

BIBLIOTEKA
MAGAZYN
Rejs

Janusz Zbierajewski

Astronawigacja praktyczna



1

Zamiast wstępu

Parę razy prowadziłem różne duże pływadła przez oceany. Irytowało mnie, że przez parę tygodni oficerowie (kapitanowie bałtyccy i sternicy morscy) będą się objąć, bo nie mają (i nie muszą mieć) pojęcia o astronawigacji, a ja mam ganiać parę razy na dobę Słoneczko, Księżyczek, planetki i gwiazdki i robić obliczenia?!? Niedoczekanie!

Siadłem do pisania i na paru kartkach papieru zrobiłem podręcznik astro w wersji „idiotproof”. Po piętnastominutowym wykładzie (zero teorii, bo jest ona potrzebna wyłącznie do robienia doktoratu) porucznicy narysowali linię pozycyjną, dziwiąc się, że to prostsze niż konstrukcja cepa. Na koniec rejsu któryś oczywiście podwędził mój „podręcznik” na pamiętkę, więc dla nowej ekipy (rejs powrotny przez Atlantyk) napisałem go jeszcze raz. Też go na koniec ktoś świsnął.

W rejsie *ZAWISZA* dookoła świata napisałem „dzieło” po raz kolejny, tym razem na maszynie do pisania (istniało kiedyś takie urządzenie), w biurze portowym na Tajwanie odbiłem to w 20 bodaj egzemplarzach i rozdałem oficerom na pamiętkę, żeby nie musieli podwędzać po kryjomu. Było to 12 stron standardowego maszynopisu i zawierało algorytmy postępowania, jak zrobić linię pozycyjną ze Słońca, Księżyca, planet, gwiazd, Gwiazdy Polarnej oraz jak w ciągu 30 sekund obliczyć początkowy kąt drogi po ortodromie i odległość ortodromiczną. Praktycznie wszystko, co jest potrzebne na morzu ludziom, którzy wiedzą, że karabin raz w roku sam strzela, GPS też ma prawo się zepsuć, a na środku oceanu trudno jest wezwać pomoc drogową.

Mój „podręcznik” przez jakiś czas żył własnym życiem, kserowany i powielany różnymi technikami, niemal jak podziemna „bibuła”. Potem sprawa ucichła, bo coraz powszechniejszy (i dostępniejszy cenowo) stał się GPS i coraz częściej elementarz nawigacyjny (wykreślanie kursu na mapie czy namiary na latarnie) był nazywany „historią nawigacji”.

W ostatnich dniach czerwca zajrzałem do internetowej grupy dyskusyjnej (pl.rec.zeglarstwo) i zwrócił moją uwagę list żeglarza, przedstawiającego się jako sternik morski, który otrzymał sekstant, wybiera się na dwa miesiące na Adriatyk i chętnie by sobie potrenował astro, ale do kompletu poszukuje dobrego, prostego i zrozumiałego podręcznika.

Odpowiedziałem mu, że mam taki i – jeśli jest dalej zainteresowany – mogę mu to przesłać e-mailem na jego prywatne konto, żeby nie zaśmieszać listy dyskusyjnej. W pół godziny później na mój adres wpłynęło 5 następnych próśb o „podręcznik”. Następnego dnia wysłałem dzieło całej szóstce i dostałem listy od 25 następnych chętnych. Dzień później zgłosiło się ponad 50 osób...

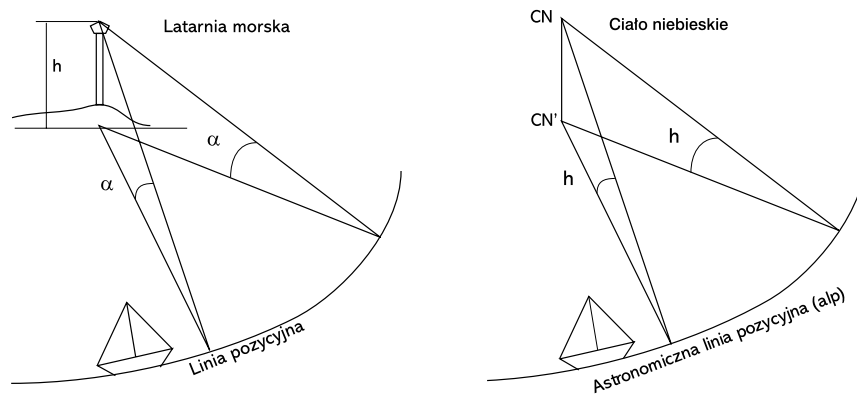
Skoro istnieje aż takie zainteresowanie, postanowiliśmy mój „bryk” opublikować jako dodatek do „Rejsu”. „Podręcznik” drukujemy w takiej wersji, w jakiej został napisany.

