

Nawigacja morską

Odbiornik GPS w nawigacji morskiej



Z pośród wielu różnych sposobów określania pozycji jachtu na morzu, nawigacja satelitarna jest powszechnie wykorzystywana, ze względu na dostępność różnego rodzaju odbiorników GPS. Praktycznie każdy jacht jest dziś wyposażony w takie urządzenie, które z dokładnością $\pm 10\text{m}$ wskazuje współrzędne pozycji, zlicza przebytą drogę, podaje czas GMT. Współczesne odbiorniki umożliwiają wprowadzenie punktów trasy, obliczają kursy na te punkty biorąc poprawki na dryf, prąd, sygnalizują zejście z kursu. Ale taki odbiornik nie będzie wiedział, że na kursie mogą znajdować się mielizny, kamienie, wraki, inne statki. Gdyby na przykład popłynąć z Gdańska do Sztokholmu najkrótszą drogą, zgodnie z kursem zaproponowanym przez GPS, rejs skończyłby się gdzieś na plaży w pobliżu Jastarni. I może dlatego należy znać inne sposoby prowadzenia nawigacji oraz umieć posługiwać się mapą. Wykorzystując w rejsach morskich GPS nie należy zapominać, że jest to tylko elektronika, która potrafi często zawodzić. Ciekawostką jest fakt, że podczas lądowania wojsk NATO w Kosowie cały system GPS został na krótko wyłączony. Więc dobrze jest łączyć nawigację satelitarną z innymi metodami nawigacyjnymi.



Na jachtach wyposażonych w odbiornik GPS do określania pozycji służy właściwie tylko to urządzenie. GPS przydatny jest również do zliczania przebytej drogi (log), wskazuje dokładny czas GMT. Warto w tym momencie nadmienić iż, odczyt współrzędnych z GPS-u jest jedyną metodą określania pozycji i zliczania przebytej drogi. Nikt tam nie bawi się w tradycyjne dla nawigacji terestrycznej, kreślenie na mapie namiarów, zliczanie drogi przy pomocy tradycyjnych logów, a przy wykorzystaniu funkcji "waypoint" często pomijane jest nawet wykreślanie kursów. Prowadząc nawigację na podstawie wskazań z GPS-u wystarczy odpowiednio często nanosić na mapę pozycję, wpisując obok czas i stan logu minimalnie co godzinę (dziennik jachtowy), a w razie potrzeby częściej. Dobra praktyka nawigacyjna mówi jednak, że należy dublować metody nawigacyjne. Więc "prawdziwy" nawigator powinien znać jak nie wszystkie metody nawigacji to przynajmniej kilka. Jedną z ważniejszych jest nawigacja terestryczna, potrzebna przynajmniej dla upewnienia się, że jesteśmy w tym miejscu na morzu, które wskazał nam GPS.

Korzystając z odbiornika GPS należy zwrócić uwagę czy mapa, na której zamierzamy prowadzić nawigację, jest zgodna na przykład z systemem WGS 84. Jeśli nie, to należy przestawić GPS na system zgodny z mapą. Więcej informacji o systemie WGS 84 można znaleźć pod tym adresem: www.navi.pl

W nawigacji terestrycznej określanie pozycji następuje przy pomocy stałych i pływających znaków nawigacyjnych, takich jak: latarnie morskie, stawy, pławy itp. Do nawigacji terestrycznej wykorzystywane są mapy morskie, locje, tablice nawigacyjne, spisy świateł i sygnałów nawigacyjnych. Gdy przeniesiemy współrzędne z odbiornika GPS na mapę i widzimy na niej, że jacht znajduje się w zasięgu światła jakiejś latarni morskiej, warto wyjść na pokład i sprawdzić czy rzeczywiście ona tam jest, czy jest to właśnie ta a nie inna latarnia. W czasie dnia możemy łatwo porównać linię brzegową z opisem nabrzeży zawartych w locjach (są to książki danego akwenu morskiego). Zrobić kilka linii pozycyjnych (np. przez namiary na latarnie), wyznaczając w ten sposób pozycję obserwowaną. Gdy natomiast nie jesteśmy w zasięgu żadnego światła latarni, lub w czasie dnia, gdy w zasięgu wzroku nie ma nic prócz morza, porównać możemy wskazania echosondy z głębokością odczytaną z mapy. Porównanie będzie bardziej dokładne przy zmiennych głębokościach, co z pozycją zliczoną może nam dać pozycję prawdopodobną. Można oczywiście wykorzystać elementy astronawigacji, która najczęściej stosowana jest w rejsach oceanicznych.

Na koniec przypomina mi się fragment z książki "Drugi raz dookoła świata" Krzysztofa Baranowskiego

"(...) Już dawno zorientowałem się, że GPS mimo dokładności podawanej pozycji, może wyprowadzić na manowce. A to kurs nie taki, a to odległość błędna. Antena GPS, gdzieś tam na relingu rufowym, kiwa się na jedną i drugą stronę bo rozkołys atlantycki nie folguje i sygnał raz przychodzi w jednej pozycji, a raz w drugiej. Wahania wyliczonego tak kursu sięgają kilkudziesięciu stopni. Czy to jest dokładność? "



Na pewno niedokładność pozycji z GPS-u nie ma większego znaczenia gdzieś na środku oceanu. Ale w pobliżu brzegów, podejść do główek portu (szczególnie nocnych) ma znaczenie wielkie.

Nawigacja morską

Mapa morską - odwzorowanie Merkatora

Podstawowym źródłem informacji do dokładnego i bezpiecznego prowadzenia jachtu po morzu obok książek locji, spisów światła itp. jest mapa morską, która zawiera szereg ważnych informacji potrzebnych nawigatorowi. Są to informacje o ukształtowaniu wybrzeża, dna morskogo, głębokościach, niebezpieczeństwach podwodnych np. wraki statków, portach, pływach i prądach, deklinacji magnetycznej, budowach i innych obiektach nawigacyjnych na lądzie i wodzie jak latarnie morskog, latarniowce, stawy, pławy, o nakazanych trasach statków (ruty), o niebezpiecznych akwenach, łowiskach i wiele innych. Informacje te są zawsze przedstawiane za pomocą symboli, skrótów i znaków, które publikuje każdy wydawca map.

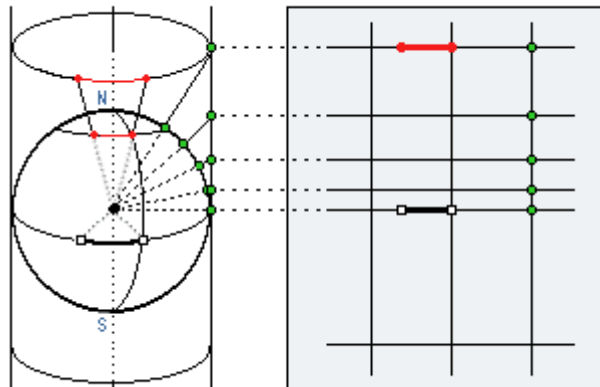
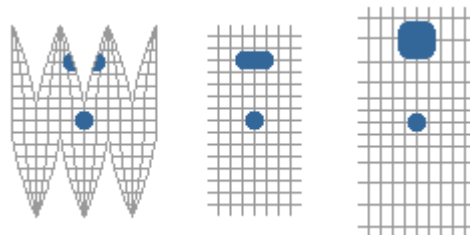
W zależności od przeznaczenia mapy nawigacyjne dzieli się na mapy generalne, mapy drogowe, mapy brzegowe, mapy podejściowe oraz plany.

W odróżnieniu od globusa żadna mapa nie jest wiernym obrazem Ziemi, ponieważ tak naprawdę nie można przedstawić bez zniekształceń powierzchni kuli na płaszczyźnie. Najlepszym rozwiązaniem było by używanie w nawigacji globusa, ale jest to niemożliwe gdyż uzyskanie odpowiedniej dokładności wymagałoby globusów o monstrualnych rozmiarach. Poza tym wyobraźmy sobie kreślenie kursów lub namiarów na globusie przy rozkołysie jachtu.

Zniekształcenie powierzchni Ziemi na mapie (płaszczyźnie) zależy od sposobu odwzorowania, czyli tzw. rzutu. Mapa przeznaczona do prowadzenia nawigacji musi być wykonana w takim rzucie, który zapewnia przede wszystkim wierność kątów. Czyli kierunki wykreślane na mapie powinny odpowiadać kierunkom rzeczywistym, linie dróg statków powinny być na mapie liniami prostymi, również sposób mierzenia odległości powinien być łatwy. Warunek ten może być spełniony, jeżeli południki i równoleżniki będą się przecinać pod kątem prostym (układ zwany siatką mapy), czyli taki jak w rzeczywistości na powierzchni kuli ziemskiej. Jedynie mapa wykonana w rzucie Merkatora spełnia te wymagania.

Twórcą tego rzutu był holenderski kartograf Gerard Kremer (**Mercator**). Pierwsza taka mapa powstała ok. roku 1569. Rzut Merkatora nie jest dosłownie rzutem geometrycznym, powstaje on bowiem na drodze skomplikowanych obliczeń matematycznych.

Po wybraniu obszaru z globusa, który chcemy przedstawić na mapie, ograniczamy go równoleżnikami i południkami, tworząc w ten sposób siatkę mapy. Obszar ten rozcinamy wzdłuż południków i rozkładamy na płaszczyźnie (operacja podobna do obierania skórki pomarańczy). "Prostujemy" południki, czyli doprowadzamy do prostokątności siatki



powstającej mapy. Jak widać następuje wówczas duże zniekształcenie powierzchni np. umowna wyspa w kształcie koła, leżąca bliżej bieguna północnego miałaby na tej mapie kształt spłaszczonej elipsy. Takie zniekształcenie powierzchni jest na mapie niedopuszczalne. Należy więc dokonać ostatniej czynności polegającej na takim "rozciągnięciu" równoleżników, aby zlikwidować zniekształcenia powierzchni. Czyli osiągnąć wymaganą wierność kątów. Łatwo zauważyć, że im dalej od równika, to "rozciągnięcie" równoleżników musi być większe. Powoduje to charakterystyczną cechę mapy Merkatora - zmieniającą się wraz z szerokością geograficzną

podziałkę mapy. Widać to wyraźnie na rysunku - obszar 45° szerokości geograficznej jest dwukrotnie większy od tego samego obszaru położonego na równiku. Dlatego też odmierzając odległość np. 1 Mm czyli 1' na południku, rozchylenie cyrkla nawigacyjnego będzie wzrastało jeśli będziemy zbliżać się ku biegunom.

