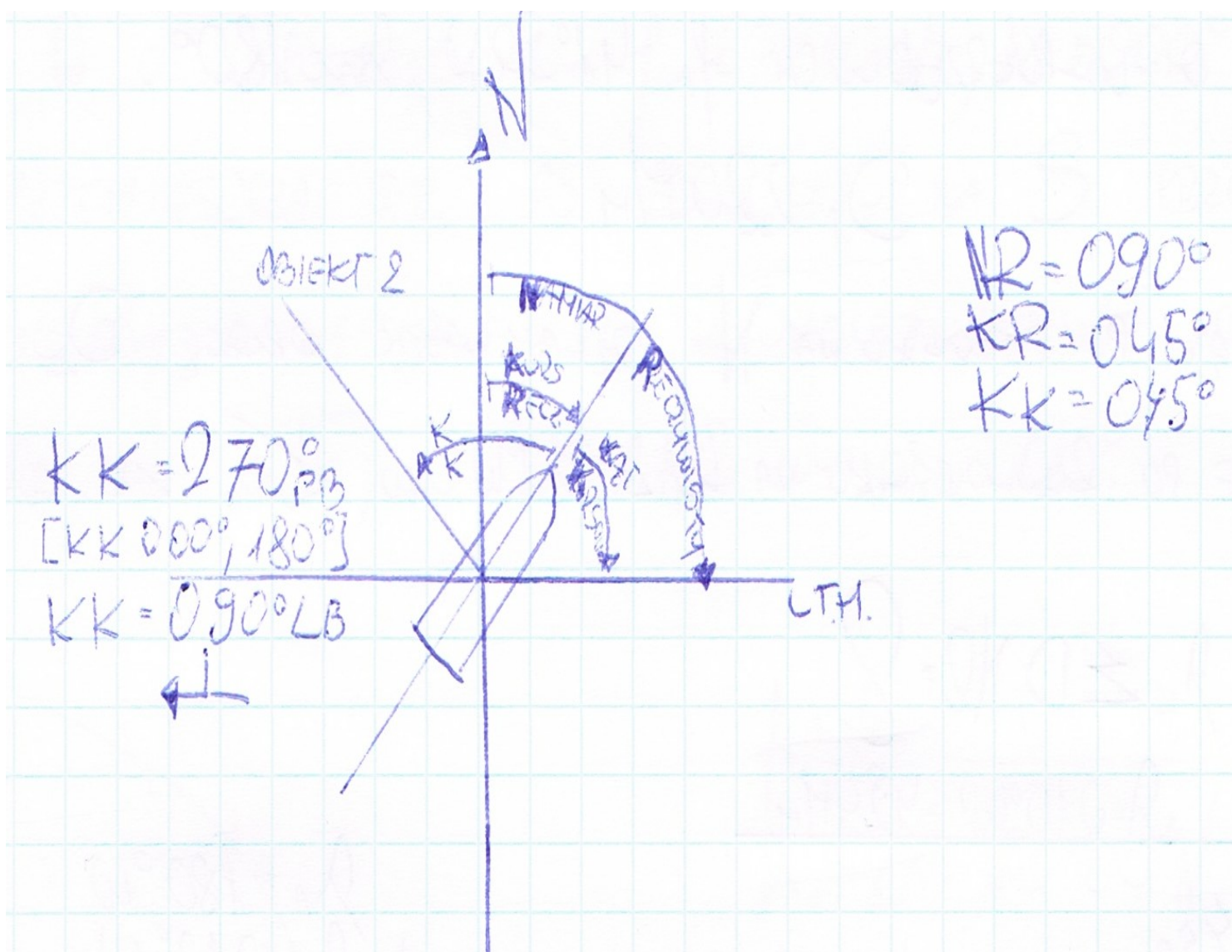
[000° , 360°]

Jest to kąt zawarty między północną częścią południka rzeczywistego a dziobową częścią linii symetrii statku

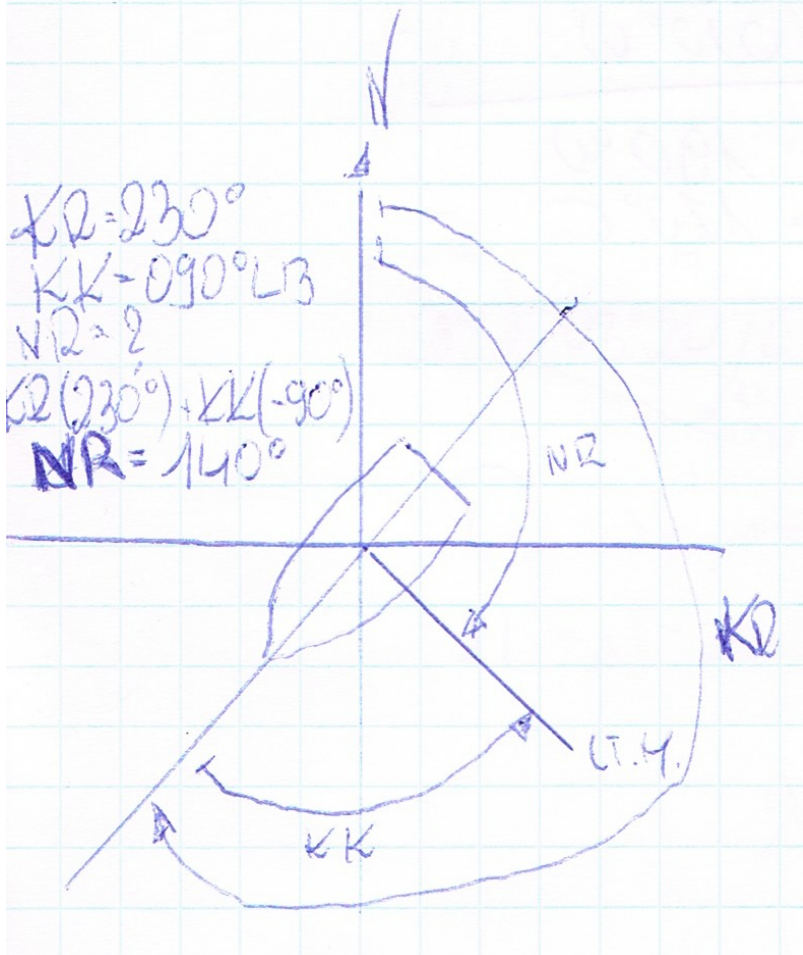
NR – namiar rzeczywisty / TB – True Bearing

[000° , 360°]

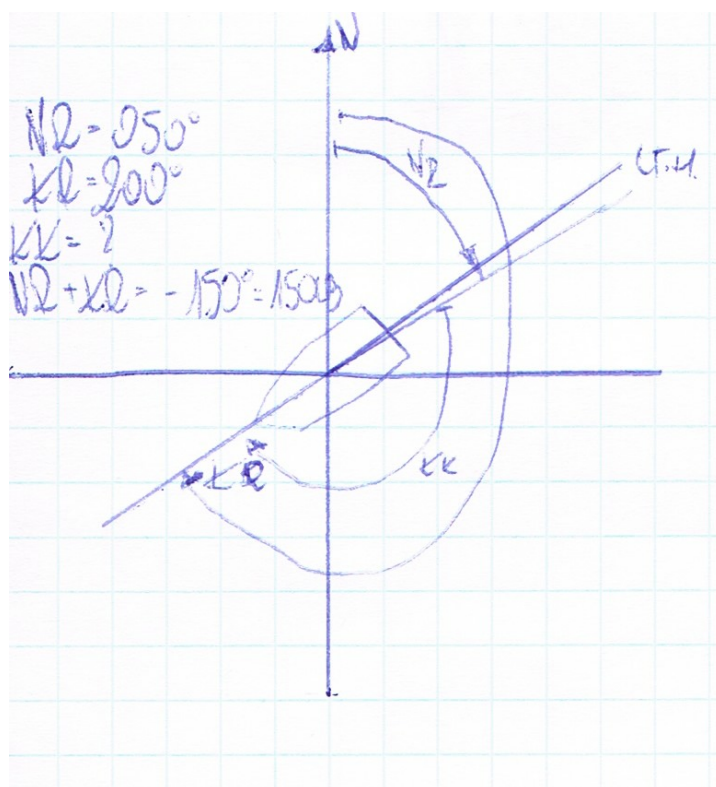
Jest to kąt zawarty między północną częścią południka rzeczywistego a linią kierunku na dany obiekt.



$\angle R = 230^\circ$
 $\angle K = 090^\circ \text{ LB}$
 $N_2 = ?$
 $02(230^\circ) + \angle K(-90^\circ)$
 $N_2 = 140^\circ$

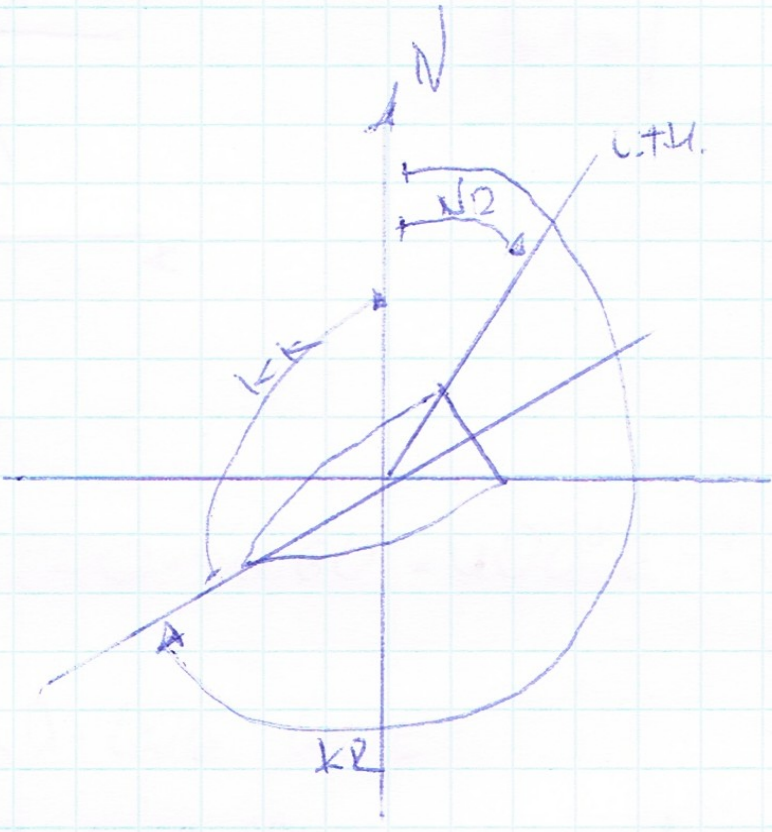


$N_2 = 050^\circ$
 $\angle R = 200^\circ$
 $\angle K = ?$
 $N_2 + \angle R = -150^\circ = 150^\circ \text{ LB}$



