

- **nawigację zliczeniową**, która polega na określaniu pozycji na podstawie pomiaru przebytej drogi i jej kierunku.

Rozwiązania drugiego problemu nawigacji, tj. wyznaczenia bezpiecznej drogi statku, dokonuje nawigator dysponując rozwiązaniem problemu pierwszego, czyli znając pozycję statku, przy wykorzystaniu licznych wydawnictw nawigacyjnych, jak: mapy, locje, spisy świateł, atlasy prądów pływowych itd. Z tą dziedziną są związane takie działy nawigacji, jak nawigacja meteorologiczna (prowadzenie statku szlakiem sprzyjającej pogody) czy nawigacja ekonomiczna (prowadzenie statku szlakiem zapewniającym np. minimum kosztów paliwa itp.).

W dalszej części omówiono tylko te zagadnienia, które powinien znać oficer jachtu w dowolnej żegludze. Należy do nich nawigacja zliczeniowa, terestryczna, satelitarna oraz elementy nawigacji radarowej i astronomicznej.

2. Podstawowe pojęcia geograficzne

W nawigacji przyjmuje się, że Ziemia jest kulą równą pod względem objętości elipsoidzie obrotowej, możliwie dokładnie zbliżonej do rzeczywistego kształtu Ziemi. Obliczony na tej podstawie średni promień kuli ziemskiej wynosi $R \cong 6370$ km.

Oś, wokół której Ziemia dokonuje w ciągu doby całkowitego obrotu, nosi nazwę **osi ziemskiej**. Oś ta przechodzi przez środek kuli ziemskiej i wyznacza na jej powierzchni dwa **bieguny geograficzne: północny i południowy**.

Ziemia jest olbrzymim magnesem. Bieguny tego magnesu, zwane **biegunami magnetycznymi** Ziemi, leżą w pobliżu biegunów geograficznych, ale nie pokrywają się z nimi, a ich położenie ulega ciągłym, powolnym zmianom.

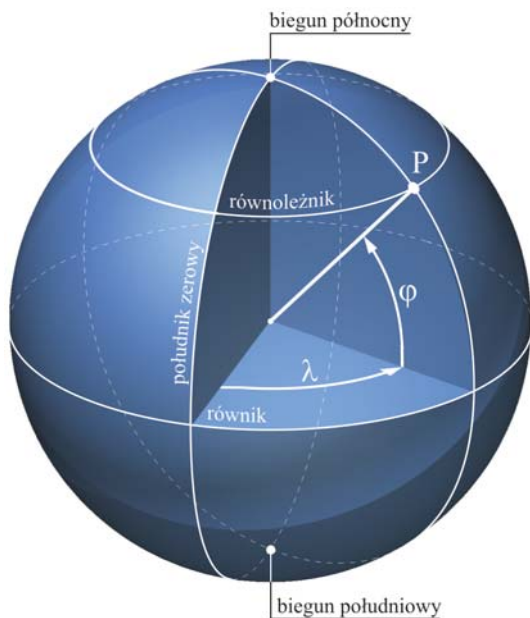
2.1. Siatka geograficzna

W celu ułatwienia identyfikacji położenia dowolnego punktu na Ziemi narzucono na jej powierzchnię układ współrzędnych, tworzących tzw. **siatkę geograficzną**. Siatkę tę tworzą okręgi, będące śladami przecięcia kuli ziemskiej licznymi płaszczyznami. Okręgi powstałe w wyniku przecięcia Ziemi płaszczyznami, przechodzącymi przez jej środek, są nazywane **kołami wielkimi**. Ich promień jest równy promieniowi kuli ziemskiej. Okręgi o mniejszych promieniach, powstałe na powierzchni Ziemi przy jej przecięciu płaszczyznami, które nie przechodzą przez środek Ziemi, są nazywane **kołami małymi**.

Okręgami tworzącymi siatkę geograficzną są **południki i równoleżniki** (rys. 2.1). **Południki** są to połowy kół wielkich, biegnących od bieguna północnego do południowego. Południk przechodzący przez miejscowość Greenwich pod Londynem przyjęto za **południk zerowy**. Dzieli on kulę ziemską na dwie półkule: **wschodnią i zachodnią**.