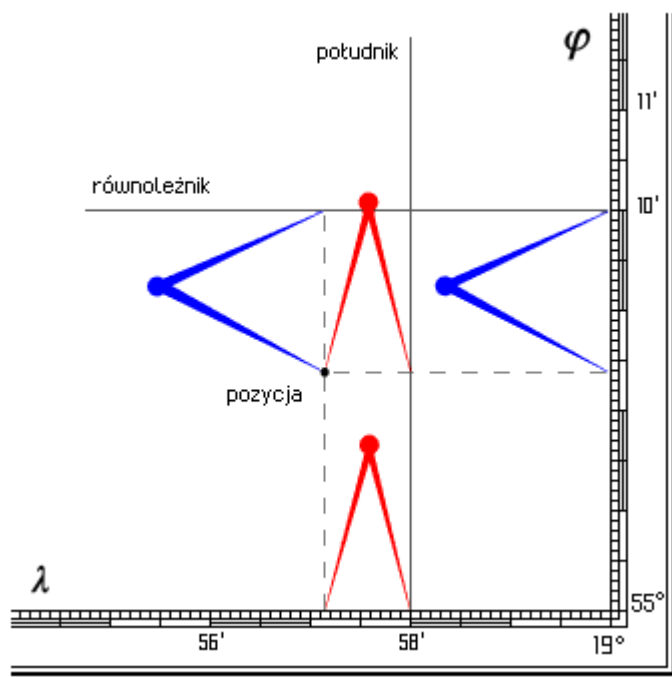


Nanoszenie pozycji

Chcąc nanieść pozycję na mapę lub odczytać współrzędne pozycji korzysta się z siatki geograficznej (południki i równoleżniki oznaczone w stopniach, minutach i sekundach). Określając szerokość geograficzną należy odmierzyć cyrklem nawigacyjnym odległość od pozycji do najbliższego równoleżnika, a następnie przenieść i odłożyć tę odległość od tego samego równoleżnika na bocznej prawej lub lewej ramce mapy. Długość geograficzną mierzy się podobnie z tą tylko różnicą, że odległość od pozycji mierzy się do najbliższego południka i odczytuje się na dolnej lub górnej ramce mapy.

Współrzędne przykładowej pozycji to:
 $\varphi = 55^{\circ} 08,4' \text{ N}$; $\lambda = 018^{\circ} 57,1' \text{ E}$

Zwykle współrzędne odczytuje się z GPS-u i nanosi na mapę. Jest to rutynowa czynność i można się pomylić, co może się

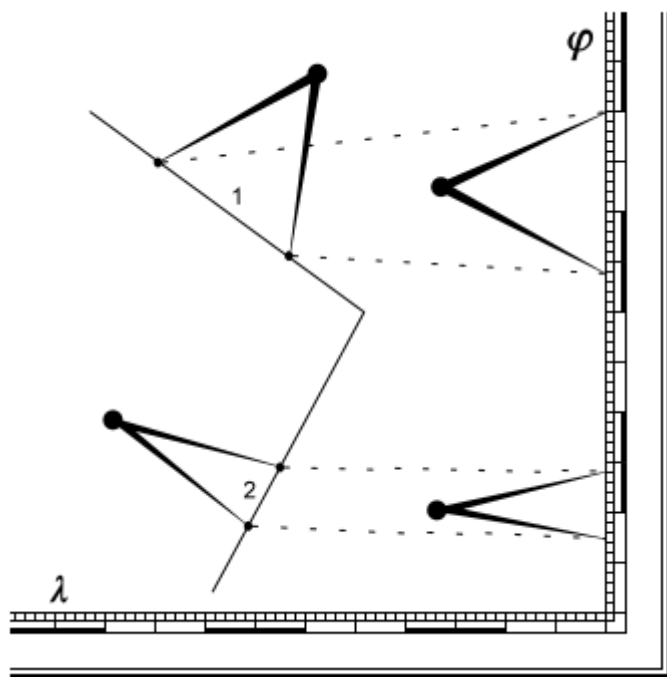


później okazać tragiczne w skutkach. Chciałbym w tym miejscu zacytować stare żeglarskie porzekadło: **"Jeśli jesteś pewien pozycji swego jachtu, sprawdź ją powtórnie, a gdy przekonasz się, że była prawidłowa, sprawdź ją koniecznie po raz trzeci !"**

Odczytywanie odległości

Chcąc odczytać odległość między dwoma punktami, należy przenieść tą odległość cyrklem nawigacyjnym na boczną, lewą lub prawą ramkę mapy i na tej samej szerokości geograficznej odczytać ilość minut, czyli mil morskich.

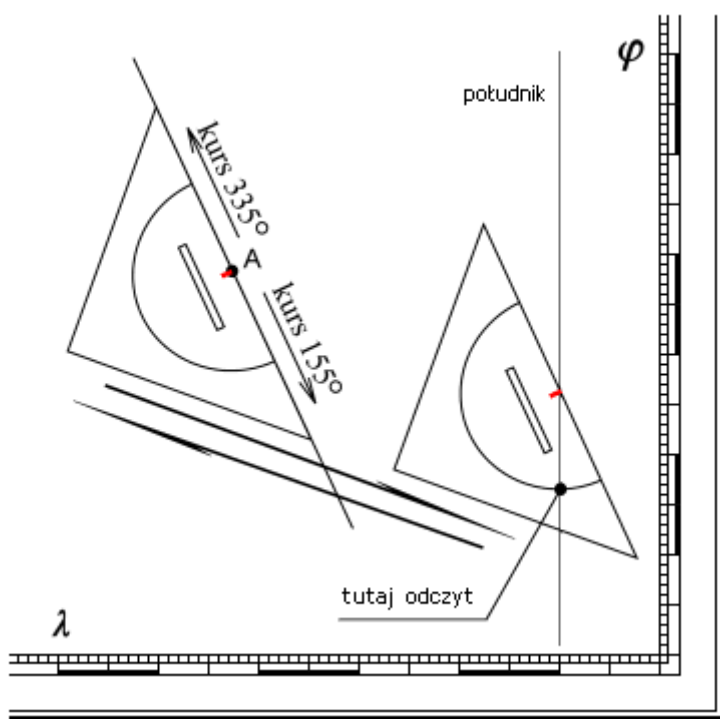
Na rysunku są dwie mierzone odległości pierwsza wynosi 1,6 Mm, druga 0,7 Mm. Należy pamiętać, że odległość, przebytą drogę mierzymy tylko na bocznych ramkach mapy, odmierzając zawsze na tej samej wysokości gdzie akurat jest odmierzana odległość.



Wyznaczanie kursów

W nawigacji morskiej kierunek (kurs) wykreśla się na mapie jako linię prostą przechodzącą przez dwa punkty. Ów kierunek określany jest za pomocą kąta zawartego między kierunkiem północnym a kierunkiem danej linii. Kursy i namiary wykreśla się za pomocą trójkąta nawigacyjnego. Dla ułatwienia należy go kłaść na mapę zawsze kątem prostym w dół, do siebie. Odczyt jest zawsze od strony kąta prostego. Na prawo od południka to kursy od 0 do 180° (na trójkącie skala zewnętrzna - zielona), na lewo od południka to kursy od 180° do 360° (na trójkącie skala wewnętrzna - czerwona).

Przykładowo gdy chcemy od punktu "A" wyznaczyć kurs 335° lub 155°, należy przyłożyć trójkąt nawigacyjny do najbliższego południka tak by przeszedł on przez środek przeciwprostokątnej (zaznaczony punkt, czerwona kreska na ekierce) i żądany kierunek na skali, w tym wypadku 155° lub 335°. Przeciwprostokątna tak ułożonego trójkąta wskazuje pożądany kierunek. Następnie należy przy pomocy linijki przesunąć równolegle trójkąt, tak by przeciwprostokątna przeszła przez punkt "A".



Nawigacja morską

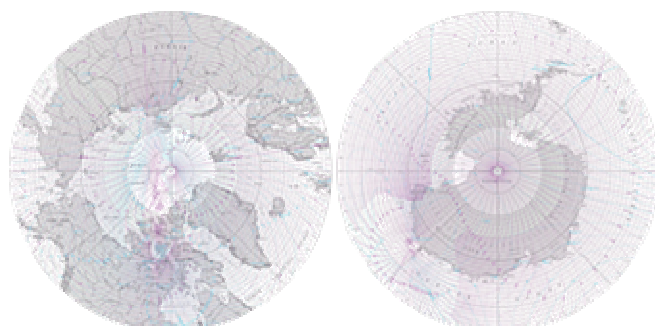
Kompas, deklinacja i dewiacja

Na początek kilka zdań o kompasie magnetycznym, który od kilku tysięcy lat używany jest w żegludze. Kompas magnetyczny jest urządzeniem umożliwiającym określanie kierunków na morzu. Zasadniczym elementem kompasu jest tzw. układ kierujący, czyli pływak z podwieszonym magnesem pierścieniowym, przymocowana do niego tarcza z podziałką stopniową zwana różą kompasową oraz trzpień z łożyskiem osadzonym w osi pływaka co umożliwia swobodny obrót pływaka tak, aby północ róży kompasowej pokazywała stale kierunek na biegun magnetyczny (aby ustawiała się wzdłuż linii sił pola magnetycznego Ziemi). Układ kierujący jest umieszczony w kociołku wykonanym z niemagnetycznego metalu, zamkniętym od góry szklaną kopułą lub płytką. Kociołek jest szczelnie wypełniony płynem, którego zadanie polega na wypieraniu ku górze obciążonego magnesem pływaka, aby zmniejszyć znaczne naciski w łożysku, a także na tłumieniu wychyleń i drgań układu kierującego. Zmiany objętościowe płynu pod wpływem wahań temperatury kompensuje membrana umieszczona w dnie kociołka. Kociołek obciążony jest u dołu ołowianym pierścieniem na kardanowym zawieszeniu, które zapewnia właściwe, poziome położenie układu kierującego niezależnie od przechyłów jachtu. Kompas zamocowany jest na pokładzie jachtu tak, aby kreska kursowa umieszczona wewnątrz kociołka pokrywała się dokładnie z osią symetrii jachtu.



Deklinacja

Kula ziemiska jest wielkim magnesem, bieguny tego magnesu zwane biegunami magnetycznymi (Nm - Sm) nie pokrywają się z biegunami geograficznymi (rzeczywistymi N - S). Czyli pisząc prościej południki geograficzne nie pokrywają się z południkami magnetycznymi. Dodatkowo ich położenie ulega ciągłym zmianom. Zatem wyrażony w stopniach kąt pomiędzy rzutem południka geograficznego a rzutem południka magnetycznego na tę samą płaszczyznę styczną do powierzchni Ziemi w tym samym punkcie, nazywamy **deklinacją magnetyczną** i oznaczamy małą literą **d**. Wartość deklinacji różni się wielkością w różnych miejscach na Ziemi z wyjątkiem miejsc geometrycznych położonych wzdłuż stałej deklinacji, takie linie nazywa się izogonami. Deklinacja jest też zmienna w czasie dlatego, że położenie biegunów magnetycznych, powoli ale ciągle się zmienia. Wartości deklinacji wyznaczone są na bieżąco przez obserwatorium zrzeszonych w IAGA (International Agency Geomagnetism and Aeronomy).