Mam prośbę, aby osoby, które użyją choć raz tej książeczki do zrobienia linii pozycyjnej z dowolnego ciała niebieskiego, napisały (tradycyjnie lub e-mailem, na adres redakcji rejs@rejs.waw.pl lub mój jzbierajewski@wp.pl), jak im poszło.

Teoria

1. Jeśli teoria cię nudzi, możesz ją pominąć, bo pozycję astro można znaleźć, nie mając o teorii bladego pojęcia.
2. Jeśli masz w sobie tyle samozaparcia, że chcesz z grubsza wiedzieć, o co chodzi – czytaj dalej.

A. ZASADA PODSTAWOWA



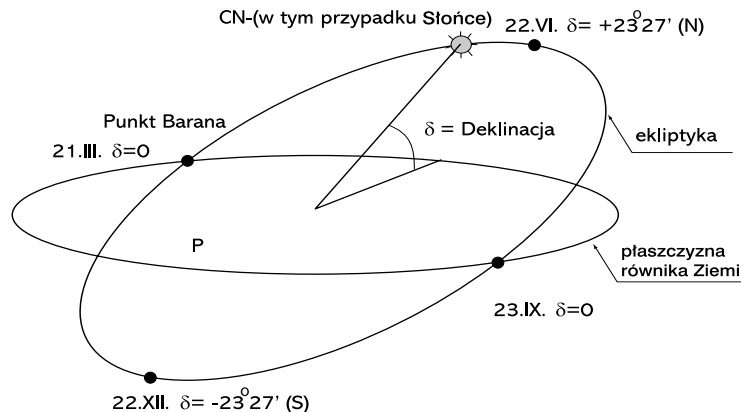
Na czym polega podobieństwo - widać z rysunku.

Różnice:

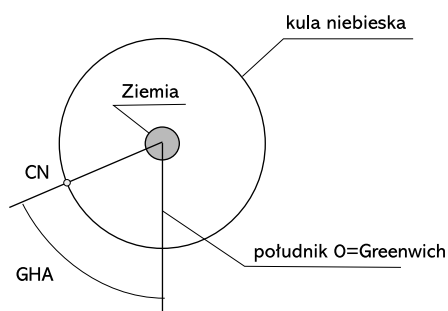
1. Latarnia morska stoi na nabrzeżu, więc pomiar jest zawsze taki sam w tym samym miejscu (niezależnie od czasu).
2. Pozycja CN jest zmienna w czasie, trzeba więc mieć dokładny czas w momencie pomiaru.
3. Z reguły jesteś bardzo daleko (kilkaset mil) od rzutu CN na powierzchnię Ziemi (pkt. CN'), więc wyniku nie da się narysować cyrklem na mapie. Trzeba to zrobić inaczej, o czym dalej.

B. APARATURA POJĘCIOWA, CZYLI CO JEST CO

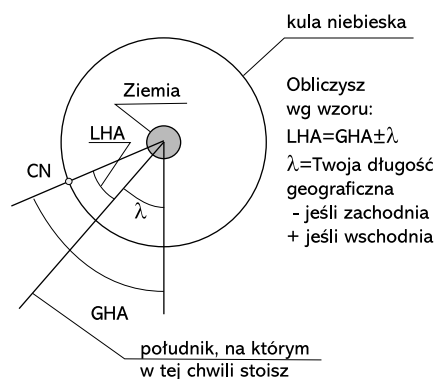
1. Dec. – deklinacja (znajdziesz w Almanachu)