$N_2 = 030^\circ$
 $\angle K = 150^\circ \text{ LB}$
 $\angle R = ?$

$(N_2 + 360) + \angle K = 240^\circ$
 $\angle R = 240^\circ$



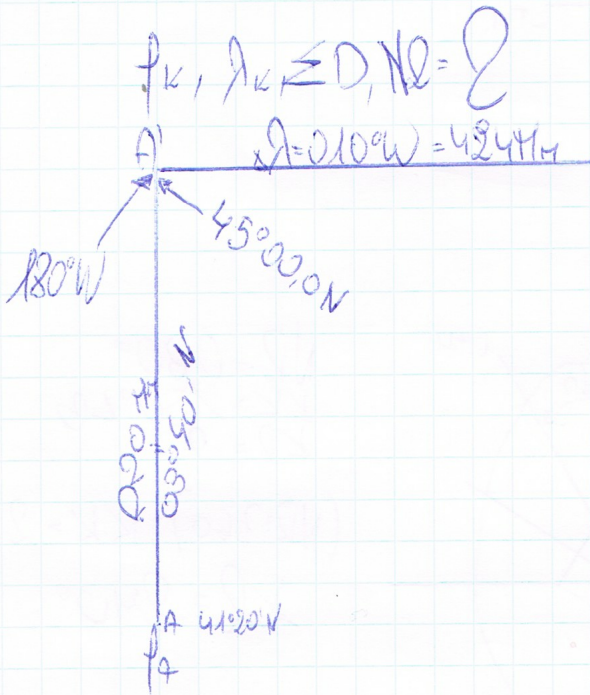
ZAD. OBLICZ

Z punktu A o współrzędnych $f_A = 41^{\circ}20'N$ $\lambda_A = 180^{\circ}$

$$D_1 = 220 \text{ Mm}$$

Statek płynie po równiku na N przebywając drogę $D_2 = 220 \text{ Mm}$

A następnie po równoleżniku na $W - \Delta\lambda = 010^{\circ}W$ w \leftarrow KK wynosi $090^{\circ}LB$



$$\begin{array}{r} \lambda_A = 180^{\circ}W \\ + \Delta\lambda = 010^{\circ}W \\ \hline \lambda_K = 190^{\circ}W \\ \lambda_K = 170^{\circ}E \end{array}$$

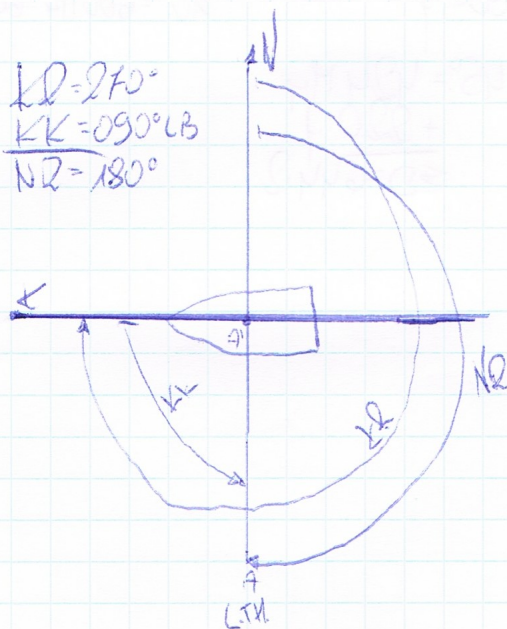
$$D_2 = ?$$

$$D_2 = \Delta L = \Delta L' \cdot \cos \varphi \quad 10^{\circ} = 600 \text{ Mm} = 600'$$

$$D_2 = 600' \cdot \cos 45^{\circ} = 424 \text{ Mm}$$

$$+ 220 \text{ Mm}$$

$$\hline \approx D = 644 \text{ Mm}$$



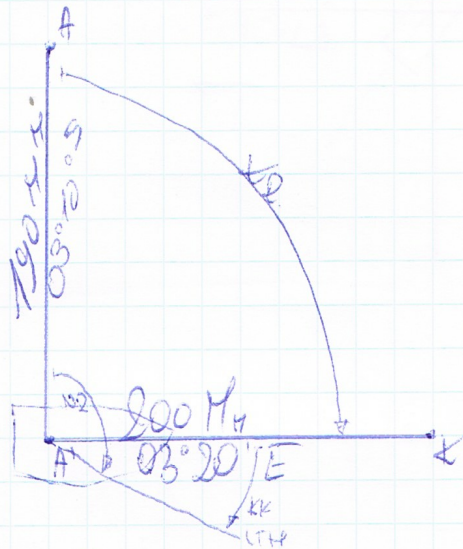
ZAD. 013LICZ

z punktu A o współrzędnych $\lambda_A = 63^{\circ}10'N$, $\Lambda_A = 000^{\circ}$

statek przemieszcza się po południku na S przebywając

$D_1 = 190 M$ a następnie po równoleżniku NE przebywając

$D_2 = 200 M$ na E; w K NR wynosi 120° .



$$\lambda_{A+\Delta} = 60^{\circ}00'N$$

$$D_2 = \Delta L' \cdot \cos \phi$$

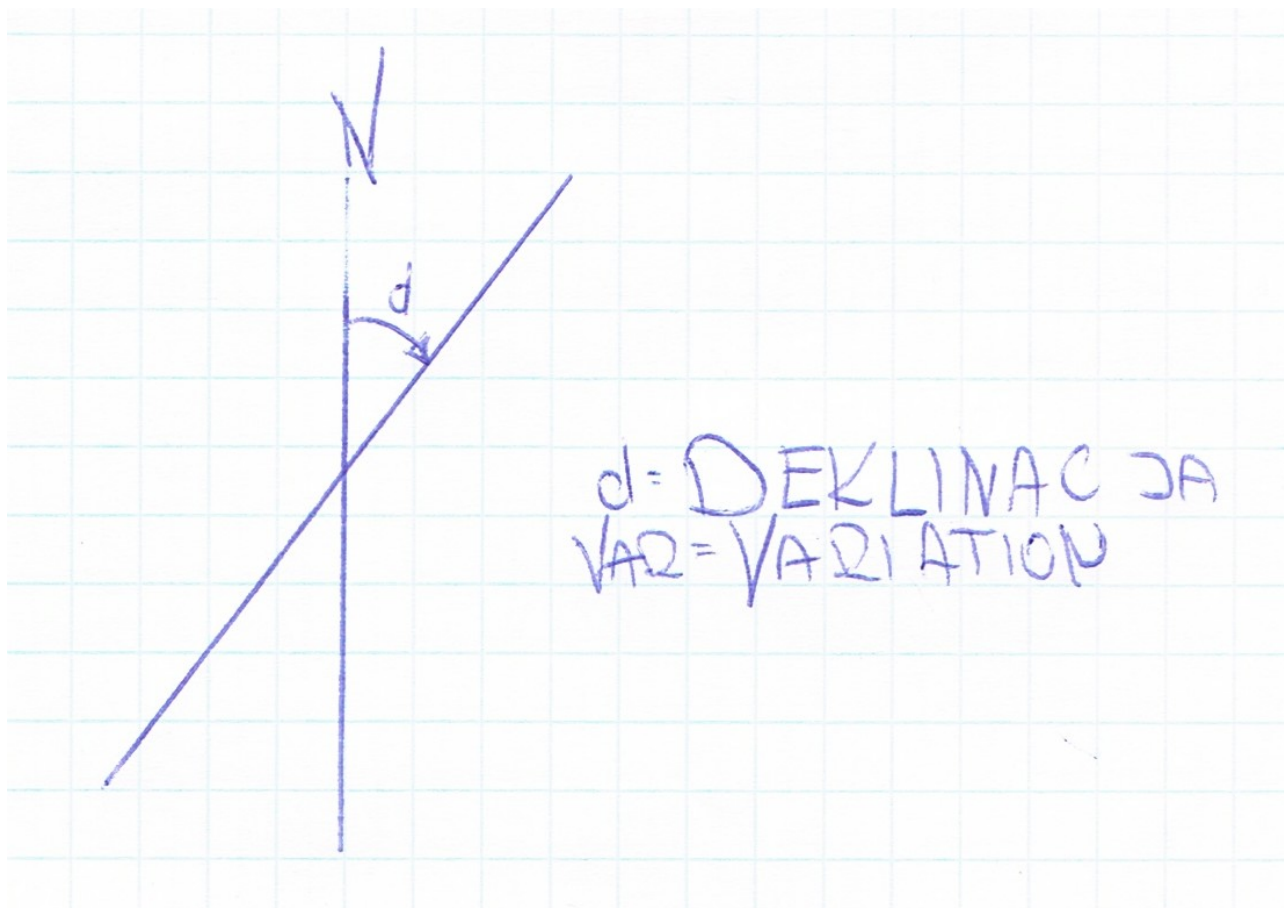
$$\Delta L' = \Delta L \cdot \sec \phi = 200 \cdot \sec 60^{\circ} = 400^{\circ}E = 006^{\circ}40'E$$

$$\lambda_{A+\Delta} = 006^{\circ}40'E$$

$$\begin{aligned} \lambda_B &= 120^{\circ} \\ \lambda_L &= 090^{\circ} \text{ LB} \\ \lambda_K &= 030^{\circ} \text{ PB} \end{aligned}$$

MAGNETYZM ZIEMI, DEWIACJA KOMPASU MAGNETYCZNEGO, DEKLINACJA MAGNETYCZNA

Swobodnie podwieszona igła magnetyczna wolna od wpływów ubocznych ustawia się wzdłuż linii sił pola magnetycznego ziemi wskazując w przybliżeniu kierunek N/S. Szlak przecina się powierzchnię ziemi z płaszczyzną prostopadłą przechodzącą przez oś igły magnetycznej wolnej od wpływów ubocznych wyznacza południk magnetyczny. W ogólnym przypadku linia południka magnetycznego ma nieregularny przebieg i nie pokrywa się on z południkiem geograficznym.