Zmiany magnetyczne - mapa biegunów
Spakowany plik JPEG 4 019KB - [pobierz](#)



Zmiany magnetyczne - mapa świata
Spakowany plik JPEG 4 542KB - [pobierz](#)

Deklinację liczy się od rzeczywistego (geograficznego) południka na wschód i zachód, od 0 do 180°. Wartość deklinacji jest dodatnia lub ujemna. Dodatnia (E) jest wtedy gdy południk magnetyczny jest odchylony od południka rzeczywistego w prawo, na wschód. Ujemna (W) wartość deklinacji jest wtedy gdy południk magnetyczny jest odchylony od południka rzeczywistego w lewo, na zachód.

Magnetic Variation
2° 50' E 2000 (2' E)

DEKLINACJA - 1,5° W (1981)
Rocznie algebraicznie dodawać +0,1°

Wartość deklinacji odczytuje się z mapy, gdzie jest podana dla danego roku wydania mapy, wraz z roczną poprawką. Na mapach informacje te podawane są w **ramkach** z zaznaczoną poprawką roczną E (+) lub W (-) lub w postaci **róż deklinacyjnych**.

Zadania kontrolne: obliczanie deklinacji

Przykłady obliczania deklinacji

Przykład 1

Z mapy nawigacyjnej odczytano informację podaną w tabelce niżej. Obliczyć deklinację na rok 2004

DEKLINACJA -0,5° W (1995)
Rocznie algebraicznie +0,1°

Rozwiązanie:

Od roku 1995 minęło 2004 - 1995 = 9 lat, stąd w roku 2004 deklinacja wyniesie:

$$d = (-0,5^\circ) + 9 \times 0,1^\circ = + 0,4^\circ \text{ W}$$

Przykład 2

Z mapy nawigacyjnej odczytano informację podaną w tabelce niżej. Obliczyć deklinację na rok 2004

Magnetic Variation
2°40' E 2000 (4' E)

Rozwiązanie:

Od roku 2000 minęło 4 lata, stąd $4 \times 4' = 16'$ które dodajemy do 2° 40', więc:

$$d = 2^\circ 40' \text{ E} + 16' = 2^\circ 56' \text{ E}$$

Przykład 3

Z mapy nawigacyjnej odczytano informację podaną w tabelce niżej. Obliczyć deklinację na rok 2004

Variation 0°40' E (1990)
increasing about 5' annually

Rozwiązanie:

Od roku 1990 minęło 2004 - 1990 = 14 lat, stąd $14 \times 5' = 70'$ które dodajemy do 0° 40' E

$$d = 0^\circ 40' \text{ E} + 70' = 1^\circ 50' \text{ E}$$

Przykład 4

Z mapy nawigacyjnej odczytano informację podaną w tabelce niżej. Obliczyć deklinację na rok 2004

Variation 1°00' W (1994)
decreasing about 20' annually

Rozwiązanie:

Napisz znacząco: "Deklinacja 1° 00' W (1994) maleje o około 20' rocznie". Po 10 latach deklinacja wyniesie:

$$d = 1^{\circ} 00' \text{ W} - 10 \times 20' = 2^{\circ} 20' \text{ E}$$

Przykład 5

Z mapy nawigacyjnej odczytano informację podaną w tabelce niżej. Obliczyć deklinację na rok 2004

Variation 1° E (-10')
The Magnetic Curves are for 1980

Rozwiązanie:

2004 - 1980 = 24 lata

$24 \times (-10') = (-240')$

$(-240') = (-4^{\circ})$

$(-4^{\circ}) = 4^{\circ} \text{ W}$

Deklinacja na rok 2004 wynosi:

$$d = 1^{\circ} \text{ E} + 4^{\circ} \text{ W} = 3^{\circ} \text{ W}$$

Dewiacja

Najważniejszym na jachcie przyrządem nawigacyjnym jest kompas. Najczęściej na jachtach znajdują się dwa kompas: sterowy, służący do utrzymywania kursu przez sternika i główny, służący do prowadzenia nawigacji, dokonywania namiarów itp. Wewnątrz tych kompasów jest umieszczona róża kompasowa, która wskazuje wszystkie kierunki jednocześnie. Pod różą kompasową są umocowane magnesy, które powinny ustawić się wzdłuż południka magnetycznego, a oznaczony na róży kierunek północny (N) powinien być styczny do południka magnetycznego dokładnie wskazując północ magnetyczną (Nm). Ale nie dzieje się tak dlatego, że jacht zbudowany jest z materiałów o właściwościach magnetycznych, które oddziałują na wskazania tarczy kompasowej, a dokładnie, magnesy w kompasie, które powinny ustawiać się wzdłuż południków magnetycznych zawsze są odchylone w prawo bądź w lewo. Co gorsza te odchylenia zmieniają się w czasie i przy każdym kursie są inne. Zatem można zapytać co ten kompas wskazuje?. Kiedyś na którymś z rejsów, kiedy jeszcze nie znałem tego o czym teraz piszę, kapitan w jakimś porcie zapytał "co pokazuje kompas", spojrzałem i odpowiedziałem krótko 310. Kapitan się uśmiechnął i odpowiedział "głupoty pokazuje a nie 310". No i miał rację, ale jakoś te "głupoty", wskazania kompasu trzeba nazwać, więc przyjmuje się, że kompas wskazuje północ kompasową (Nk).

Kąt zawarty między kierunkiem północy magnetycznej (Nm) a kierunkiem północy kompasowej (Nk) nazywamy **dewiacją kompasową** i oznaczamy małą literą δ . Dewiacja kompasowa jest dodatnia lub ujemna. Dodatnia (+) jest wtedy gdy kierunek północy kompasowej (Nk) jest odchylony w prawo (na wschód) od kierunku północy magnetycznej (Nm). Ujemna (-) jest wtedy gdy kierunek północy kompasowej (Nk) jest odchylony w lewo (na zachód) od kierunku północy magnetycznej (Nm).

Wartość dewiacji dla każdego kompasu na jachcie powinna być sporządzana co rok przez dewiatora. Jeżeli jest to możliwe sprawdzana przed każdym rejsem przez kapitana względnie przez doświadczonego nawigatora. Wartość dewiacji określana jest dla każdego kursu co 5 lub 10 stopni i przedstawiona w formie tabelki umieszczonej nad stołem nawigacyjnym.

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

Podsumowując powyższe rozważania by wyznaczyć kurs rzeczywisty (kierunek geograficzny) lub też namiar rzeczywisty należy uwzględnić dwie poprawki : deklinację i dewiację.

Suma algebraiczna deklinacji (**d**) i dewiacji (**δ**) nazywana jest **całkowitą poprawką (cp)**.

O dewiacji można by napisać dużo więcej, ponieważ istnieje też dewiacja przechyłowa, pół-okrężna, ćwierć-okrężna, nie wspominając o metodach określania dewiacji. Myślę jednak, że jest to wiedza potrzebna bardziej zawodowym dewiatorom niż oficerom wachtowym.

Nawigacja morską

Kursy

Kurs jest to kierunek w którym porusza się jacht. W nawigacji kursem jest kąt zawarty między północną częścią linii N-S a osią symetrii kadłuba jachtu (zwaną też diametralną jachtu). Kursy liczone są systemem okrężnym, czyli od 0 do 360°, od północy zgodnie ze wskazówkami zegara. Podstawowym przyrządem nawigacyjnym służącym do wyznaczenia kursu, a później do utrzymywania go przez sternika jest kompas magnetyczny. Jednak jak już zostało wyjaśnione w poprzednim rozdziale, na kompas oddziałują dwie zależności: deklinacja i dewiacja. Stąd można mówić o północy rzeczywistej (N), północy magnetycznej (Nm) i północy kompasowej (Nk).

Zatem wyróżnić można też trzy kierunki (czyli kursy):

Kurs rzeczywisty (KR) - czyli kąt między kierunkiem północy rzeczywistej a diametralną jachtu.

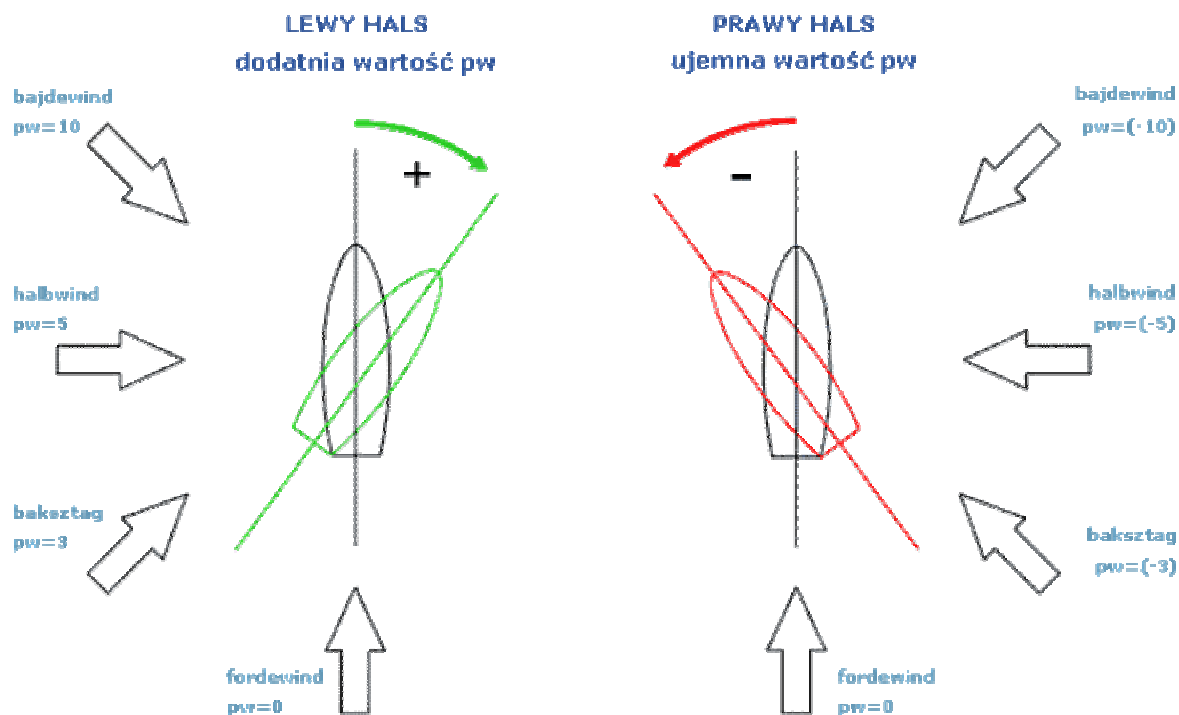
Kurs magnetyczny (KM) - czyli kąt między kierunkiem północy magnetycznej a diametralną jachtu.