Równoleżniki są to koła małe (poza jednym z nich – równikiem), będące śladami przecięcia powierzchni kuli ziemskiej płaszczyznami prostopadłymi do jej osi. **Równik** jest równoleżnikiem, powstałym w wyniku przecięcia kuli ziemskiej płaszczyzną przechodzącą przez środek Ziemi i prostopadłą do jej osi. Równik jest jedynym równoleżnikiem stanowiącym koło wielkie. Dzieli on kulę ziemską na dwie półkule: **północną i południową**.

Miejsce przecięcia się południka zerowego z równikiem stanowi początek układu współrzędnych, umożliwiających jednoznaczne określenie położenia dowolnego punktu na powierzchni Ziemi. Współrzędnymi, o których mowa, są: długość geograficzna i szerokość geograficzna.



Rys. 2.1. Siatka geograficzna oraz ilustracja szerokości (φ) i długości geograficznej (λ) punktu P

Długość geograficzna punktu P jest to kąt zawarty między płaszczyzną południka zerowego a płaszczyzną południka przechodzącego przez ten punkt. Symbolem długości jest grecka mała litera λ (lambda), a wymiarem – wymiar kąta (stopnie, minuty, sekundy).

Długość geograficzna jest liczona od południka zerowego na wschód lub zachód (od 0 do 180°). Punkty leżące na wschód od południka zerowego mają długość wschodnią, wyróżnianą literą E lub znakiem plus (+). Na przykład długość geograficzna Gdańska jest $\lambda = 18^{\circ}40'E$ lub $\lambda = +18^{\circ}40'$. Punkty leżące na zachód od południka zerowego mają długość geograficzną zachodnią, wyróżnianą literą W lub znakiem minus (-). Na przykład długość geograficzna San Francisco jest $\lambda = 122^{\circ}26'W$ lub $\lambda = -122^{\circ}26'$.

Szerokość geograficzna punktu P jest to kąt zawarty między płaszczyzną równika a linią pionu (promieniem Ziemi) przechodzącą przez ten punkt. Symbolem szerokości jest grecka mała litera φ (fi), a wymiarem – wymiar kąta.

Szerokość geograficzna jest liczona na północ lub na południe od płaszczyzny równika (od 0 do 90°). Punkty leżące na północ od równika mają szerokość północną, wyróżnianą literą N lub znakiem (+) plus. Na przykład szerokość geograficzna Gdańska jest $\varphi = 54^{\circ}24'N$ lub $\varphi = +54^{\circ}24'$. Punkty

leżące na południe od płaszczyzny równika mają szerokość południową, wyróżnianą literą S lub znakiem (–) minus. Na przykład szerokość geograficzna Buenos Aires jest $\varphi = 34^{\circ}35'S$ lub $\varphi = -34^{\circ}35'$.

2.2. Jednostki miar stosowane w nawigacji

Wielkościami, które są mierzone na morzu przy użyciu odmiennych niż na lądzie jednostek miar, są: długość (odległość, zdarza się, że głębokość i wysokość), prędkość i częściowo kąt (kierunek).

Podstawową jednostką odległości, przyjętą w nawigacji, jest **mila morska** (Mm). Jedna mila morska jest równa długości jednej minuty koła wielkiego

$$1\text{Mm} = \frac{2\pi R}{360 \times 60} = \frac{2 \times 3,14 \times 6370 \times 10^3 \text{ m}}{360 \times 60} = 1852 \text{ m}$$

Dziesiąta część mili morskiej nazywa się kablem [kbl].

$$1 \text{ kbl} = 185,2 \text{ m}$$

W nawigacji stosowano też na starych mapach Admiralicji Brytyjskiej angielskie miary długości:

$$1 \text{ stopa} = 0,3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ sążeń} = 6 \text{ stóp} = 1,8288 \text{ m}$$

W sążniach i stopach określało się głębokość, a w stopach wysokość. Obecnie wielkości te są mierzone w metrach.