2. GHA – Greenwich Hour Angle
– grynichowski kąt godzinny
(znajdziesz w Almanachu)



3. LHA – Local Hour Angle
– lokalny kąt godzinny.



C: POPRAWKI, CZYLI UMIEJĘTNOŚĆ CZYTANIA NIE WYSTARCZY

1. CHRONOMETR

Popraw czas odczytany na chronometrze wg zasady:

Ch – odczyt chronometru

+St – stan chronometru (+ jeśli się późni, - jeśli się spieszy)

U_o – czas GMT

Jeśli postugiwałeś się stoperem, dodaj do tego czas ze stopera.

2. SEKSTANT

Zmierzyłeś wysokość CN = h_o

Dodaj stały błąd sekstantu, wzięty z certyfikatu = c_c

Dodaj błąd indeksu mierzony przed lub po pomiarze = c_i

Razem otrzymujesz $h_o + c_c + c_i = h_s$

Praktyka

ALGORYTM POSTĘPOWANIA

1. Zmierzyć sekstantem wysokość CN (h_o) i złapać czas.
2. Poprawić zmierzoną wysokość o wszystkie poprawki.
3. Przyjąć założenie, że w momencie pomiaru jesteś w punkcie X(ϕ, λ).
4. Obliczyć, jaka byłaby wysokość (h_c) i azymut CN gdybyś naprawdę był w punkcie X.
5. Z punktu X wykreślić azymut i na linii azymutu odłożyć odległość (w milach) $\Delta h = h_c - h_s$.
6. Z tego punktu narysować prostopadłą do azymutu.
7. Ucieszyć się, że masz linię pozycyjną.

Dzisiaj jest 14 sierpnia 1980 r.

Pozycja zliczona jachtu: $\phi = 46^\circ 37' N$, $\lambda = 10^\circ 11' W$ (trochę na zachód od Kanału La Manche).

1. Zmierzyłeś wysokość dolnej krawędzi Słońca o godz. $10^h 06^m 29^s$ (czas GMT).

Wysokość = $43^\circ 36,4' = h_o$

2. Obliczasz:

$$\begin{array}{r} h_o = 43^\circ 36,4' \\ + c_c = +0,2 \quad (\text{błąd stały, weź z certyfikatu dla } \approx 43^\circ) \\ \hline 43^\circ 36,6' \\ + c_i = -3,0 \quad (\text{błąd indeksu, zmierz przed lub po pomiarze metodą „na Słońce” lub „na horyzont”}) \\ \hline 43^\circ 33,6' \\ + k = -3,3 \quad (\text{poprawka na wysokość oka nad wodą; RA, str.2 lub sztywna wkładka. Rubryka DIP. Wchodzisz do Ht of Eye liczbą np. 3,5m, odczytujesz z rubryki Corrⁿ liczbę -3,3}) \\ \hline 43^\circ 30,3' \\ + Q = +15,0 \quad (\text{poprawka na dolną krawędź; jak wyżej, rubryka SUN: APR-SEPT. Wchodzisz liczbą 43°30' do rubryki App. Alt. Odczytujesz z rubryki Lower Limb liczbę +15,0}) \\ \hline h_s = 43^\circ 45,3' \end{array}$$

Otrzymałeś w ten sposób h_s czyli **prawdziwą wysokość Słońca nad horyzontem**.

- Przyjmij, że jesteś na równoleżniku najbliższym twojej pozycji zliczonej, w tym przypadku 47°N. Długości na razie nie ustalaj, sama ci wyjdzie. Na razie wiadomo, że „w okolicach” 10° W.
- Ustal, jaka byłaby wysokość i azymut, gdybyś naprawdę tam był. Otwórz RA na stronie „14 AUGUST”. **Wejść do rubryki GMT godziną 10**. Przepisz, co tam jest w **rubryce SUN**, w kolumnach GHA i Dec.

Otrzymasz:

$$GHA_{10} = 328^\circ 51,2' \quad \text{Dec} = \text{N } 14^\circ 15,4'$$

Na dole kolumny Dec. widnieje poprawka **d=0,8**. Zapisz to sobie na boku.