Kurs kompasowy (KK) - czyli kąt między kierunkiem północy wskazywanej przez kompas a diametralną jachtu.

Kurs rzeczywisty nie jest jednak równoznaczny z kierunkiem w którym porusza się jacht, ponieważ oddziałują na niego dwie siły: wiatr i prąd. Siła wiatru spycha jacht od kursu jakim się porusza, co nazywa się dryfem. Dryf jest to kąt o który jacht jest spychany z wyznaczonego kursu. W nawigacji nazywa się to poprawką na wiatr (**pw**). Z kolei masa wody przemieszczająca się względem dna morskiego (prąd) powoduje dodatkowy znos jachtu, nazywany poprawką na prąd (**pp**).

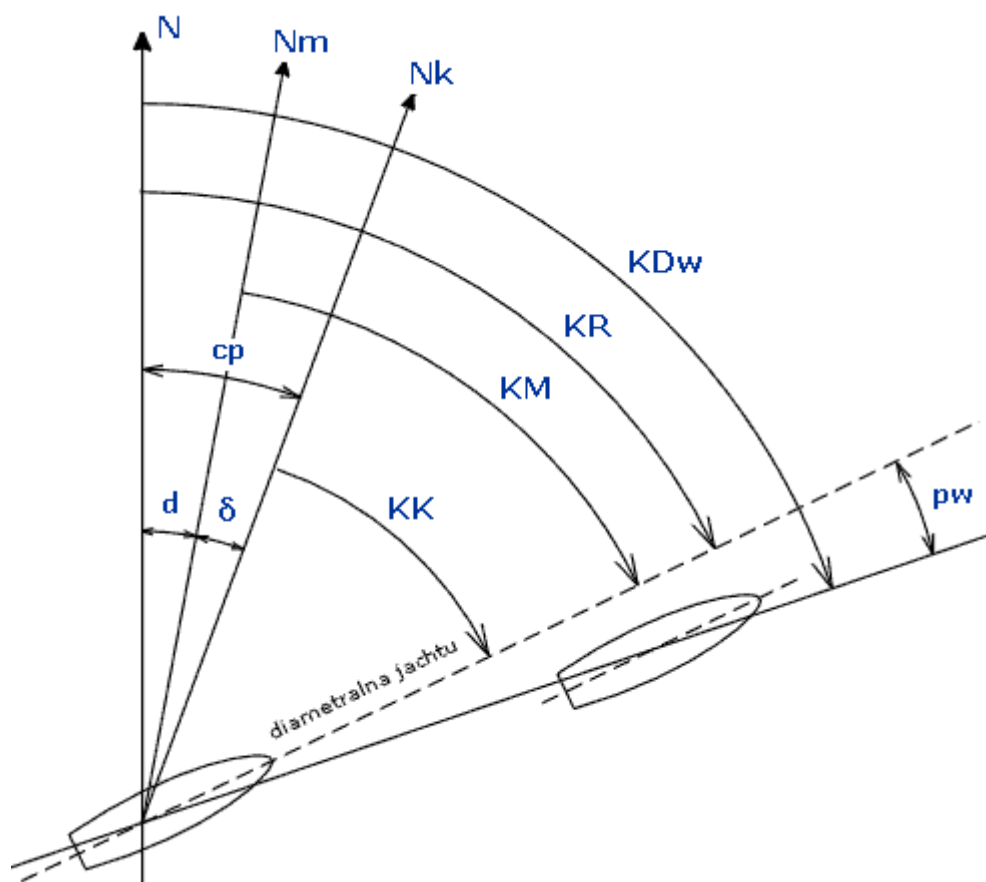


Wartości poprawek na wiatr (**pw**) określone są na podstawie obserwacji zachowania jachtu w czasie różnych warunków pogodowych. Najlepiej zna je kapitan każdego jachtu. Ogólnie przyjmuje się za największe w *bajdewindzie*, a najmniejsze przy *fordewindzie*. Przy lewym halsie **pw** ma zawsze wartość dodatnią (+), przy prawym halsie wartość ujemną (-). Najlepiej obrazuje to rysunek niżej.



Wartość poprawki na prąd (**pp**) wyznaczana jest metodami wektorowymi. W żegludze bałtyckiej prądy są na tyle słabe, że nie mają większego znaczenia i w obliczeniach przyjmuje się, że $pp = 0$. Żegluga po prądzie omówiona zostanie w dalszej części.

Uwzględniając deklinację, deklinację i poprawkę na wiatr otrzymujemy kąt drogi po wodzie (**KD_w**), czyli kąt między kierunkiem północy rzeczywistej (geograficznej) a kierunkiem ruchu jachtu względem wody. A gdy uwzględnimy poprawkę na prąd (pp) wtedy dopiero otrzymujemy kąt drogi nad dnem (**KD_w** lub **KD**), czyli kąt między kierunkiem północy rzeczywistej a kierunkiem ruchu jachtu względem dna. Kursy i zależne od nich kąty przedstawia kolejny rysunek.



Wykreślane na mapie kierunki zawsze są kątami drogi nad dnem (KDd) i podając kurs sternikowi należy przeliczyć KDd na kurs kompasowy (KK).

Przy przeliczaniu kursu kompasowego (KK) na kurs drogi nad dnem (KDd) wszystkie wartości poprawek dodajemy.

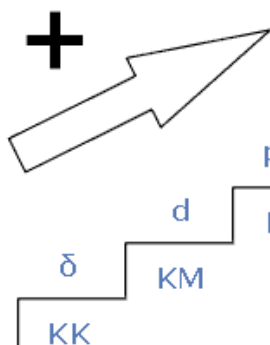
$$\begin{aligned} \text{KK} + \delta &= \text{KM} \\ \text{KK} + \delta + d &= \text{KR} \\ \text{KK} + \delta + d + pw &= \text{KDw} \\ \text{KK} + \delta + d + pw + pp &= \text{KDd} \end{aligned}$$

Przy przeliczaniu kursu drogi nad dnem (KDd) na kurs kompasowy (KK) wszystkie wartości poprawek odejmujemy.

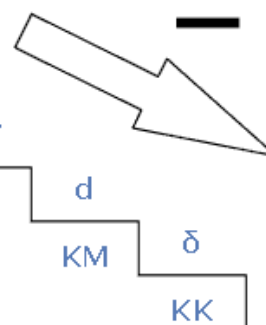
$$\begin{aligned} \text{KDd} - pp &= \text{KDw} \\ \text{KDd} - pp - pw &= \text{KR} \\ \text{KDd} - pp - pw - d &= \text{KM} \\ \text{KDd} - pp - pw - d - \delta &= \text{KK} \end{aligned}$$

Przy małych wartościach dewiacyjnych, gdzie różnica w wynikach pomiędzy KDd a KK nie będzie aż tak duża można odczytać wartość dewiacji z tabeli KK. Zauważmy że tabela jest sporządzona dla kursu kompasowego KK, a w tym momencie kurs kompasowy KK jest dopiero szukany, liczony. Morze to nie apteka więc można tak robić, ale tylko przy małych wartościach dewiacyjnych. Przy większych wartościach dewiacyjnych praktykuje się tzw. podwójne wchodzenie do tabeli dewiacyjnej (omówione w ćwiczeniach). Podwójnego wchodzenia do tabeli dewiacji można uniknąć jeśli dysponujemy dwoma tabelami, jedną dla kursu kompasowego, drugą dla kursu magnetycznego. Zależności wszystkich poprawek najlepiej obrazują tzw. *schodki*

z KK na KDd
wszystkie poprawki dodajemy



z KDd na KK
wszystkie poprawki odejmujemy



Nawigacja morska

Namiary

Namiar jest to kierunek od obserwatora do namierzanego obiektu. Wyrażony w mierze kątowej, gdzie bazą od której liczy się namiary może być północ wskazywana przez kompas lub oś symetrii jachtu. Branie namiarów przeprowadza się przy pomocy kompasu i namiernika, lub kompasu i zwykłego trójkąta nawigacyjnego. Analogicznie do kursów wyróżnia się trzy namiary, między którymi istnieją identyczne zależności.

Namiar rzeczywisty (NR) - czyli kąt między kierunkiem północy rzeczywistej a kierunkiem od obserwatora do namierzanego obiektu.

Namiar magnetyczny (NM) - czyli kąt między kierunkiem północy magnetycznej a kierunkiem od obserwatora do namierzanego obiektu.

Namiar kompasowy (NK) - czyli kąt między kierunkiem północy wskazywanej przez kompas a kierunkiem od obserwatora do namierzanego obiektu. Namiar ten jest zawsze odczytywany z kompasu.

$$\begin{aligned} \mathbf{NR} &= \mathbf{NK} + \mathbf{d} + \delta \\ \mathbf{NM} &= \mathbf{NK} + \delta \end{aligned}$$

Dodatkowo występuje jeszcze kąt kursowy i namiar burtowy (boczny)

Kąt kursowy (☞ **K**) - czyli kąt między osią symetrii jachtu a kierunkiem od obserwatora do namierzanego obiektu. Kąt kursowy jest liczony w systemie okrężnym od 0 do 360° w prawo, zgodnie ze wskazówkami zegara. Kąty kursowe 090° i 270°, prostopadłe do osi jachtu nazywają się trawersami.

Namiar, kurs i kąt kursowy łączą następujące zależności

$$\mathbf{NAMIAR} = \mathbf{KURS} + \mathbf{KĄT\ KURSOWY}$$

Jeśli wynik obliczeń będzie większy niż 360°, to od otrzymanego wyniku odejmujemy 360°

$$\mathbf{KĄT\ KURSOWY} = \mathbf{NAMIAR} - \mathbf{KURS}$$

Jeśli wynik obliczeń będzie mniejszy niż 000, to do otrzymanego wyniku dodajemy 360°

Namiar, kurs i namiar burtowy łączy następująca zależność

Jeśli namiar burtowy mierzony jest w kierunku prawej burty to: $\angle K = NB = NBp$.
 Jeśli w kierunku lewej burty to: $\angle K = 360^\circ + NB = 360^\circ - NBp$

The diagram illustrates a ship's heading system with the following elements:

- N**: North direction, indicated by a vertical arrow.
- Nm**: Magnetic North, indicated by an arrow.
- Nk**: True North, indicated by an arrow.
- NR**: True bearing (Nawigacyjny Kąt) from North to the target.
- NM**: Magnetic bearing (Magnetyczny Kąt) from Magnetic North to the target.
- NK**: True bearing (Wprawdy Kąt) from True North to the target.
- cp**: Compass error (błąd kompasu), the angle between True North and Magnetic North.
- d**: Deviation (odchylenie), the angle between True North and True North.
- δ** : Variation (magnetyczna różnica), the angle between Magnetic North and True North.
- diametralna jachtu**: The ship's heading line, shown as a dashed line.
- obiekty namierzany**: The target object, represented by a gear icon.
- $\angle K$** : The angle between the ship's heading line and the line to the target.