Jednostką prędkości na morzu jest **węzeł** [w]. Prędkość jednego węzła jest to prędkość statku pokonującego odległość jednej mili morskiej w czasie jednej godziny.*

$$1 \text{ węzeł} = 1 \text{ Mm/h}$$

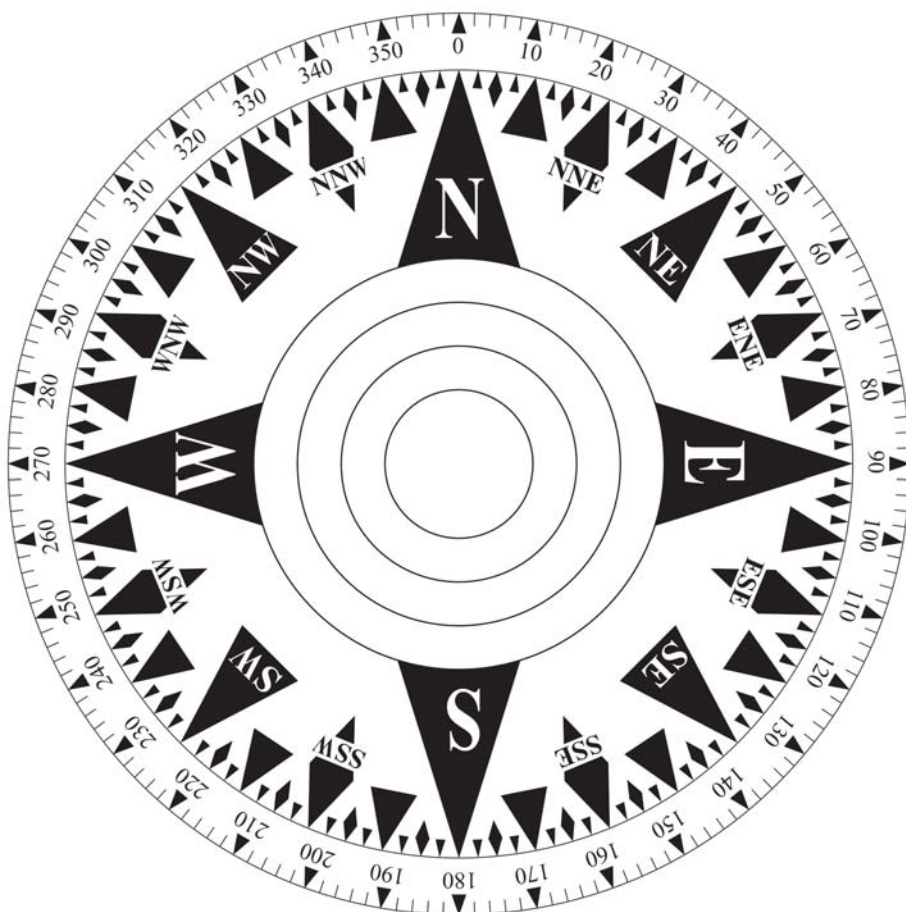
Kierunek na morzu jest to linia prosta przechodząca przez punkt, w którym znajduje się obserwator, i punkt, ku któremu zmierza statek lub w którym znajduje się obiekt obserwacji. Kierunek ten określa się za pomocą kąta, jaki go dzieli od innego kierunku, uznanego za kierunek odniesienia. Kierunkiem odniesienia bywa najczęściej północna część linii N–S, czyli stycznej do południka w miejscu obserwatora.

Kierunek oznacza się na morzu za pomocą stopni lub rumbów. **Rumb** jest to kąt równy 1/32 kąta pełnego

$$1 \text{ rumb} = \frac{360^{\circ}}{32} = 11\frac{1}{4} \text{ stopnia}$$

* $1 \text{ w} = 1 \text{ Mm/h} = 0,514 \text{ m/s}$. Odległość 0,514 m, którą w ciągu sekundy przebywa statek płynący z prędkością 1 w nosi nazwę tercji południowej.

Każdy rumb ma swą nazwę: North, North by East,* North North East itd. Podział okręgu na rumby z wyszczególnieniem ich symboli według nomenklatury angielskiej pokazano na rysunku 2.2, przedstawiającym wyskalowaną w rumbach różę kompasu dawnego typu.



Rys. 2.2. Róża kompasowa z podziałką w stopniach i rumbach

Obecnie rumbów używa się tylko do wskazywania przybliżonego kierunku położenia obiektów na morzu oraz do oznaczania kierunków wiatru i prądu. Wiatr określa się według kierunku, z którego wieje, prąd – według kierunku, w którym płynie.