Deklinacja magnetyczna jest to kąt zawarty między północną częścią południka rzeczywistego a północną częścią południka magnetycznego.

$$d \in [0^\circ, 180^\circ]$$

Deklinacja ma zazwyczaj od kilku do kilkunastu stopni, jest podana zawsze w roku produkcji mapy.

Do d przypisujemy (+) lub E / (-) lub W

Izogona ($d = \text{const}$) – jest to linia łącząca punkty o jednakowej wartości deklinacji

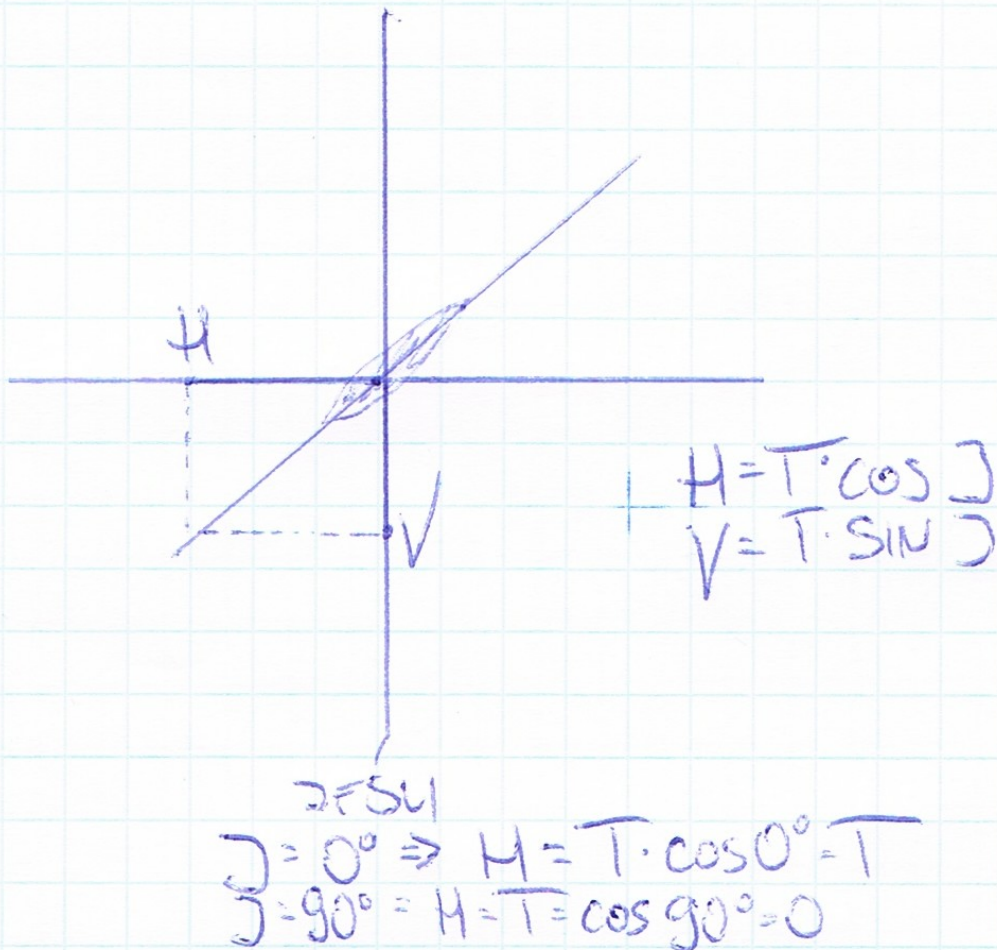
Agona ($d = 0^\circ = \text{const}$) – linia łącząca punkty o zerowej wartości deklinacji

Inklinacja ($I = \theta$) – jest kąt zawarty między płaszczyzną poziomą z osią igły magnetycznej wolnej od wpływów ubocznych

$$I \in [0^\circ, 90^\circ]$$

Izoklina ($I=\text{const}$) – jest to linia łącząca punkty o jednakowej wartości inklinacji

Aklina – jest to linia łącząca punkty w zerowej wartości inklinacji.



Wektor całkowitego natężenia pola magnetycznego ziemi T jest to siła działająca na jednostkową masę magnetyczną umieszczoną w tym polu.

Izodynamia ($t=\text{const}$) – jest linią łączącą punkty o jednakowych natężeniach pola magnetycznego ziemi

d_m - jej wartość jest określana na rok produkcji mapy

VAR $1^{\circ}30' E$ (INCREASING ABOUT $12'$ ANNUALLY) (2002)

$$\Delta \text{VAR} = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{LAT}}}{10} \times 12' = 120' (:60) = 2^{\circ}$$

$$\text{VAR}(2012) = 3^{\circ}30' E$$

LUB

VAR $2^{\circ}00' W$ (1992) ($6' W$)

$$\Delta \text{VAR} = 20 \times 6' = 120' = 2^{\circ}$$

$$\text{VAR}(2012) = 4^{\circ}00' W$$

VARIATION $3^{\circ}00' E$ (2002)
DECREASING ABOUT $6'$ ANNUALLY

$$\Delta \text{VAR} = 10 \times 6' = 60' = 1^{\circ}$$

$$\text{VAR}(2012) = 2^{\circ}00' E$$

LUB

VAR $1^{\circ}00' W$ (1992) ($18' E$)

$$\Delta \text{VAR} = 20 \times 18' = 360' = 6^{\circ}$$

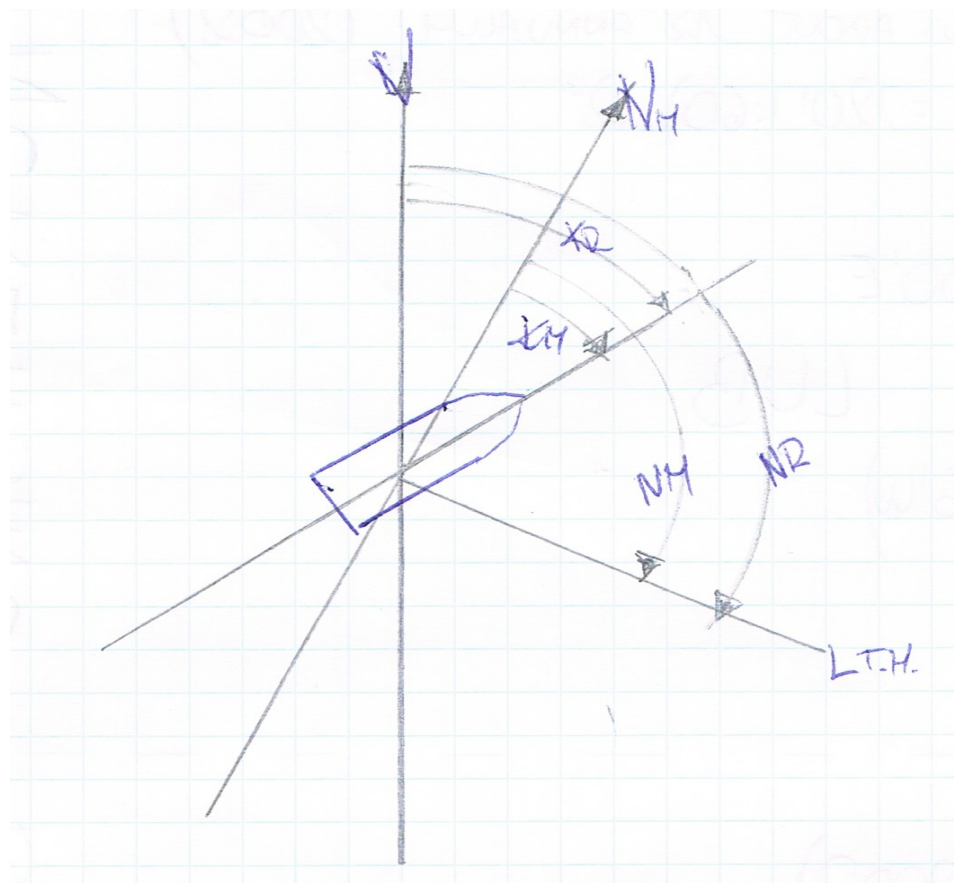
$$\text{VAR}(2012) = 5^{\circ}00' E$$

INCREASING

DECREASING

AKTUALNIANIE DEKLINACJI NA PAPACH

KIERUNKI MAGNETYCZNE W NAWIGACJI



$$KR = KM + d$$

$$NR = NM + d$$

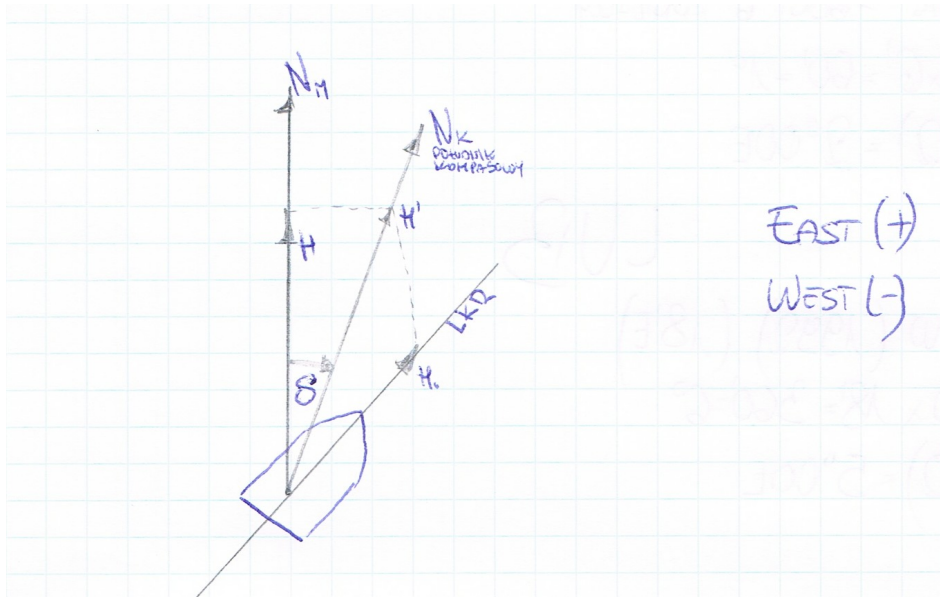
$$NR = KR + KK$$

$$NM = KM + KK$$

Kurs magnetyczny (KM) jest to kąt zawarty między północną częścią południka magnetycznego a dziobową częścią linii symetrii statku.