Prowadzenie jachtu bezpieczną i możliwie najkrótszą drogą do punktu przeznaczenia wymaga od nawigatora stałej znajomości współrzędnych miejsca w którym się on znajduje, czyli pozycji. W zasadzie

rozróżnia się dwa rodzaje pozycji: zliczoną i obserwowaną. Istnieje jeszcze trzecia, rzadko wyznaczana w nawigacji pozycja prawdopodobna.

0400
92,8

0400
92,8

Pozycję zliczoną zapisuje się w ten sposób , pozycję obserwowaną tak .
U góry zapisuje się czas, zawsze czterocyfrowo bez kropki, na dole log, liczbą minimum trzycyfrową oddzielając ostatnią cyfrę przecinkiem. Gdy stan logu jest większy, np. 135,8 wpisuje się tylko 35,8 (całość jest wpisywana do dziennika jachtowego).

Pozycja zliczona

Pozycję zliczoną otrzymuje się przez wykreślenie KDD z pozycji wyjściowej (np. z główek portu lub ostatniej pozycji obserwowanej) i odkładaniu na tej linii przebytej drogi. Co godzinę w rejsach morskich lub co cztery w rejsach oceanicznych. Pozycja otrzymana tą metodą nie jest dokładna z uwagi na błąd pomiaru przebytej drogi, błąd określenia dryfu oraz błędy sterowania.

Pozycja obserwowana

Najprostszym sposobem określenia pozycji obserwowanej (zwanej też pozycją prawdziwą) jest znalezienie się przy znakach nawigacyjnych znanych z mapy o ściśle określonym położeniu (np. latarnie morskie). Pozycję obserwowaną otrzymuje się przez wykreślenie na mapie przynajmniej dwóch linii pozycyjnych. Punkt przecięcia dwóch linii pozycyjnych wyznacza pozycję obserwowaną.

Pozycja

prawdopodobna

Pozycję prawdopodobną otrzymuje się przez wykreślenie na mapie tylko jednej linii pozycyjnej. W praktyce rzadko jest stosowana ponieważ, na jeden punkt nawigacyjny można zrobić dwa namiary i wyznaczyć dwie linie pozycyjne gdzie już łatwo kreślić pozycję obserwowaną. Pozycją prawdopodobną jest punkt leżący na linii pozycyjnej najbliższy pozycji zliczonej.



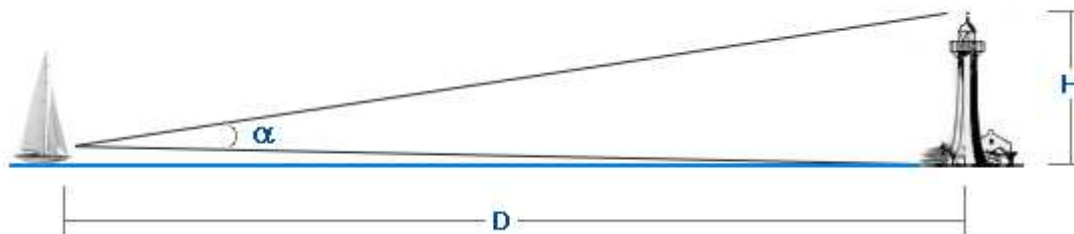
Linie pozycyjne

Linie pozycyjne mają tę właściwość, że pomiar tego samego parametru (kąta pionowego, poziomego lub namiaru) na którymkolwiek z punktów na takiej linii, da zawsze ten sam wynik. Linie pozycyjne można wyznaczyć:

Linia pozycyjna z namiaru - linią pozycyjną jest prosta (namiary opisano w [rozdziale 8](#))

Linia pozycyjna z odległości - linią pozycyjną jest okrąg.

Najprostszym sposobem pomiaru odległości od obserwatora do obiektu (np. latarni morskiej), jest pomiar kąta pionowego α za pomocą sekstantu. Linią pozycyjną jest wtedy okrąg o promieniu równym tej odległości, zakreślony z punktu w którym znajduje się obiekt.



Mierząc kąt pionowy sekstansem należy doprowadzić do styku wierzchołka rzeczywistego obrazu z podstawą obrazu odbitego, manewrując odpowiednio alidadą. Odczytana wartość z podziałki sekstantu, poprawiona o błąd sekstantu i indeksu jest równa kątowi α . Znajac wartość kąta pionowego α i wysokości obiektu można skorzystać z **Tablic Nawigacyjnych** i odczytać w odpowiedniej tablicy wynik, czyli odległość. Odległość można również obliczyć ze wzoru:

$$D = \frac{13}{7} \frac{H}{\alpha}$$

Pomiaru odległości z kąta pionowego można również dokonać za pomocą lornetki z podziałką artyleryjską. Należy jednak pamiętać, że podziałka jest zwykle wyskalowana w tysięcznych i wynik D otrzymuje się w kilometrach. Odległość wtedy oblicza się ze wzoru:

$$D = \frac{H}{\alpha}$$

Linia pozycyjna z kąta poziomego - linią pozycyjną jest łuk. Kąt poziomy β mierzy się sekstantem lub lornetką z podziałką artyleryjską. Linia pozycyjna z kąta poziomego mierzonego za pomocą sekstantu jest najdokładniejsza z uwagi dużą dokładność sekstantu wysokie wartości mierzonych kątów, no i przede wszystkim niezależność pomiaru od deklinacji i dewiacji. Ze względu na dokładność, kąt poziomy powinien zawierać się w granicach $030^\circ - 150^\circ$.

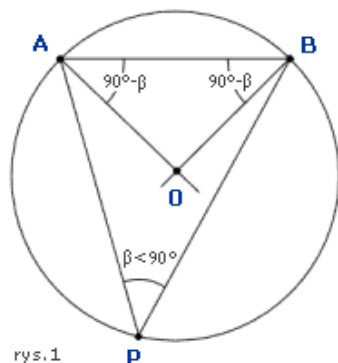


Konstrukcja linii pozycyjnej z kąta poziomego

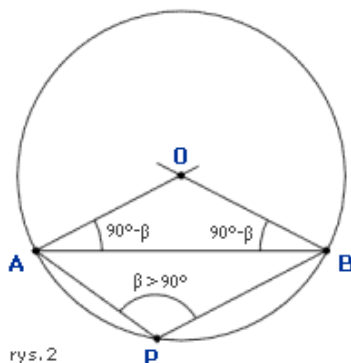
Zmierzyć kąt poziomy β pod jakim znajdują się obiekty A i B, wcześniej zidentyfikowane na mapie. Połączyć linią prostą obiekty A i B (na mapie) i z punktów A i B poprowadzić proste pod kątem $(90^\circ - \beta)$ w stosunku do prostej A B. Punkt **O** jest punktem przecięcia się tych prostych. Z punktu O zakreślić okrąg o promieniu $AO = BO$. Łuk **A P B** tego okręgu jest, szukaną linią pozycyjną - rys.1

Gdy zmierzony kąt poziomy β będzie większy niż 90° , wartość $(90^\circ - \beta)$ stanie się ujemna i proste AO i BO należy poprowadzić po przeciwnej stronie linii A B w stosunku do obserwatora - rys.2

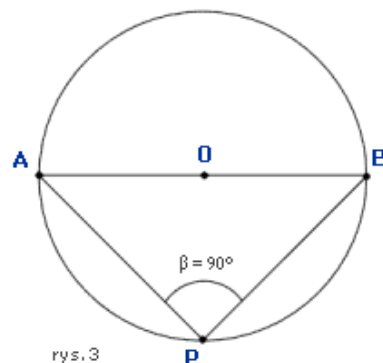
Gdy wartość zmierzonego kąta poziomego β wyniesie 90° wtedy punkt O z którego należy zakreślić okrąg leży w środku prostej A B - rys.3



rys.1



rys.2



rys.3

Kąt poziomy można również uzyskać przez dokonanie dwóch namiarów, ich różnica będzie wtedy kątem poziomym. Jednak niedokładność wartości takiego kąta, skłania do wyznaczenia od razu pozycji obserwowanej z owych dwóch namiarów.

Linia pozycyjna z głębokości - linią pozycyjną jest krzywa

Linia pozycyjna z głębokości jest nie dokładna, ale w sytuacji gdy nie ma możliwości wykreślenia innej może być potrzebna.

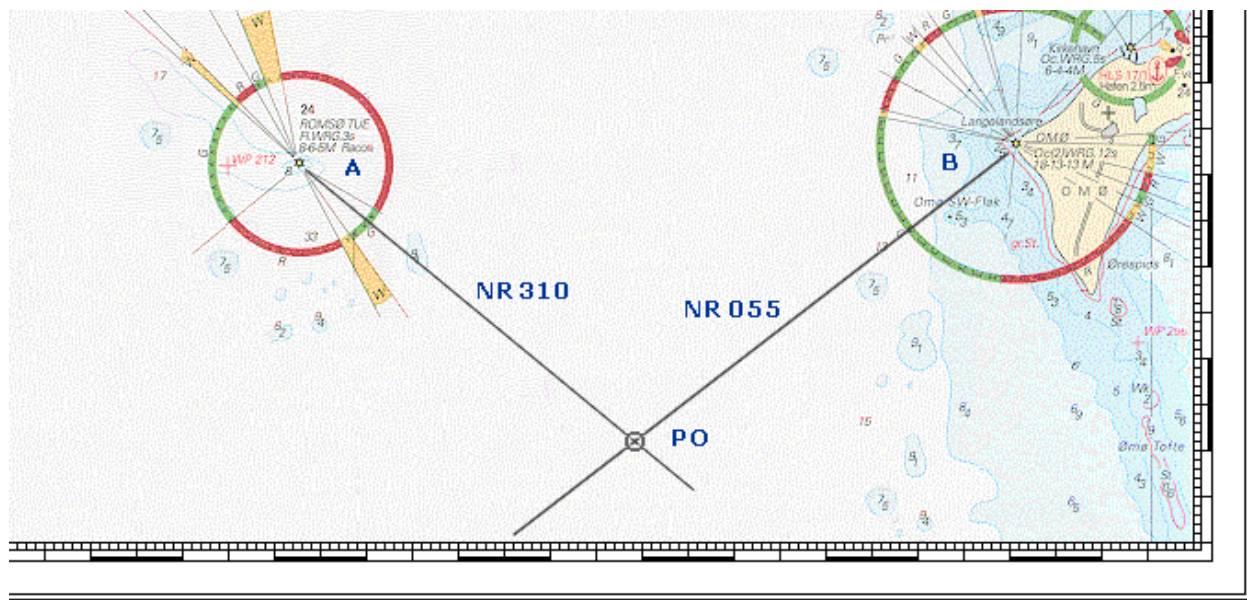


Przykłady wyznaczania pozycji obserwowanej

Pozycja obserwowana, najbardziej dokładna z w nawigacji terestrycznej wymaga wyznaczenia przynajmniej dwóch linii pozycyjnych. Linie pozycyjne należy tak dobierać by kąt zawarty między nimi mieścił się w granicach 030° - 150°

Pozycja obserwowana z dwóch namiarów jednoczesnych

Zrobić namiary na obiekty A oraz B w odstępie nie większym niż 1min i wykreślić na mapie namiary rzeczywiste. Punkt przecięcia się tych linii jest pozycją obserwowaną.