Otrzymałeś GHA i Dec. na godz. 1000. Trzeba to poprawić o minuty (06^m) i sekundy (29^s).

Otwórz RA na „yellow pages”, czyli „**Increments and corrections**”.

Znajdź rubrykę „6^m”, wejdź do niej liczbą „29^s”, odczytaj z rubryki „Sun, planets” liczbę 1°37,3'

Do rubryki sąsiedniej /v or d/ wejdź liczbą d=0,8 (poprawka deklinacji).

Odczytaj z rubryki Corrⁿ liczbę 0,1.

Oblicz:

$$GHA_{10} = 328^\circ 51,2'$$

+ popr.

$$6\text{m}29\text{s} \quad 1^\circ 37,3'$$

$$\underline{GHA = 330^\circ 28,5'}$$

Uwaga 1: poprawki do GHA **zawsze dodajesz**, bo zgodnie z definicją, GHA w systemie 360° zawsze rośnie w miarę upływu czasu.

Uwaga 2: poprawkę do Dec. **dodajesz lub odejmujesz**, w zależności od pory roku, bo deklinacja Słońca rośnie od 22 grudnia do 22 czerwca, a potem maleje. **Najprościej to sprawdzić, patrząc na liczbę Dec. z godziny następniej**. Jeśli jest ona większa – poprawkę dodaj, jeśli mniejsza – odejmij.

Do tablicy **HD 605** wchodzi się argumentami: **LHA, Dec., φ** , zaokrąglonymi do pełnych stopni.

Przyjmujesz: $\varphi=47^\circ$ (najbliższe twojej φ zliczonej)

Dec.=14°

Potrzebny ci jeszcze LHA w pełnych stopniach.

Obliczasz:

GHA = 330°28,5'

- λ = 10°28,5'

LHA = 320°00,0'

Uwaga na przyszłość:

jeśli jesteś na wschód od Greenwich, wtedy wzór będzie $GHA+\lambda=LHA$.

Wówczas przyjmij do swojej długości końcówkę taką, aby po dodaniu do końcówki GHA dała równy stopień.

Dla przykładu:

GHA = 330°28,5'

+ λ = 010°31,5'

LHA = 341°00,0'

Otwórz teraz HD 605, tom IV, na stronie 40°, 320° LHA (same name).

Wchodzisz do rubryki 47° liczbą Dec. = 14°.

Przepisz:

H_c	d	z
43°08,7'	+47,8	121,3

Azymut masz gotowy, bo $LHA > 180$. Jeśli $LHA < 180$, to azymut = $360 - z$, (patrz uwaga na prawym górnym marginesie strony HD 605)

Wysokość jest podana dla deklinacji 14°. Trzeba ją poprawić o 15,3', bo naprawdę wynosi ona 14°15,3'.

Otwórz lewą okładkę tomu. Tytuł: „Interpolation table“.

Wejdz do rubryki Dec. inc. liczbą 15,3. Poprawkę $d=47,8$ podziel na dziesiątki (tens)=40, jedności (units)=7 i dziesiąte części (decimals)=8. Z rubryki 40 tens odczytaj 10,2. Na skrzyżowaniu rubryk units 7 i decimals 8 odczytaj 2,0.

Dodaj: 43°08,7'

10,2'

2,0'

$H_c = 43^\circ 20,9'$

Podsumowanie: gdybyś naprawdę był w punkcie o współrzędnych $\varphi=47^\circ$, $\lambda=10^\circ 28,5'$, to azymut Słońca wyniósłby 121°, wysokość zaś 43°20,9'.