Namiar magnetyczny (NM) jest to kąt zawarty między północną częścią południka magnetycznego a linią kierunku na dany obiekt.

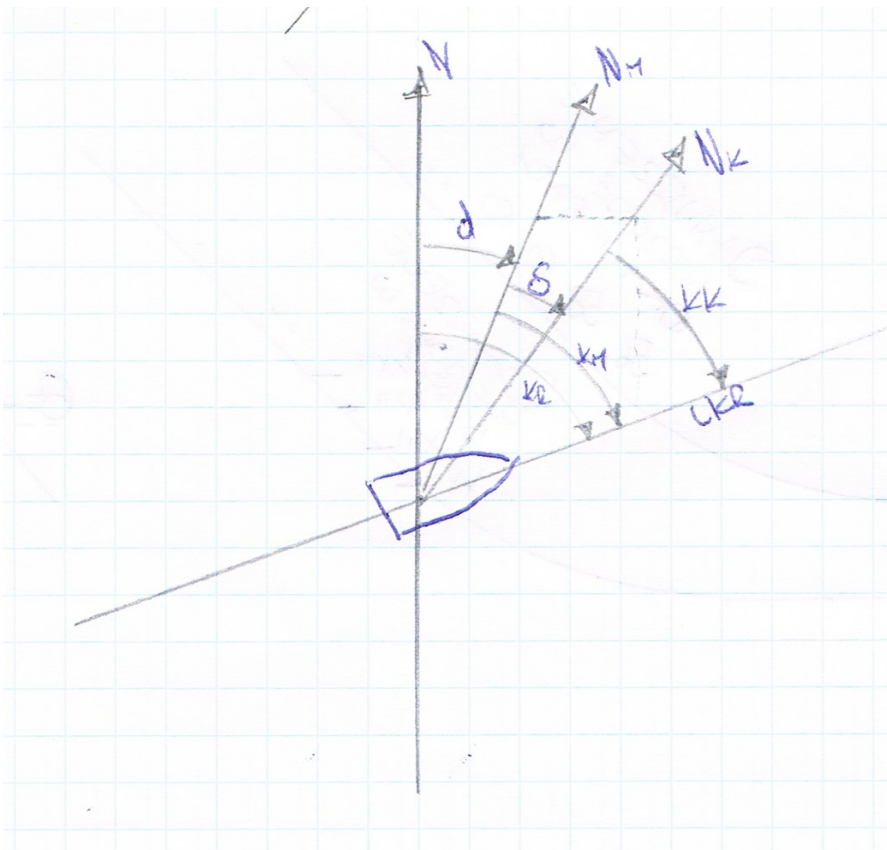
Magnetyzm własny statku, kierunki kompasowe w nawigacji, dewiacja kompasu magnetycznego



Na kompas magnetyczny (jego system magnesów) umiejscowiony na statku oddziałuje składowa pozioma magnetyzmu ziemskiego i składowa pozioma magnetyzmu własnego statku.

Różą kompasu magnetycznego ustawi się wzdłuż obu pól magnetycznych wyznaczając w ten sposób kierunek południka kompasowego.

Dewiacja kompasu magnetycznego δ to kąt zawarty między północną częścią południka magnetycznego a północną częścią południka kompasowego.



$$KR = KM + d$$

$$KM = KK + \delta$$

$$KR = KK + \delta + d$$

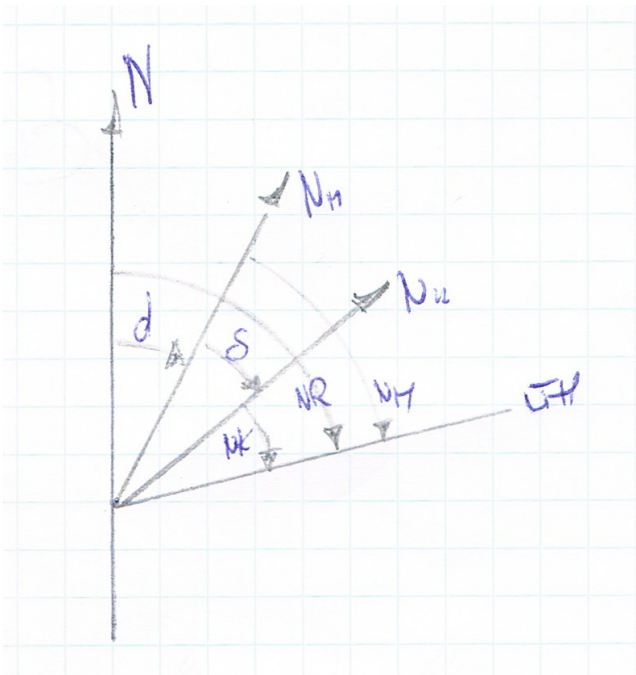
$$CP = \delta + d$$

$$KR = KK + CP$$

Kurs kompasowy jest to kąt zawarty między północną częścią południka kompasowego a dziobową częścią linii symetrii statku.

Całkowita poprawka CP (Compass Error CE) to algebraiczna suma dewiacji kompasu i deklinacji magnetycznej.

Namiar kompasowy NK (Compass Bearing CB) jest to kąt zawarty między północną częścią południka kompasowego a linią kierunku na dany obiekt,



$$NR = NM + d$$

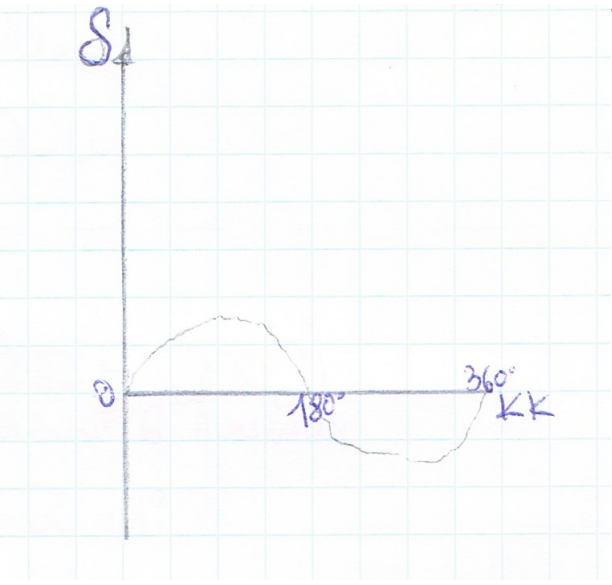
$$NM = NK + \delta$$

$$NR = NK + \delta + d$$

$$NR = NK + CP$$

$$NK = KK + KK$$

$$\delta = f(KK)$$



Tablicę dewiacji lub krzywą dewiacji kompasu magnetycznego określa się dla każdego kompasu znajdującego się na statku

Tabelki dewiacji kompasu magnetycznego

Nr 1

Kurs kompasowy	Dewiacja	Kurs kompasowy	Dewiacja
000 ⁰	2 ⁰ W.	180 ⁰	1 ⁰ W.
010 ⁰	4 ⁰ W.	190 ⁰	2 ⁰ E.
020 ⁰	6 ⁰ W.	200 ⁰	4 ⁰ E.
030 ⁰	7 ⁰ W.	210 ⁰	6 ⁰ E.
040 ⁰	8 ⁰ W.	220 ⁰	9 ⁰ E.
050 ⁰	10 ⁰ W.	230 ⁰	11 ⁰ E.
060 ⁰	13 ⁰ W.	240 ⁰	13 ⁰ E.
070 ⁰	15 ⁰ W.	250 ⁰	15 ⁰ E.
080 ⁰	16 ⁰ W.	260 ⁰	17 ⁰ E.
090 ⁰	19 ⁰ W.	270 ⁰	20 ⁰ E.
100 ⁰	17 ⁰ W.	280 ⁰	18 ⁰ E.
110 ⁰	15 ⁰ W.	290 ⁰	15 ⁰ E.
120 ⁰	12 ⁰ W.	300 ⁰	12 ⁰ E.
130 ⁰	10 ⁰ W.	310 ⁰	9 ⁰ E.
140 ⁰	8 ⁰ W.	320 ⁰	7 ⁰ E.
150 ⁰	6 ⁰ W.	330 ⁰	5 ⁰ E.
160 ⁰	4 ⁰ W.	340 ⁰	3 ⁰ E.
170 ⁰	3 ⁰ W.	350 ⁰	nil

Nr 2

Kurs kompasowy	Dewiacja	Kurs kompasowy	Dewiacja
000 ⁰	+2,5 ⁰	180 ⁰	-1,0 ⁰
010 ⁰	+2,5 ⁰	190 ⁰	-0,5 ⁰
020 ⁰	+2,0 ⁰	200 ⁰	-0,5 ⁰
030 ⁰	+1,5 ⁰	210 ⁰	0,0 ⁰
040 ⁰	+1,5 ⁰	220 ⁰	+0,5 ⁰
050 ⁰	+1,0 ⁰	230 ⁰	+1,0 ⁰
060 ⁰	+0,5 ⁰	240 ⁰	+1,5 ⁰
070 ⁰	0,0 ⁰	250 ⁰	+2,0 ⁰
080 ⁰	-0,5 ⁰	260 ⁰	+2,5 ⁰
090 ⁰	-1,0 ⁰	270 ⁰	+3,0 ⁰
100 ⁰	-1,5 ⁰	280 ⁰	+3,5 ⁰
110 ⁰	-2,0 ⁰	290 ⁰	+4,0 ⁰
120 ⁰	-2,5 ⁰	300 ⁰	+4,6 ⁰
130 ⁰	-3,0 ⁰	310 ⁰	+5,0 ⁰
140 ⁰	-3,5 ⁰	320 ⁰	+4,5 ⁰
150 ⁰	-3,0 ⁰	330 ⁰	+4,0 ⁰
160 ⁰	-2,5 ⁰	340 ⁰	+3,5 ⁰
170 ⁰	-2,0 ⁰	350 ⁰	+3,0 ⁰
		360 ⁰	+2,5 ⁰

Prace dewiacyjne dzielą się na:

1. Kompensacja dewiacji – usuwanie zbyt dużych wartości kąta dwiacji poprzez odpowiednie umieszczenie w pobliżu kompasu magnetycznego magnesów, sztab żelaza i kul dewiacyjnych wytwarzających pole magnetyczne o znaku przeciwnym do magnetyzmu statkowego.
2. określenie wartości dewiacji pozostałym po kompensacji i sporządzeniu tabeli bądź wykresu dewiacji
3. Bieżąca kontrola aktualnej wartości dewiacji w trakcie eksploatacji statku – należy do obowiązków oficera wachtowego.