Pozycja obserwowana z dwóch namiarów niejednoczesnych

Zrobić namiar z PZ1 na obiekt A i utrzymywać stały i znany kurs, mierząc prędkość. W momencie robienia drugiego namiaru pozycja zliczona powinna znaleźć się na linii pozycyjnej z drugiego namiaru, gdzie od razy stała by się szukaną pozycją obserwowaną. Ale z uwagi na błędy sterowania zdarza się to bardzo rzadko więc pozycję obserwowaną otrzymuje się przez wykreślenie z PZ2 prostej równoległej do pierwszego namiaru. Punkt przecięcia równoległej i linii pozycyjnej z drugiego namiaru jest szukaną pozycją obserwowaną **PO**, skąd wykreśla się dalszą drogę.

Pływy i żegluga na prądach morskich



Zjawisko okresowej zmiany poziomu mórz i oceanów wywołane przyciąganiem Słońca, Księżyca oraz działaniem siły odśrodkowej powstającej przy obrocie układów mas Księżyc - Ziemia oraz Słońce - Ziemia nazywane jest **plywem**. Duża różnica odległości od Ziemi powoduje, że oddziaływanie Księżyca jest ponad dwukrotnie większe niż Słońca.

Ze względu na układ Słońce - Księżyc - Ziemia pływy mogą być syzygijne (największe) i kwadraturowe (najmniejsze).

- **Pływy syzygijne** (ang. Springs) czyli te największe, występują wtedy, gdy Słońce, Księżyc i Ziemia znajdują się w jednej linii (czyli podczas nowiu i pełni Księżyca).
- **Pływy kwadraturowe** (ang. Neaps) czyli te najmniejsze, występują wtedy, gdy Księżyc znajduje się pod kątem prostym do linii Słońce - Ziemia (czyli podczas I i III kwadry Księżyca).

Wysokość pływów zmienia się w czasie, również zależna jest od miejsca na Ziemi. Natomiast głębokość mórz i oceanów oraz konfiguracja wybrzeża ma znaczenie co do przebiegu pływu (np. pływ syzygijny na Morzu Północnym następuje trzy dni po nowiu lub pełni Księżyca). Poza tym zmieniająca się deklinacja Słońca i Księżyca oraz ich zmienna odległość od Ziemi ma wpływ na długookresowe zmiany wysokości pływów.

W zależności od miejsca pływ może być:

- **Półdobowy**, charakteryzujący się występowaniem dwóch wysokich i dwóch niskich wód w ciągu doby (np. Morze Północne).
- **Dobowy** lub zwrotnikowy, charakteryzujący się występowaniem jednej wysokiej i jednej niskiej wody w ciągu doby.
- **Mieszany**, charakteryzujący się występowaniem wysokich i niskich wód w ciągu doby, a czasem w ogóle (np. Ocean Spokojny).

Parametry pływu

Do obliczania wysokości pływów wykorzystuje się Tablice Pływów (ang. Admiralty Tide Tables, w skrócie ATT) wydawane corocznie przez Admiralicję Brytyjską. Tablice Pływów składają się z trzech tomów:

Tom I - wody europejskie, łącznie z Islandią i północnym wybrzeżem Rosji.

Tom II - Ocean Indyjski oraz zachodni i południowy Atlantyk.

Tom III - Pacyfik i Australia.

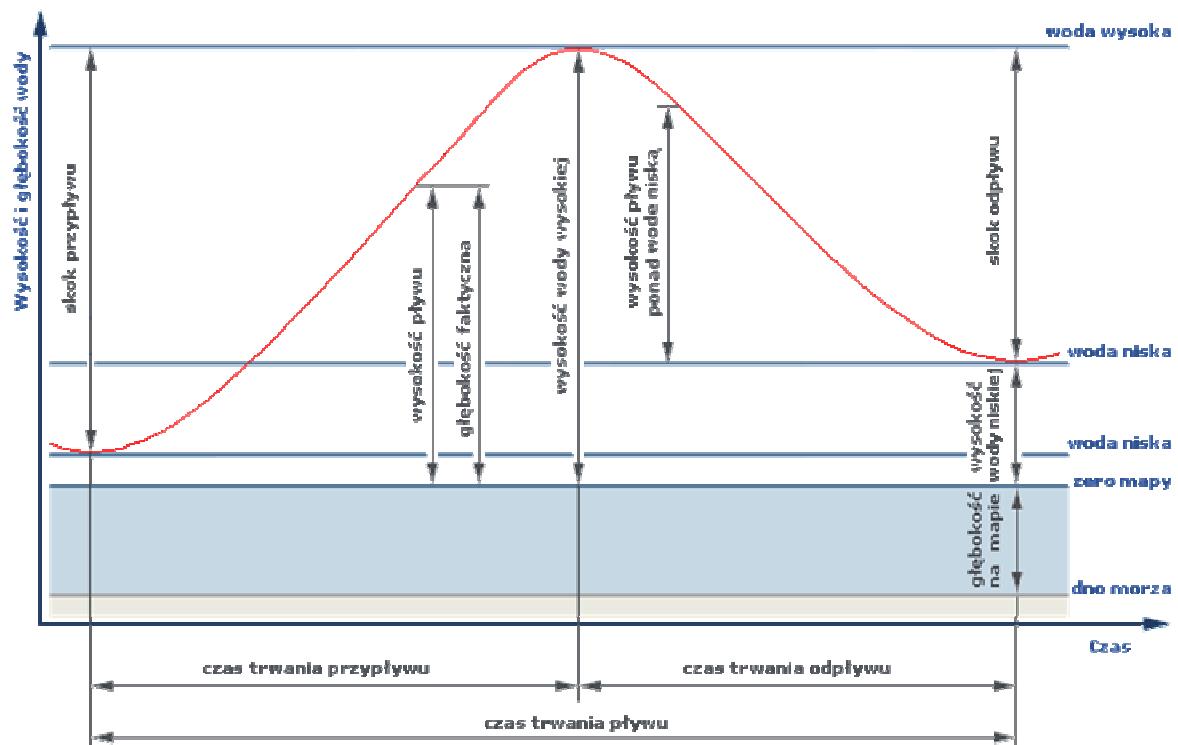
Dane dotyczące pływów zawiera także Rocznik Astronomiczny Browna (ang. Brown's Nautical Almanac).

Parametry pływów jak i wiele innych obliczeń wykona za nas odpowiednie urządzenie, np. Northstar 6000i około 3000€. Więcej o tych urządzeniach na www.navionics.com

W celu ułatwienia obliczeń warto zapoznać się z niektórymi angielskimi pojęciami związanymi z pływami.

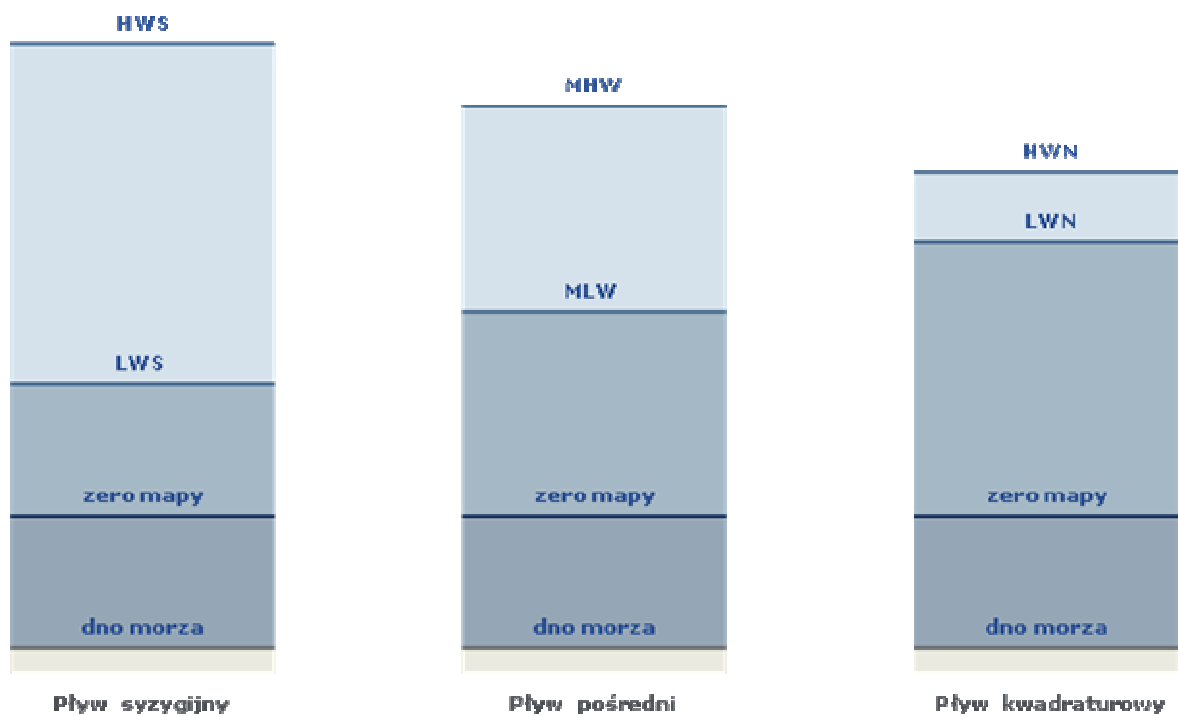
- **Chart Datum CD** (zero mapy) - przyjęty w danym państwie poziom morza, który podawany jest na mapie. Czasami mogą wystąpić różnice do około 1 metra.
- **Predicted Height** - przewidywana wysokość pływu ponad zero mapy.
- **High Water WH** (woda wysoka) - czyli najwyższy poziom wody, liczony w okresie od wznoszenia do opadania poziomu wody.
- **High Water height, HW height** (wysokość wody wysokiej) - czyli wysokość pływu liczona od zera mapy do jej najwyższego stanu.