Oblicz różnicę wysokości zmierzonej sekstantem i obliczonej:

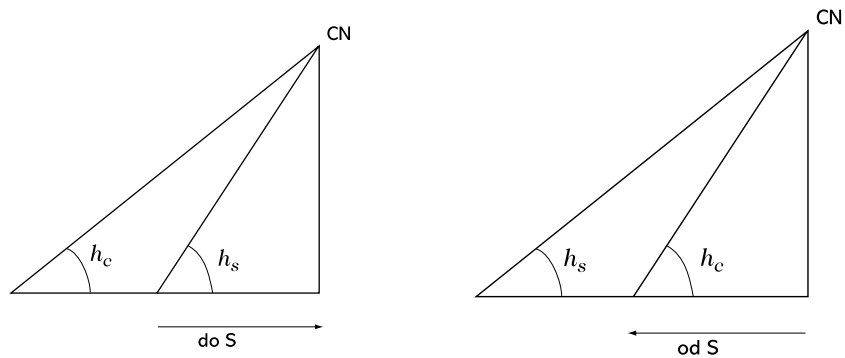
$h_s = 43^\circ 45,3'$

$-h_s = 43^\circ 20,9'$

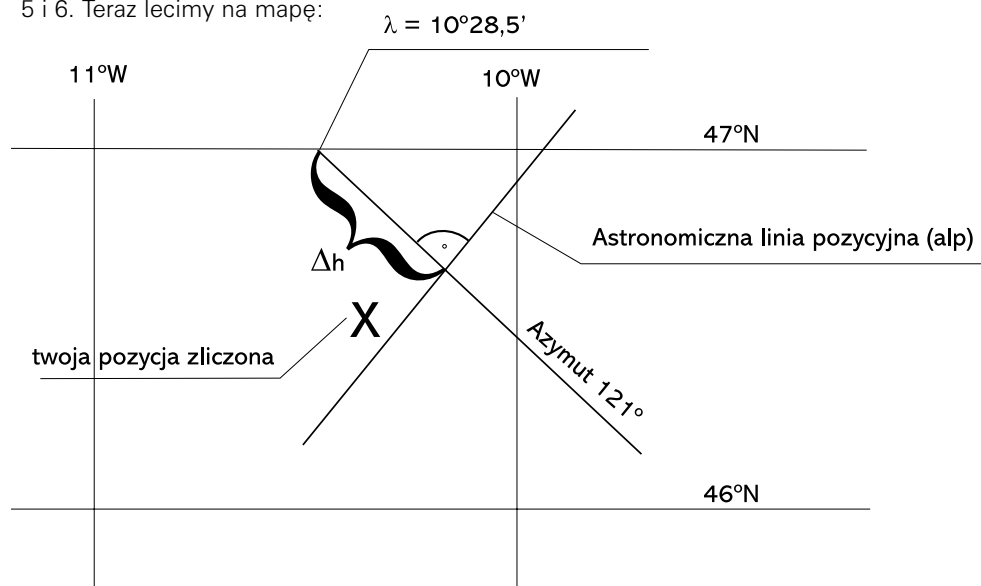
$\Delta h = 24,4'$

Zapamiętaj na przyszłość regułę: jeśli $h_s > h_c$, to Δh odkładaj do Słońca, jeśli $h_s < h_c$ – od Słońca.

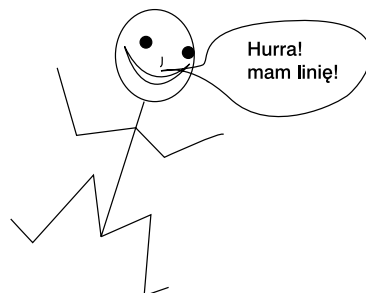
Praktyczny rysunek:



5 i 6. Teraz lecimy na mapę:



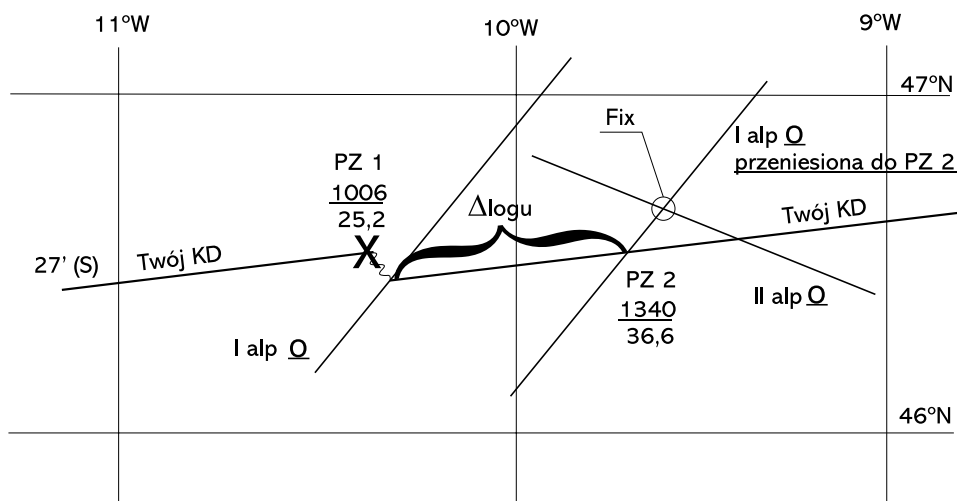
7.