Kompensację i określenie tabeli dewiacji przeprowadza się:

1. dla statków nowo zbudowanych
2. po pobycie statku na stoczni, szczególnie gdy były przeprowadzane prace spawalnicze
3. po pożarze na statku
4. po kolizji z innym statkiem lub wejściem na mieliznę
5. po przewozie nietypowego ładunku (złom metali czy rudy ferromagnetycznej)
6. minimum raz do roku lub w każdym innym uzasadnionym przypadku

Metody i sposoby określania dewiacji magnetycznej

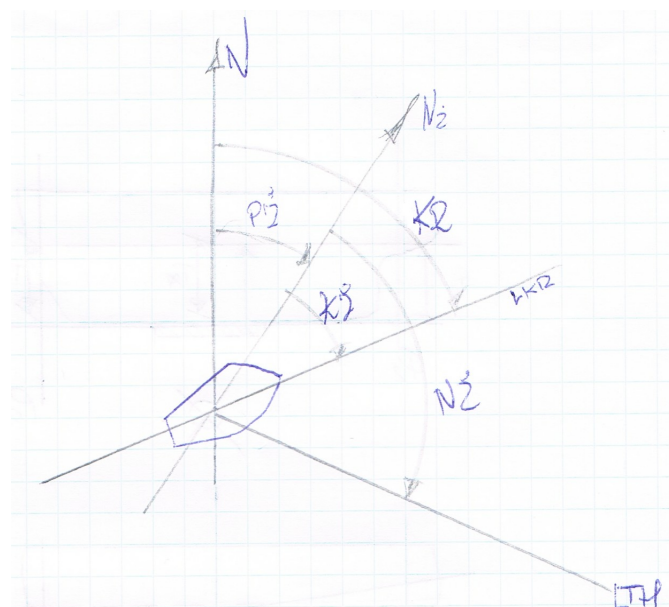
1. Porównanie wymiarów
2. Porównanie kursów
3. pomiar sił ustawiających różę kompasu

Sposoby określania dewiacji kompasu magnetycznego:

- porównanie namiarów na nabeżniki
- namierzanie się na odległe przedmioty
- porównanie wskazań kompasu magnetycznego ze wskazaniem żyrokompasu przy całkowitej poprawce żyrokompasu

Promień cyrkulacji statku – około od dwóch do siedmiu długości statku.

Kierunki żyrokompasowe, poprawka żyrokompasu



$$\begin{aligned}KR &= K\check{Z} + P\check{Z} \\NR &= N\check{Z} + P\check{Z} \\N\check{Z} &= K\check{Z} + KR\end{aligned}$$

Kurs żyrokompasowy (KŻ) jest to kąt zawarty pomiędzy północną częścią a południka żyrokompasowego a dziobową częścią linii symetrii statku.

Poprawka żyrokompasu (PŻ) jest to kąt zawarty między północną częścią południka rzeczywistego a północną częścią południka żyrokompasowego.

Namiar żyrokompasowy (NŻ) jest to kąt zawarty między północną częścią południka żyrokompasowego a linią kierunku na dany obiekt.

$$P\check{Z} = \Delta + S_V$$

Δ – błąd systematyczny wskazań żyrokompasu
 S_V – dewiacja prędkościowa która dana jest wzorem:

$$S_V = \frac{V \cos KR}{2\omega \cos f + V \sin KR}$$

R – średni promień ziemi
 ω – prędkość obrotowa ziemi dookoła własnej osi

Prędkość i droga statku; pomiar prędkości; logi morskie

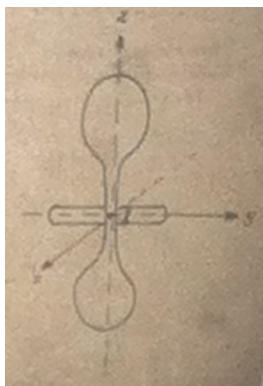
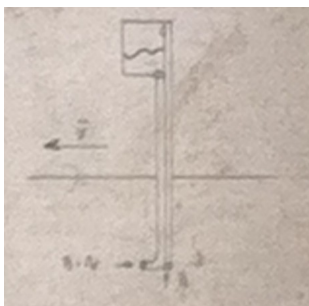
$$\frac{V(\omega)}{\phi} = \frac{D \text{ [KBLJ]}}{1 \text{ MIN}}$$

W praktyce morskiej stosuje się różne rodzaje prędkości:

- prędkość ponadmaksymalna (forsowna) – prędkość jaką może rozwinąć statek przy forsownej pracy silnika głównego i mechanizmów pomocniczych
- prędkość maksymalna – prędkość jaką może rozwinąć statek i utrzymać ją przez dłuższy czas określony warunkami pracy S_6 i mechanizmów pomocniczych przy wyporności odpowiadającej pełnemu załadowaniu statku
- prędkość ekonomiczna – prędkość przy której na przebyciu drogi jednej M_m ponoszone są najmniejsze starty
- prędkość minimalna (sterowna) - to prędkość przy której statek słuca się steru i może wykonywać manewry

Logi okrętowe – urządzenia służące do pomiaru prędkości i przebytej drogi

Typ	Mierzony parametr fizyczny	Mierzony parametr nawigacyjny	Rodzaj prędkości /drogi
Burtowy	CZAS	PRĘDKOŚĆ	PRĘDKOŚĆ WZGLĘDEM WODY
Zaburtowy (mechaniczny)	OBROTY	DROGA	PRĘDKOŚĆ WZGLĘDEM WODY (NAPRZÓD)
Ciśnieniowy (hydrodynamiczny)	CIŚNIENIE	PRĘDKOŚĆ	PRĘDKOŚĆ WZGLĘDEM WODY (NAPRZÓD)
Elektromagnetyczny (indukcyjny)	NAPIĘCIE	PRĘDKOŚĆ	PRĘDKOŚĆ WZGLĘDEM SKŁADOWEJ WZDŁUŻNEJ I POPRZECZNEJ (WSTECZ)
Dopplerowski (hydroakustyczny)	CZĘSTOTLIWOŚĆ	PRĘDKOŚĆ	PRĘDKOŚĆ NA



Poprawkę logów określimy:

1. Poprawką procentową

$$W_k = \frac{D_w}{D_L} = \frac{V_w - V_L}{V_L}$$

2. Współczynnik korekcyjny logu

$$W_k = \frac{D_w}{D_L} = \frac{V_w - V_L}{V_L} \cdot 100\%$$

$$\Delta \log \% = \frac{D_w - D_L}{D_L} \cdot 100\%$$

$$\frac{\Delta \log \%}{100\%} = \frac{D_w}{D_L} - \frac{D_L}{D_L} = W_k = \frac{\Delta \log \%}{100\%} + 1$$

$$\Delta \log = -8\% \Rightarrow W_k = 0,92$$

$$\Delta \log = +12 \Rightarrow W_k = 1,12$$

$$D_w = D_L \cdot W_k$$

$$D_L = \frac{D_w}{W_k}$$

$$t = \frac{D_w}{V_w} \cdot 60 = \frac{D_L}{V_L} \cdot 60 = \frac{D_L}{V_L} \cdot 60$$

W kompasach żyroskopowych wykorzystano właściwości żyroskopu swobodnego.

Żyroskop jest to ciało twarde symetryczne którego masa znajduje się na obwodzie tego ciała.

Gdy żyroskop obraca się z prędkością 18/24 tysiące obrotów na minute to jego główna oś (oś obrotu) zajmuje niezmiennie położenie we wszechświecie.

KOMPAS MAGNETYCZNY

$$+ \begin{pmatrix} K \\ \pm S \\ \pm D \end{pmatrix} =$$

$$+ \begin{pmatrix} D \\ \pm 00 \end{pmatrix}$$

$$+ \begin{pmatrix} DW \\ \pm P \end{pmatrix}$$

$$+ KD$$

KOMPAS ŻYROSKOPOWY

$$+ \begin{pmatrix} K \\ \pm P \\ \pm S \end{pmatrix} =$$

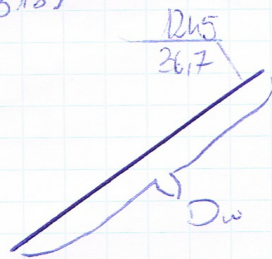
$$+ DR$$

$$+ SP$$

$$\Delta EP$$

$$S_V = \frac{V \cos \angle KDW}{900 \cos P} \cdot 57,3^\circ$$

$$\frac{D_1(12,15)}{D_{L1}(31,8)}$$

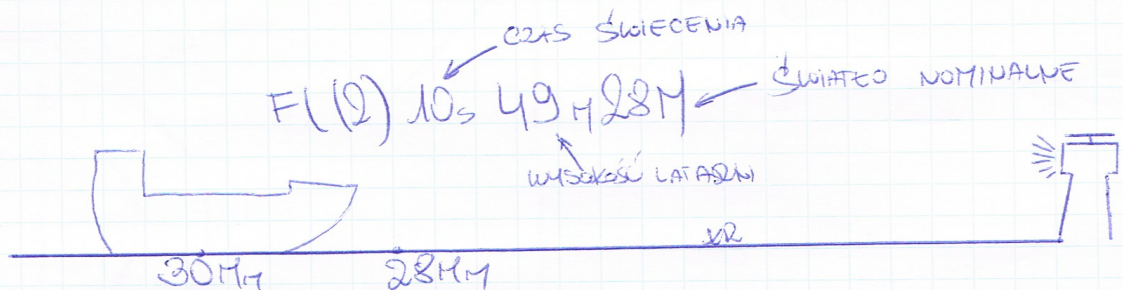


$$D_2 = 36,7 - 31,8 = 4,9$$

$$\Delta \log = +8 \quad W_k = 1,08$$

$$D_w = D_2 \cdot W_k = 4,9 \times 1,08 = 5,3$$

$$2,08 \sqrt{h}$$

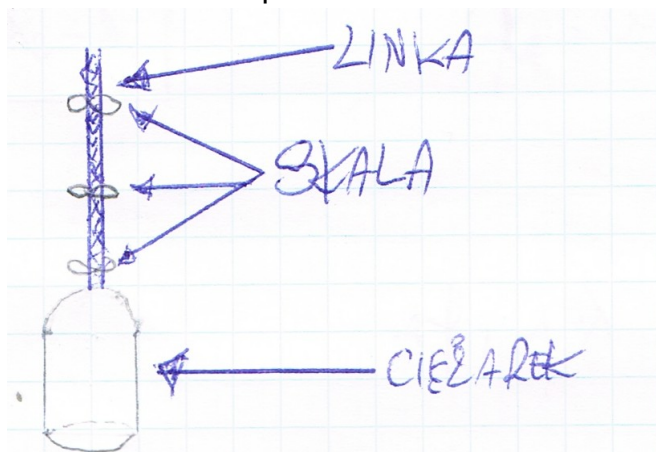


Powyżej zapis symboliczny danej latarni, jej dane oraz obrazek pomocniczy.