- **Low Water LW** (woda niska) - czyli najniższy stan wody liczony w okresie od opadania do wznoszenia się poziomu wody.
- **Low Water height, LW height** (wysokość wody niskiej) - czyli wysokość pływu liczona od zera mapy do jej najniższego stanu.
- **Flood** (przyływ) - czyli wznoszenie się poziomu morza od stanu wody niskiej do momentu najbliższej wody wysokiej.
- **Ebb** (odpływ) - czyli opadanie poziomu morza od stanu wody wysokiej do momentu najbliższej wody niskiej.
- **Range of the Flood** (skok przyływu) - czyli różnica między wysokością wody wysokiej a poprzedzającą ją wodą niską.
- **Range of the Ebb** (skok odpływu) - czyli różnica między wysokością wody wysokiej a następującą po niej wodą niską.
- **Height of Tide above Low Water** (wysokość pływu ponad wodę niską) - różnica między wysokością pływu a wysokością wody niskiej.



Rodzaje pływów:

- **High Water Springs HWS** - wysoka woda syzygijna.
- **Low Water Springs LWS** - niska woda syzygijna.
- **Mean High Water MHW** - średnia wysoka woda.
- **Mean Low Water MLW** - średnia niska woda.
- **High Water Neaps HWN** - wysoka woda kwadraturowa.
- **Low Water Neaps LWN** - niska woda kwadraturowa.
- **Mean High Water Springs MHWS** - średnia wysoka woda syzygijna.
- **Mean Low Water Springs MLWS** - średnia niska woda syzygijna.
- **Mean High Water Neaps MHWN** - średnia wysoka woda kwadraturowa.
- **Mean Low Water Neaps MLWN** - średnia niska woda kwadraturowa.



Strona United Kingdom Hydrographic Office zawiera kalkulator pływowy [Easy Tide](#).



Żegluga na prądzie morskim

Zależność między kątem drogi jachtu nad dnem **KDd**, kątem drogi jachtu po wodzie **KDw** a poprawką na prąd **pp** jest następująca:

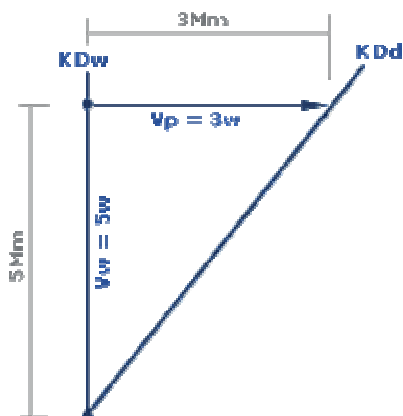
$$KDd = KDw \pm pp$$

Znak plus przy prądzie z lewej burty

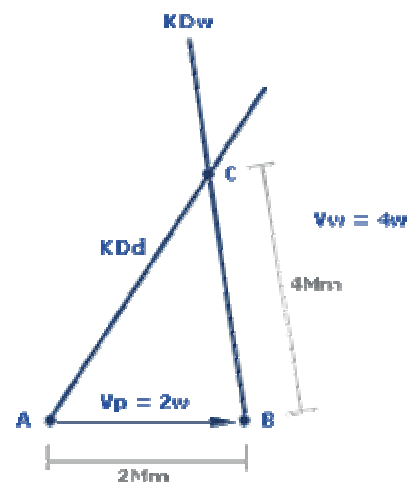
Znak minus przy prądzie z prawej burty

Wyznaczenie kąta drogi jachtu nad dnem **KDd** i jego prędkości, jeżeli znana jest jego prędkość **Vw**, kąt drogi po wodzie **KDw** oraz parametry prądu czyli kierunek i jego prędkość **Vp** polega na zsumowaniu wektorów **Vw** i **Vp**.

Graficzna metoda wyznaczenia KDd



Graficzna metoda wyznaczenia KDw



Wyznaczenie kąta drogi po wodzie **KDw** jakim powinien płynąć jacht przy znanych parametrach prądu by osiągnąć żądany kąt drogi nad dnem **KDd** polega na wykreśleniu na mapie **KDd** oraz wektora prądu **Vp**. Następnie z końca wektora **Vp** (punkt B) należy zakreślić na kierunku **KDd** (punkt C) łuk o promieniu równym prędkości jachtu po wodzie **Vw**. Odcinek **BC** jest szukany kierunkiem **KDw**, natomiast długość odcinka **AC** prędkością jachtu nad dnem.



Tendencje prądów morskich na Ziemi - mapa świata
Czerwone linie wskazują ciepłe prądy
Niebieskie linie wskazują zimne prądy

Spakowany plik GIF 3 833KB - [pobierz](#)

Astronawigacja

Gwiazda Polarna

Ze zmierzonej wysokości Gwiazdy Polarnej możesz otrzymać swoją szerokość:

1. Zmierz wysokość i popraw ją o:

C_c - z certyfikatu

C_i - z sekstantu

C_k - z wkładki, rubryka "Stars and Planets"

otrzymasz prawdziwą wysokość h_0 Gwiazdy Polarnej.

2. Otwórz **RA** na stronie danego dnia i oblicz **GHA Aries** na daną godzinę.

3. Popraw to o minuty i sekundy ("yellow pages").

4. Odejmij (lub dodaj) swoją długość geograficzną. Otrzymasz **LHA_y = GHA_y ± λ**
5. Otwórz **RA** na str. 274-276. Nazywają się one "Polar Tables". Na dole str. 275 masz instrukcję obsługi.
6. Jeśli jesteś o 1 punkt inteligentniejszy od szympansa i znasz parę słów po angielsku - dasz sobie radę.
7. Jeśli spełniasz tylko pierwszy warunek - wyjaśnienie:

Data: 21 kwietnia 1980, Czas: 23h 18m 56s GMT, λ = 37°14'W
 Zmierzona i poprawiona wysokość Polaris = 49°31,6'

Ze stron dziennych:

GHA Aries (23^h)	=	195°09,8'
poprawki (18^m 56^s)	+	4°44,8'
Długość	-	37°14,0'
LHA	=	162°41,0'

h₀	=	49°31,6'	(z sekstantu + poprawki c _c , c _i , c _k)
+a₀	=	1°30,6'	(poprawka na LHA _y interpolowana między 162° i 163°)
+a₁	=	0,6'	(poprawka na szerokość φ=50°)
+a₂	=	0,9'	(poprawka na miesiąc)
	=	51°03,7'	
	-	1°	(zawsze od wyniku odejmujesz jeden stopień, bo taka jego uroda)
	=	50°03,7'	

8. Na dole kolumny masz jeszcze podany azymut 359,1°. Jeśli chcesz go uwzględnić, to rzuć żeglarstwo i zgłoś się do pracy w aptece (i to homeopatycznej). Machnij więc na to ręką i rysuj krechę poziomo.

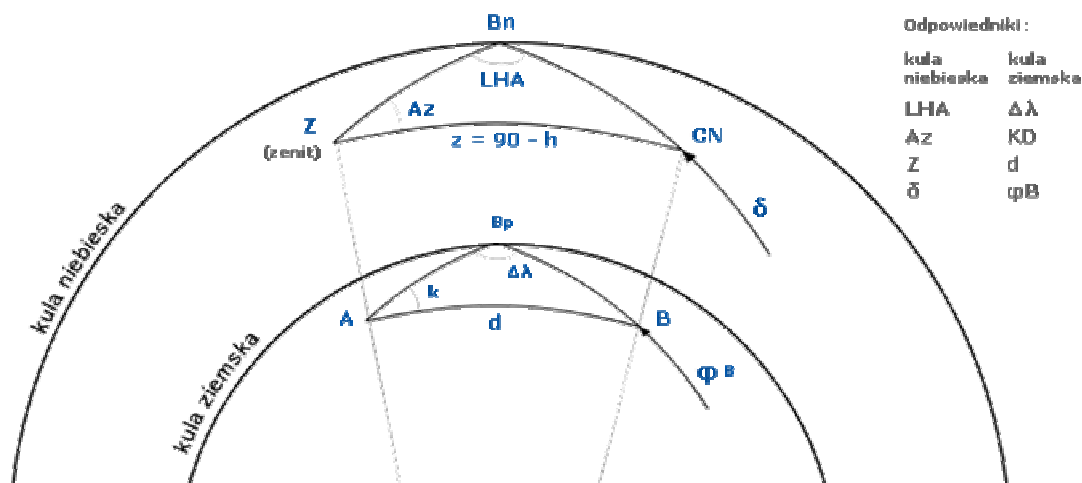
Żegluga po ortodromie

1. Obliczanie ortodromy (great circle) jest rzeczą niesłychanie skomplikowaną. Dla żeglarzy równie skomplikowana, co niepotrzebna.

2. Ortodroma składa się z elementów:

początkowy kąt drogi
 odległość ortodromiczna
 wierzchołek ortodromy
 punkty zwrotne
 końcowy kąt drogi

3. Teoria - jeśli cię nudzi, nie czytaj, bo nie jest niezbędna.



4. Praktyka (czytaj i stosuj).

Wybierasz się z okolic Cap Race (Nowa Funlandia) do Bishop Rock - (zachodnia skałka Kanału La Manche). Na oko potrwa to co najmniej 2 tygodnie. Po co masz dziś obliczać, jakim kursem będziesz jechał za 2 tygodnie? Wystarczy jeśli wiesz, jakim kursem masz płynąć teraz. Ewentualnie może cię jeszcze interesować jak daleko masz do tej biskupiej skały. Wniosek: oblicz tylko a i b, czyli początkowy kąt drogi i odległość ortodromiczną. Powtarzaj te obliczenia - powiedzmy - raz dziennie, stale obliczając początkowy kąt drogi. Zajmie ci to niecałą minutę.

Jesteś w punkcie A (Cap Race) $\varphi_A = 46^\circ N$ $\lambda_A = 53^\circ W$

Płyniesz do punktu B (Bishop Rock) $\varphi_B = 49^\circ N$ $\lambda_B = 6^\circ W$

Oblicz $\Delta\lambda = 53 - 6 = 47^\circ$

Jest to odpowiednik **LHA**.

Otwórz **HA 605** tom 4 na stronie LHA = 47° ("same name"). Wejdź do rubryki 46° (twoja szerokość).

Wejdź do rubryki **Dec.** liczbą 49° (szerokość punktu B).

Odczytaj: $H_c = 58^\circ 37'$ $z = 67,1$

Początkowy kąt drogi już masz: **KD = z = 067**. To wszystko!