CO DALEJ

Otrzymałeś linię pozycyjną, ale dalej nie wiesz, gdzie jesteś. Przypomnij sobie, czego cię uczyli z podstaw nawigacji terestrycznej: pozycja z dwóch niejednoczesnych namiarów na 1 obiekt. Odczekaj min. 2 godziny i zrób w identyczny sposób drugą linię pozycyjną.

Narysuj to wszystko tak:



WSKAZÓWKI PRAKTYCZNE STAREGO REMIECHY

1. Bezpośrednio po pomiarze wysokości zanotuj stan logu !!!
2. Dla większej dokładności, rób co najmniej 3 pomiary sekstantem, zatrudniając przy chronometrze drugą osobę. Pierwszy pomiar – np. 37°18'. Krzyknij „hop” dla złapania czasu. Podkręć śrubę o 5' i ustaw na 37°23'. Kiedy Słońce dojdzie w lunecie do horyzontu, krzyknij „hop” i podkręć śrubę o dalsze 5' (37°28'). W ten sposób nie musisz liczyć średniej arytmetycznej z 3 wysokości. Średnią jest drugi pomiar czyli 37°23'. Liczysz tylko średni z trzech czasów. Przy dokładnym pomiarze różnica czasowa między 1 i 2 pomiarem powinna być identyczna, jak między 2 i 3. Jeśli tak – to za średni bierzesz czas drugiego pomiaru.
3. Przy dużym zafalowaniu, wejdź z sekstantem możliwie najwyżej, żeby nie wziąć którejs z fal za widnokrąg.
4. Przy bardzo dużym zafalowaniu, kiedy jacht tłucze kadłubem o fale, a ty okiem o lunetę, **odkręć lunetę i zostaw ją w skrzynce**. Pomiary rób „z wolnej ręki”. To samo dotyczy obserwacji gwiazd i planet w nocy. Luneta tylko przeszkadza. Ciekawostka: żaden znany mi podręcznik astro nie podaje, po co jest w sekstancie luneta. Odpowiedź – jest to urządzenie dla krótkowidzów, żeby bez okularów mogli zobaczyć horyzont.
5. Do poprawienia zmierzonej wysokości możesz używać np. polskich tablic nawigacyjnych TN-74, ale wtedy rób to konsekwentnie. Albo wszystkie poprawki z Almanachu, albo wszystkie z TN-74. Wzięcie np. poprawki na wysokość oka z TN-74, a poprawki na krawędź z RA daje w sumie bzdurę, bo w obu systemach punkty zerowe są gdzie indziej.
6. Jeśli jesteś na półkuli wschodniej, pamiętaj, że długość geograficzną trzeba dodać do GHA.
7. Jeśli robisz astro na półkuli północnej po 23 września, a przed 21 marca pamiętaj,

aby do HD 605 wchodzić na prawą stronę (contrary name). Przy Księżycu, planetach i gwiazdach sprawdzaj za każdym razem, czy deklinacja jest północna czy południowa. (Są odpowiednie literki N lub S).

8. **UWAGA! Pułapka na początkujących!** Jeśli jesteś daleko na zachód od Greenwich, a Słońce złapałeś tuż po kulminacji na południku Greenwich, możesz otrzymać np. taki wynik:

$$\begin{array}{r} \text{GHA} = 6^{\circ}37,5' \\ - \lambda = 34^{\circ}37,5' \\ \hline \end{array}$$

Rezultat: LHA wychodzi ujemny, co z definicji jest niemożliwe.