Pomiar głębokości akwenu – sondowanie, poziomy odniesienia wysokości i głębokości na morskich mapach nawigacyjnych

Pomiar głębokości nazywa się sondowaniem, są dwie metody pomiaru głębokości akwenu:

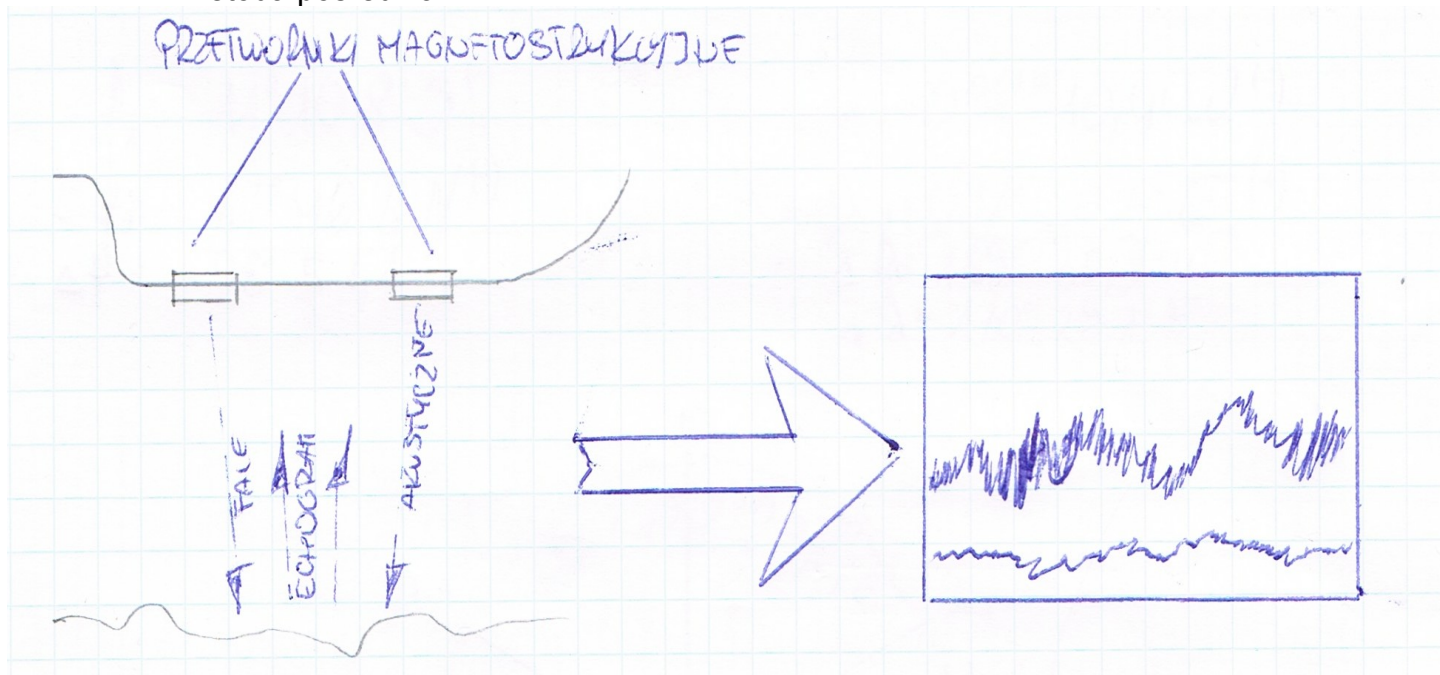
- metoda bezpośrednia



dokonywana jest z użyciem sondy ręcznej która ma kontakt z dnem, jest używana w „ekstremalnych” warunkach tj. wtedy gdy użycie metody pośredniej jest niemożliwe

sonda ręczna może mieć zainstalowany żeliwny ciężarek w dwóch wariantach:
- lekki od 3 do 5 kg
- ciężki od 15 do 20 kg

- metoda pośrednia



To metoda z wykorzystaniem echosond. Przetworniki magnetostrykcyjne nadają fale akustyczne które odbijając się od dna dają obraz rzeźby dna. Gdy dno jest miękkie to pod główną linią pojawia się cienką tzw. echogram niski który wskazuje położenie dna twardego.

Echosondy dzielą się na:

- echosondy nawigacyjne
- echosondy połowowe (rybackie)
- echosondy oceanograficzne
- echosondy hydrograficzne – do sporządzania reliefu dla odwzorowań na mapie
- echosondy specjalistyczne – np. okręty podwodne

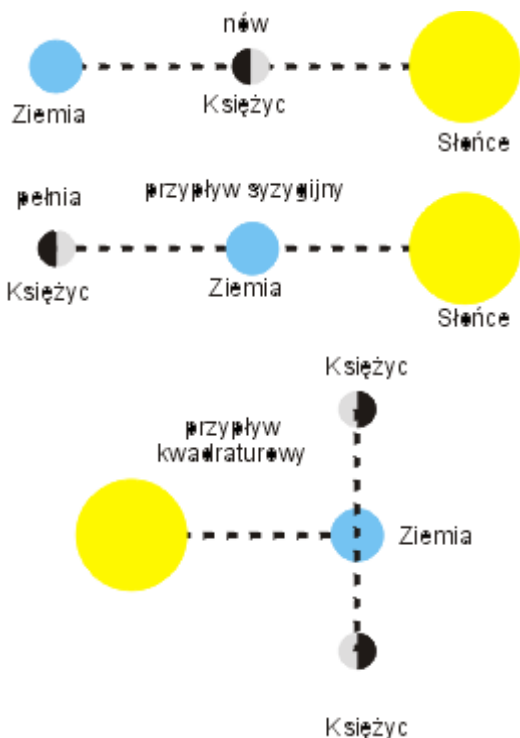
Sondowanie przeprowadza się:

1. przed rozpoczęciem i w trakcie wykonywania manewrów kotwiczenia
2. przy przechodzeniu miejsc płytkich i akwenów ścieśnionych szczególnie w czasie ograniczonej widzialności
3. przy przechodzeniu akwenu mało zbadanym pod względem nawigacyjnym
4. przy braku lub niepewnej pozycji

Poziomy odniesienia stosowane w nawigacji:

Głębokość akwenu na mapach morskich odnoszą się od zera mapy

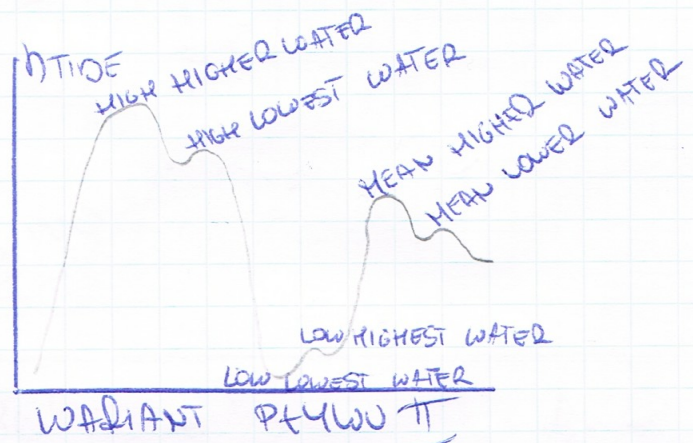
Na mapach Admiralicji Brytyjskiej (British Admirality) za zero mapy przyjęty jest poziom najniższego pływu astronomicznego LAT (lowest astronomical tide)



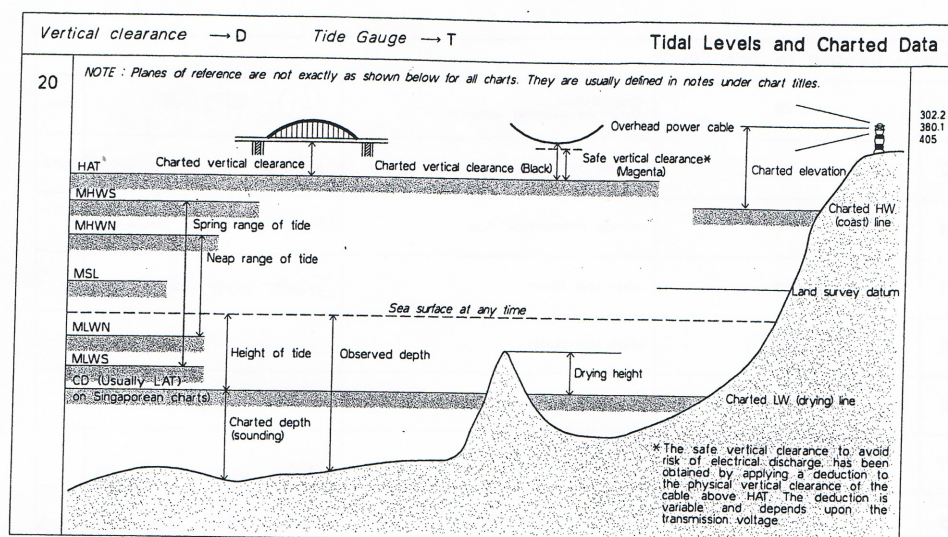
Zero mapy (chart datum) – poziom odniesienia względem którego podane są głębokości na mapie, głębokości osuchów (drying heights) i wysokości pływu. W rejonach bezpływowych za zero mapy przyjmowany jest środek poziomu morza MSL (mean sea level).