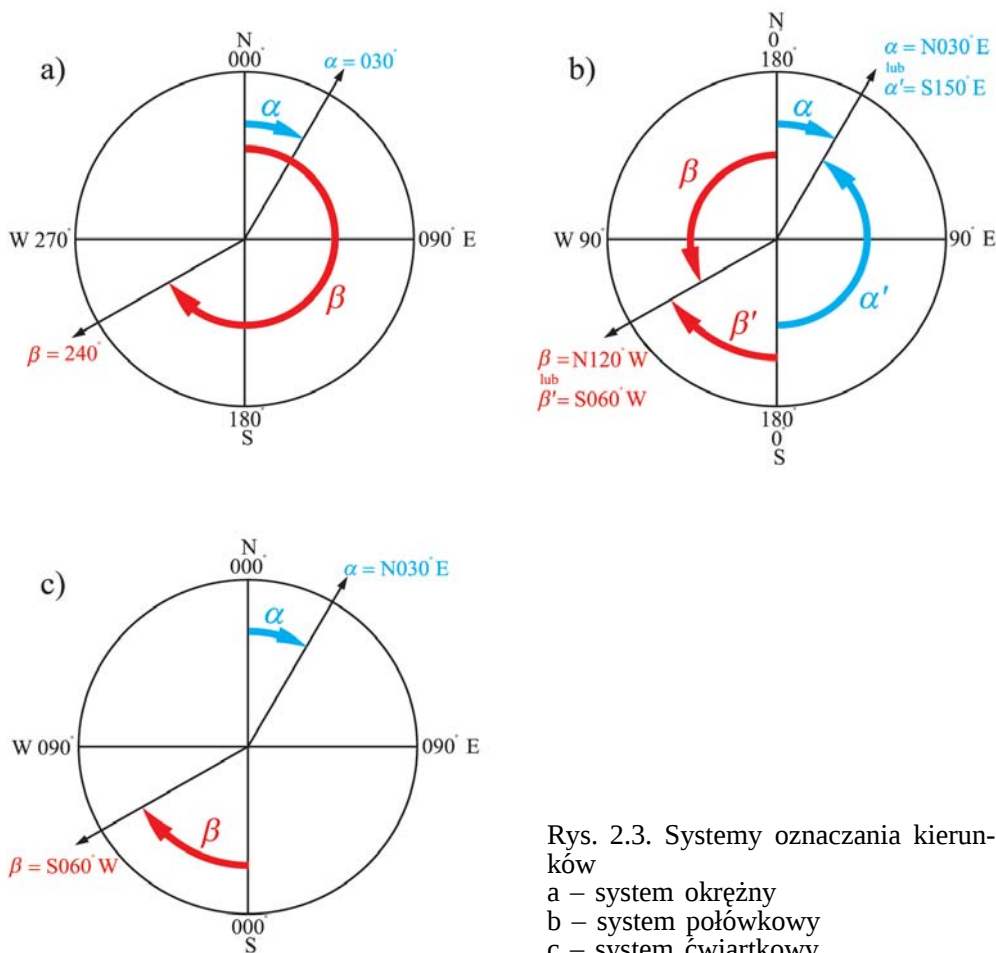
W większości przypadków miarą kierunków na morzu są stopnie. Stosuje się przy tym trzy systemy określania kierunków:

- system okrężny (0...360°),

* Wg nomenklatury angielskiej; stosuje się też niemiecką (Nord zu Ost itd.), holenderską (Nord ten Ost) i polską (północ ku wschodowi).

- system połówkowy ($0...180^\circ$),
- system ćwiartkowy ($0...90^\circ$).

W systemie okrężnym kierunki są liczone od kierunku północy (000°) przez wschód (090°), południe (180°) i zachód (270°) aż do 360° .^{*} Sposób oznaczania kierunków w tym systemie jest pokazany na rysunku 2.3a.



Rys. 2.3. Systemy oznaczania kierunków

- a – system okrężny
- b – system połówkowy
- c – system ćwiartkowy

W systemie połówkowym kierunki liczy się od kierunku północy (000°) do 180° lub (rzadziej) od południa przez wschód lub zachód.

Sposób oznaczania kierunków w systemie połówkowym i formę zapisu podano na rysunku 2.3b. W systemie ćwiartkowym kierunki są liczone od północy (000°N) lub południa (000°S) do 090° , w prawo lub w lewo, zależnie od tego, przez którą ćwiartkę okręgu biegnie określony kierunek (rys. 2.3c).

^{*} Przy oznaczaniu kierunków na mapie, w dzienniku jachtowym i w innych przypadkach często pomija się symbol oznaczający stopień.