Jeśli cię interesuje odległość do Bishop Rock, oblicz odległość zenitalną, czyli **$90 - H_c$** .

$$\begin{array}{rcl} 90^\circ 00' & = & 89^\circ 60' \\ & & - 58^\circ 37' \\ \hline & & 31^\circ 23' \end{array}$$

Jest to twoja odległość, ale w stopniach i minutach. Chcesz mieć w milach - pomnóż stopnie przez 60 i dodaj minuty:

$$\begin{array}{rcl} 31 \times 60 & = & 1860 \\ & + & 23 \\ \hline & = & 1883 \text{ Mm} \end{array}$$

Krótką ściągawka:

$$\text{LHA} = \lambda_B - \lambda_A = \Delta\lambda$$

$$\text{Dec.} = \varphi_B$$

$$\varphi = \varphi_A$$

Uwaga: Jeśli twoja szerokość wynosi np. $46^\circ 14'$, a szerokość punktu B = $6^\circ 22,5'$, to - jeśli chcesz - możesz wszystko obliczyć bardzo dokładnie, uwzględniając poprawki i interpolując. Z reguły różnice w **KD** są wówczas w granicach **0,1 - 0,5°**, więc machnij ręką i zaokrąglaj pozycje do pełnych stopni, **bo ocean nie apteka**.

Astronawigacja

Księżyc

Zasada otrzymywania linii pozycyjnej z Księżyca jest taka sama jak ze Słońca. Są jednak pewne różnice w szczegółach:

- dochodzi poprawka v , dodawana do GHA
- dochodzi poprawka HP (paralaksa horyzontalna), potrzebna do poprawienia wysokości.
- z innego miejsca z RA bierzesz poprawki na wysokość Księżyca i poprawki te są w sumie bardzo duże.
- dochodzi poprawka (pół stopnia!), jeśli mierzysz górną krawędź.

Przykład: 22.08.1980 godz. 20h 42m 15s
Zmierzyłeś dolną krawędź Księżyca: h = 27°45,0'
Poprawianie GHA i Dec.:
Do RA, rubryka MOON, wchodzisz godz. 20.
Przepisz:

GHA	v	Dec.	d	HP
344°21,1'	7,5	S 19°31,7'	1,4	57,9

Popraw: GHA o 42^m15^s + v , a Dec. o d (wszystko z rubryki MOON w "Increments and corrections")

344°21,1'		
10°04,9' (popr. na 42m15s)		Dec. = S 19°31,7'
+ 5,3 (popr. na v)		- 1,0
GHA = 354°31,3'		Dec. = S 19°31,7'

Uwaga 1: Do GHA wszystkie poprawki **zawsze dodajesz**. Poprawkę na Dec. w tym przypadku odejmujesz, bo tego dnia deklinacja maleje (porównaj z godz. 2100). Dalszy ciąg jak przy Słońcu.
Oblicz LHA wg wzoru **LHA = GHA $\pm$ λ** . Wejdź LHA, ϕ i Dec. do HD 605

Uwaga 2: Twoja szerokość jest N, a deklinacja Księżyca jest S, więc wchodzisz na prawą stronę (contrary name).

Poprawianie wysokości: Wszystkie poprawki są na 2 ostatnich stronach RA.

wys. z sekstantu =	27°45,0'	
	c_c + 0,3'	
	27°45,3'	
	c_i - 3,0'	
	27°42,3'	
	k - 3,3'	(Do rubryki DIP wchodzisz wysokością oka $\approx$ 3,5m)
	27°39,0'	

Tą wielkością wchodzisz do kolumny 25° - 29°, w pionie wchodzisz na 27°, w poziomie - na 40'. Odczytujesz 59,9'. Jedź dalej tą kolumną do dołu. Na skrzyżowaniu rubryki L (Lower limb - dolna krawędź) oraz liczby 57,9 z rubryki HP (horizontal parallax) odczytaj poprawkę 5,2'.

Dodaj to wszystko:

27°39,0'
59,9'
5,2'

h = 28°44,1'

Uwaga! Jeśli mierzysz górną krawędź, różnice są dwie:

ostatnią poprawkę (HP) bierzesz z rubryki U (Upper limb), a nie z L (Lower limb)
od ostatecznego wyniku odejmujesz 30'.

Uwagi praktyczne:

1. Przez kilka dni w miesiącu możesz robić jednocześnie dwie linie pozycyjne na Słońce i Księżyc, więc od razu masz wówczas pozycję fix.
2. Przy Księżycu zawsze sprawdzaj, czy jego deklinacja rośnie czy maleje (poprawkę d wówczas dodajesz lub odejmujesz), bo jego deklinacja zmienia się mniej więcej co 2 tygodnie z północnej na południową i odwrotnie.
3. Z Księżyca możesz otrzymać szerokość, jeśli złapiesz jego kulminację. Czas kulminacji bierzesz z rubryki MOON, Mer. Pass. Upper. Obliczenia jak przy kulminacji Słońca.

Planety

W praktyce robi się linie z Wenus i Jowisza, które są bardzo jasne. Zasada - jak przy Słońcu. Dane bierzesz z lewej strony RA z rubryk Venus, Jupiter.

Różnice:

1. Dochodzi poprawka v do GHA. Jest ona na samym dole kolumny GHA danej planety. Uwaga! Przy Wenus poprawka ta jest w niektórych okresach ujemna. Wówczas trzeba ją odjąć (dodać algebraicznie ze znakiem ujemnym).
2. Poprawkę na wysokość bierzesz z rubryki "Stars and planets" na sztywnej wkładce. Poprawka ta jest zawsze ujemna.
3. W przypadku Wenus - uwzględniasz dodatkową poprawkę (Additional corr'n) na porę roku. Jest ona zawsze dodatnia i wynosi 0,2' - 0,7' (patrz sztywna wkładka).

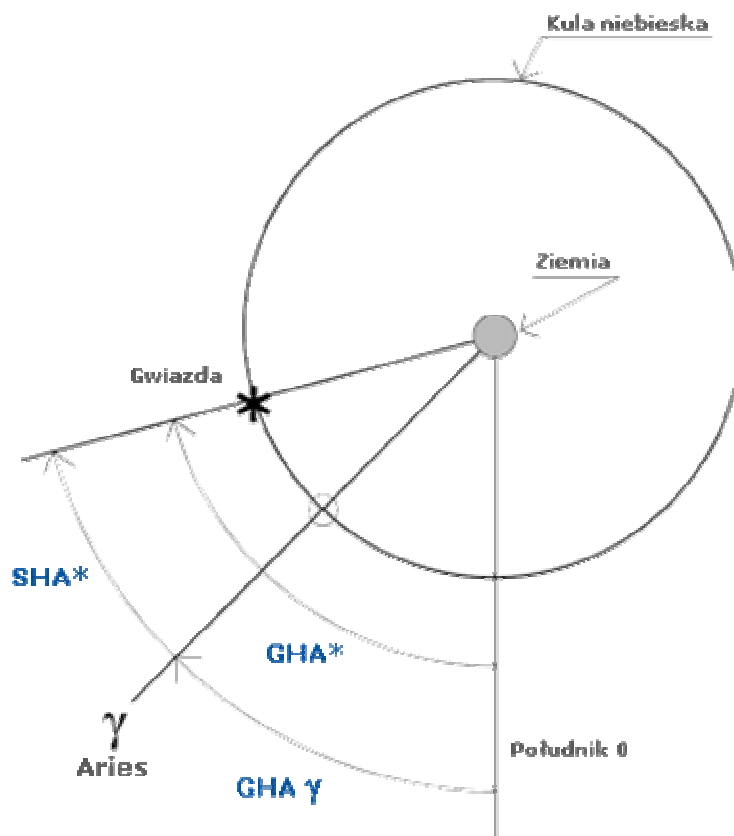
Gwiazdy

Aby uniknąć podawania GHA na każdą godzinę dla każdej gwiazdy, co rozbudowywałoby RA do rozmiarów kilkutomowego dzieła, posłużono się tu pewną kombinacją z punktem Barana i SHA (Sideral Hour Angle). Jeśli chcesz wiedzieć dokładnie o co tu chodzi, poczytaj sobie do poduszki dzieła teoretyczne. Jeśli nie masz ambicji robienia doktoratu z astronawigacji - machnij ręką na te epokowe dzieła i czytaj dalej.
Spróbuję to wyjaśnić łopatologicznie:

1. Umówmy się, że istnieje niewidoczna gwiazda, która się nazywa **Aries** (punkt Barana). Ponieważ kręci się ona wokół Ziemi, więc ma swój **GHA**, ale jest dziwna, bo stale ma deklinację **=0**.

2. Umówmy się, że gwiazda, którą właśnie namierzasz, ma jakąś odległość (kątową) od gwiazdy Aries. Odległość ta nazywa się **SHA** i zmienia się bardzo wolno (mniej więcej o 0,1' na tydzień).

3. Z tego wynika, że: **GHA* = GHA γ + SHA***
czyli **GHA gwiazdy = GHA Aries + SHA tej gwiazdy** (patrz rysunek)



Przykład:

22.08.1980 o godz. 20h 25m 14s złapałeś wysokość gwiazdy Dubhe (tylne koło Wielkiego Wozu, bliższe Gwiazdy Polarnej).

Obliczasz:

	271°16,4'	(GHA Aries, godz. 20)
+	6°19,5'	(GHA Aries, na żółtych stronach RA)
	277°35,9'	
+	194°22,9'	(SHA Dubhe, na tej samej stronie co Aries, rubryka "Stars")
	471°58,8'	
-	360°	(odejmujesz 360°, bo wyszło "półtora obrotu")
	111°58,8'	otrzymałeś GHA Dubhe

Dalej - obliczasz LHA, Dec. i postępujesz identycznie, jak ze Słońcem. Deklinację odczytujesz z rubryki Stars Dec. Nie ma tu żadnych innych poprawek, bo SHA i Dec. zmieniają się minimalnie. Poprawkę na wysokość gwiazdy bierzesz z wkładki, rubryka "Stars and Planets". Poprawka ta jest **zawsze ujemna**.

**Posłowie:**

Drogi Nawigatorze! Z tą wiedzą możesz spokojnie opłynąć Świat i wszędzie trafisz. Broń cię jednak Boże przed dopłynięciem przed oblicze jakiegokolwiek komisji egzaminacyjnej. Ta bowiem bez trudu udowodni ci, że jesteś absolutnym przygłupem, który nie odróżnia precesji od rektascensji oraz gradientu funkcji od amplitudy wschodu i wyrzuci cię z egzaminu na zbitą twarz z głębokim przekonaniem, że uratowała polskie żeglarstwo od jeszcze jednego idioty. I przed tym cię przestrzega, życzący ci dobrze

Autor