Na mapach Admiralicji Brytyjskiej pod mostami i napowietrznymi liniami energetycznymi podawane są względem poziomu najwyższego pływu HAT – highest astronomical tide)

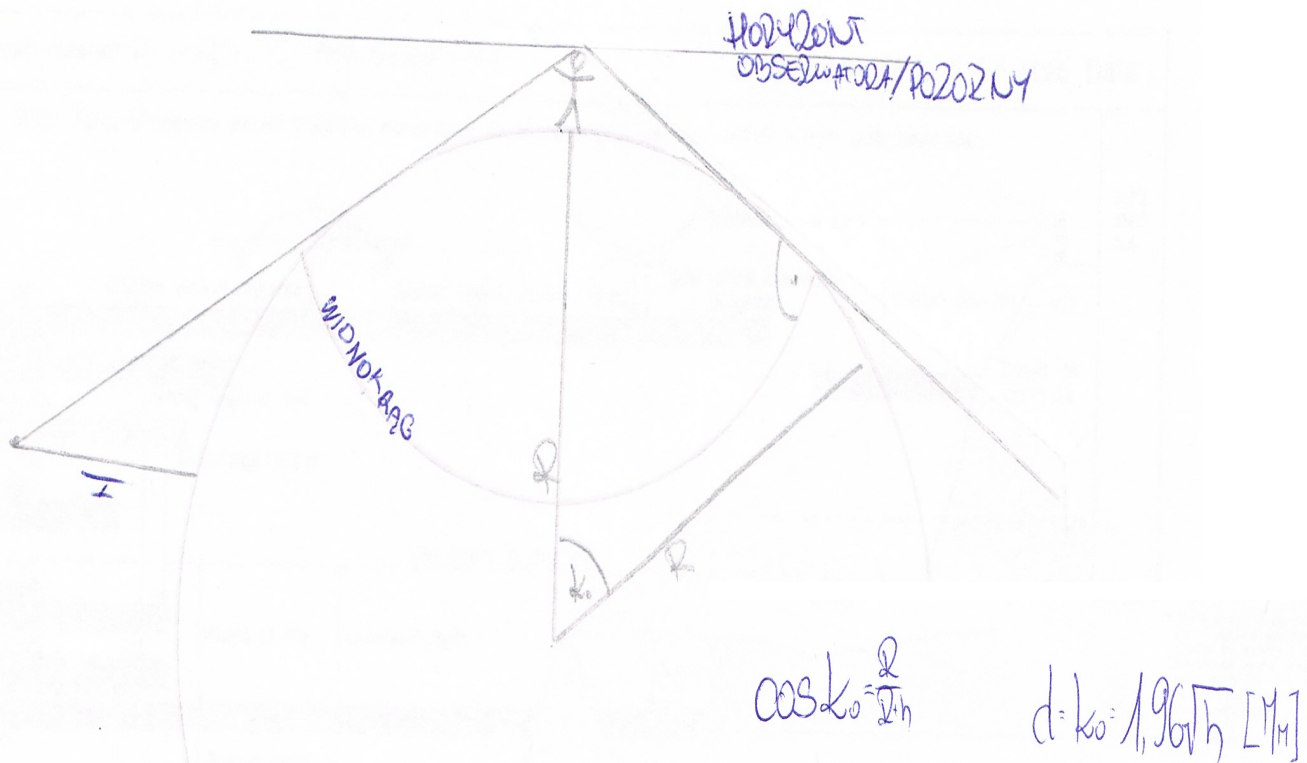
W rejonach bezpływowych względem MSL wzniesienia źródeł światła, latarni morskich podawane są względem poziomu średniej wysokiej wody syzygiyjnej (MHWS) lub średniej wyższej wody wysokiej (MHHW) w rejonach gdzie występują pływy oraz względem średniego poziomu morza (MSL) w rejonach bezpływowych.



Słowniczek wyrażen związanych z pływami		
CD	Chart Datum	Zero mapy
LAT	Lowest Astronomical Tide	Najniższy Pływ Astronomiczny
HAT	Highest Astronomical Tide	Najwyższy Pływ Astronomiczny
MLW	Mean Low Water	Średnia Woda Niska
MHW	Mean High Water	Średnia Woda Wysoka
MSL	Mean Sea Level	Średni Poziom Morza
	Land survey datum	Zero wysokości lądowych
MLWS	Mean Low Water Springs	Średnia Niska Woda Syzygijna
MHWS	Mean High Water Springs	Średnia Wysoka Woda Syzygijna
MLWN	Mean Low Water Neaps	Średnia Niska Woda Kwadraturowa
MHWN	Mean High Water Neaps	Średnia Wysoka Woda Kwadraturowa
MLLW	Mean Lower Low Water	Średnia Niższa Woda Niska
MHHW	Mean Higher High Water	Średnia Wyższa Woda Wysoka
MHLW	Mean Higher Low Water	Średnia Niższa Woda Wysoka
Sp	Spring tide	Pływ Syzygijny
Np	Neap tide	Pływ Kwadraturowy
	High Water	Woda Wysoka
	Low Water	Woda Niska
	Mean Tide Level	Średni Poziom Pływu
	Ordnance Datum	Zero niwelacji pre



Odległość widnokręgu i zasięg widoczności obiektu



Widnokrąg – jest to koło małe na powierzchni kuli ziemskiej w którym promienie oczne obserwatora są styczne do powierzchni kuli ziemskiej.

Odległość punktów styczności promieni ocznych do powierzchni ziemi od pozycji obserwatora nazywa się odległością widnokręgu.

Płaszczyzna prostopadła do linii pionu obserwatora przecinająca przez jego oczy nazywa się horyzontem obserwatora (inaczej horyzontem pozornym).

Obniżenie widnokręgu (k_0) – to kąt zawarty między płaszczyzną horyzontu pozornego a promieniem ocznym stycznym do powierzchni ziemi.

Przy przechodzeniu promieni świetlnych przez ośrodek optycznie niejednorodny promienie świetlne ulegają refrakcji.

d – odległość widnokręgu przy średniej refrakcji

$$d = d_0 + \frac{1}{3}d_0 = 2,08 \sqrt{h_{[M]}} [M]$$

Superrefrakcja – zwiększona widoczność

Subrefrakcja – zmniejszona widoczność

$$D_H = 2,08 (\sqrt{h_{[m]}} + \sqrt{H_{[m]}}) [Mm]$$

Na morskich mapach nawigacyjnych zasięgi latarni morskich podane są dla standardowej wysokości ocznej obserwatora.

$h_0 = 5m$ (mapy metryczne) i $h_0 = 15 ft.$ (mapy sążniowe)

$$D_{fakt} = D_{mapa} + \Delta D$$

$$\Delta D = 2,08 (\sqrt{h_{fakt}} - \sqrt{5}) = 2,08 \sqrt{h_{fakt}} - 4,65 [Mm]$$

Zasięgi świateł latarni na mapie morskiej podane są dla nominalnej widzialności 10Mm.

Widzialność meteorologiczna – jest to największa odległość z której można dostrzec i rozpoznać czarny przedmiot odpowiednich rozmiarów na horyzoncie, w przypadku obserwacji wodnej najwyższa odległość z której można ten przedmiot dostrzec i rozpoznać gdyby ogólne oświetlenie odpowiadało normalnemu poziomowi światła dziennego.

Zasięg świetlny – jest to największa odległość z której światło może być widziane określoną widzialnością meteorologiczną i światłością źródła światła.

Odwzorowania kartograficzne. Podział map morskich.

Mapa – to pomniejszony zdecentralizowany obraz powierzchni ziemi lub części przedstawiony na płaszczyźnie za pomocą umownych znaków graficznych.

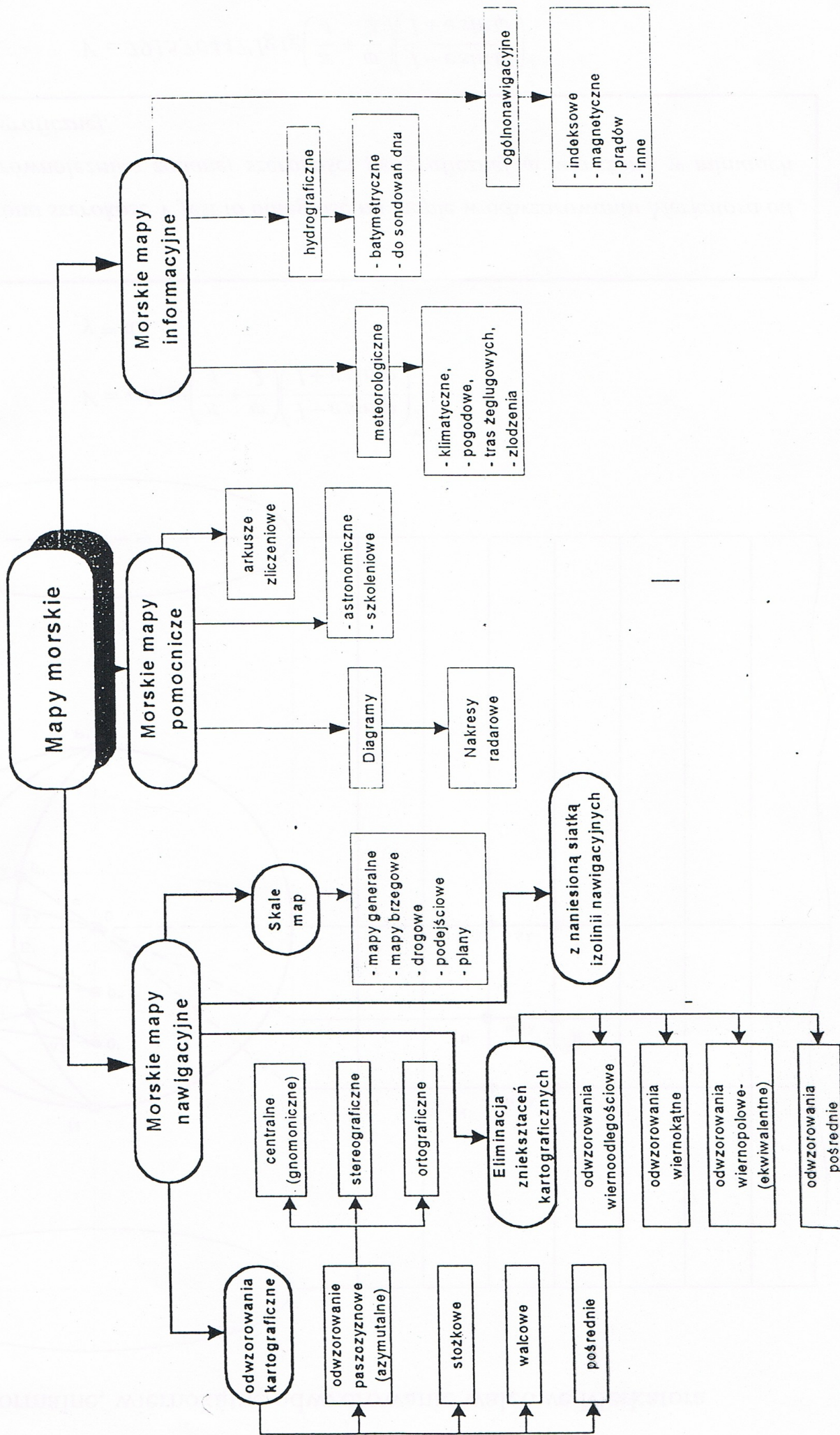
Do najważniejszych zadań w kartografii matematycznej należy ustalenie funkcji odwzorowawczych przyporządkowanych w jednoznaczny sposób każdemu punktowi elipsoidy lub kuli ziemskiej ściślej określony punkt na płaszczyźnie.

Niejawna postać funkcji:

- $x = f(\varphi\lambda)$
- $y = f(\varphi\lambda)$

Jawna postać parametrycznych funkcji odwzorowawczych określona jest rodzajem odwzorowania kartograficznego.

PODZIAŁ MAP MORSKICH



Mapy morskie przeznaczone są do prowadzenia nawigacji oraz wykonywania różnorodnych prac i zadań na morzu. Powinny spełniać następujące wymagania:

- powinny zachowywać wierność kątów
- powinny zachowywać stałość kali w granicach mapy (pozwala to na określenie pozycji z pomiarów odległościowych)
- ortodroma i loksodroma powinny być liniami prostymi

Z uwagi na to że powierzchnia elipsoidy obrotowej powinny być liniami prostymi lub kuli nie jest w sposób ciągły rozwijana na płaszczyznę to każde z odwzorowań kartograficznych cechują określone zniekształcenia takich wielkości geometrycznych jak:

- kąty
- odległości
- powierzchnie

Praktyczne zastosowanie map wymaga:

Doboru odpowiednich funkcji odwzorowawczych pozwalających na eliminację bądź arbitralne ograniczenie niektórych zniekształceń przedstawienia elipsoidy na płaszczyźnie.

Odwzorowanie kartograficzne w zależności od usuniętego zniekształcenia dzielą się na:

- odwzorowania wiernokątne (równokątne) – konforemne
- odwzorowania wiernoodległościowe (równoodległościowe)
- odwzorowania wiernopowierzchniowe (równopowierzchniowe)
- odwzorowania pośrednie

Skala mapy w danym punkcie i wzdłuż danego kierunku nazywa się stosunek nieskończenie małego odcinka na mapie do odpowiadającego mu odcinka w rzeczywistości.

$$S = \lim_{AB \rightarrow 0} \frac{ab}{AB}$$

Ortodroma – jest to krótszy łuk koła wielkiego między dwoma punktami na kuli ziemskiej (najkrótsza odległość między tymi punktami)

Loksodroma – linia krzywa na powierzchni kuli ziemskiej przecinająca południki pod jednakowym stałym kątem spiralnie dążając do bieguna nigdy go nie osiągając.

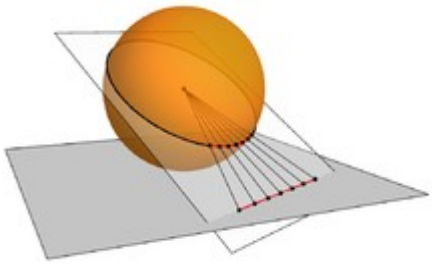
Na mapie w odwzorowaniach gnomonicznych wszystkie koła wielkie (południki i ortodroma) odwzorowują się jako linie proste, równoleżniki są koncentrycznymi kołami lub elipsoidami.

Loksodroma na mapie gnomonicznej jest linią krzywą wypukłością zwróconą ku równikowi, zaś ortodroma linią prostą przecinającą południki nad coraz to innym kątem.

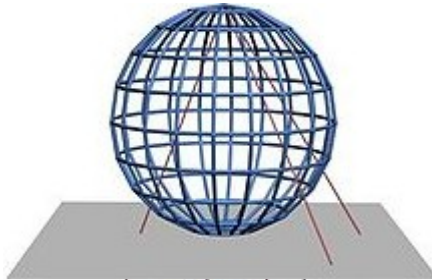
Na mapie Merkatora loksodroma jest linią prostą przecinającą południki pod jednakowym stałym kątem, zaś ortodroma jest linią krzywą wypukłością zwróconą ku bliższemu biegunowi.

Ze względu na rodzaj powierzchni rzutowania odwzorowania kartograficzne dzielą się na:

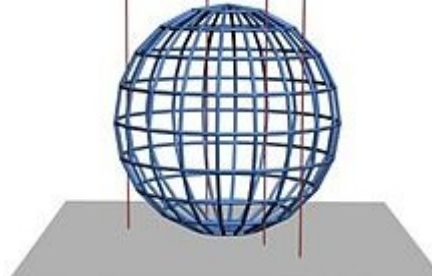
1. Odwzorowania płaszczyznowe:



a) gnomoniczne (centralne odwzorowanie płaszczyznowe)

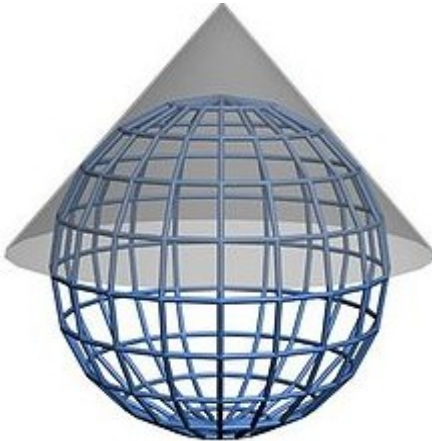


b) stereograficzne



c) ortograficzne

2. Odwzorowania stożkowe

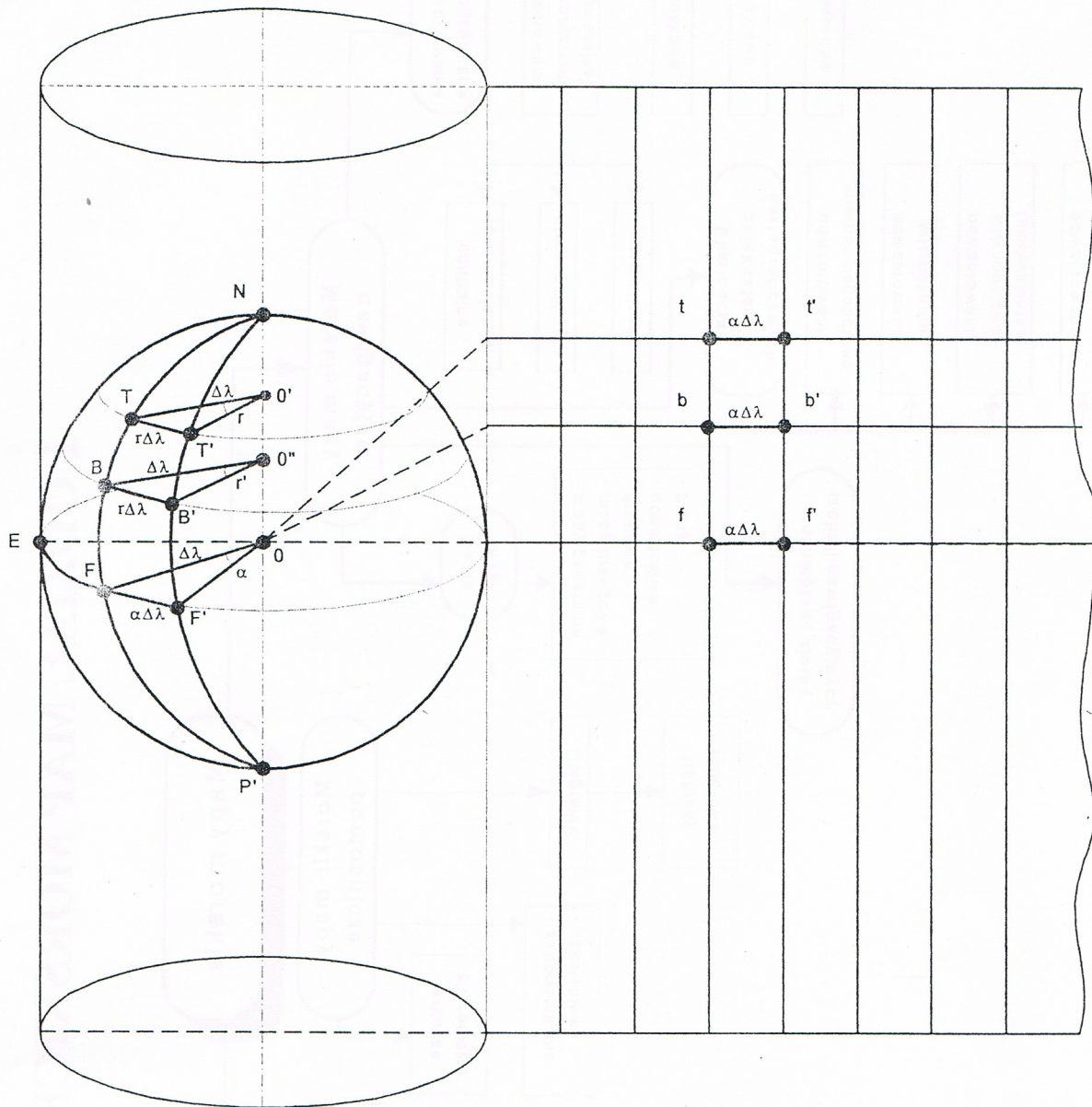


3. Odwzorowania walcowe



4. Odwzorowania pośrednie

Normalne, wiernokątne odwzorowanie walcowe Merkatora



$$V = a \ln \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \left(\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}}$$

$$y = a \lambda$$

Definicja:

Powiększona szerokość V jest to odległość na mapie w odwzorowaniu Merkatora od równika do równoleżnika zadanej szerokości geograficznej φ , wyrażona w minutach długości geograficznej.

$$V = 7915,70447' \operatorname{lg} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \left(\frac{1 - e \sin \varphi}{1 + e \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}}$$