Rozwiązanie: w takim przypadku do GHA dodaj 360° . Otrzymasz $366^{\circ}-34^{\circ}=332^{\circ}$.

Sprawdź:

Słońce jest tuż po kulminacji w Greenwich więc GHA jest mały, ale przed kulminacją u Ciebie, więc LHA zbliża się do 360° .

9. Staraj się przyjąć jakąś stałą zasadę zapisywania pomiarów i obliczeń. Po kilkunastu przykładach nie będziesz już musiał pisać oznaczeń przy poszczególnych liczbach, bo miejsce na kartce, w którym wpisana jest dana liczba, określa co to za liczba.

Spróbuj to, co obliczyłeś dotąd zapisać wg schematu:

Czas					Wysokość	
GHA	Dec.			+poprawki		
LHA				wysokość sekstantu		
	Hc	d	z			
	popr.					
	h_c					
	h_s					
	Δh					

Na liczbach wygląda to tak:

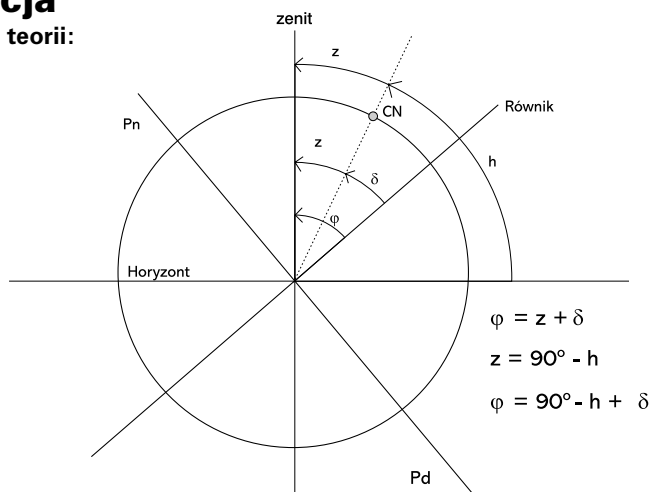
$10^h 06^m 29^s$

$328^{\circ}51,2'$	N	$14^{\circ}15,4'$	/0,8/	
$+ 1^{\circ}37,3'$		$- 0,1'$		
<hr/>		<hr/>		
$330^{\circ}28,5'$		$14^{\circ}15,3'$		$43^{\circ}36,4'$
$-10^{\circ}28,5'$				<hr/>
<hr/>				$43^{\circ}36,6'$
320°	$43^{\circ}08,7'$	$+47,8$	$121,3$	<hr/>
	$10,2'$			$-3,0'$
	<hr/>			<hr/>
	$2,0'$			$43^{\circ}33,6'$
	<hr/>			<hr/>
	$43^{\circ}20,9'$			$-3,3'$
	$-43^{\circ}45,3'$			<hr/>
	<hr/>			$43^{\circ}30,3'$
	$-24,4'$			<hr/>
				$+15,0'$
				<hr/>
				$43^{\circ}45,3'$

Jak widać do jednej linii pozycyjnej nie trzeba płachty papieru!

Kulminacja

1. Cała dawka teorii:



2. Cała praktyka:

Jest 14.08.1980, miejsce jak w przykładzie poprzednim.

a) Oblicz czas kulminacji: wejdź do RA w rubrykę SUN Mer. Pass. i odczytaj $12^h 05^m$.

Godzina ta, podobnie jak cały RA odnosi się do GMT

b) Otwórz RA na pierwszej żółtej stronie (Conversion of arc to time), wejdź tam swoją przybliżoną długością (10°).

Odczytaj $0^h 40^m$.

c) Dodaj to wg wzoru GMT-($\pm\lambda$). Otrzymujesz:

$$\begin{array}{r} 12^h 05^m \\ + 0^h 40^m \\ \hline 12^h 45^m \end{array}$$

o tej godzinie (GMT) Słońce będzie kulminowało na twoim południku.

d) Złap wysokość sekstantem. Otrzymałeś $57^\circ 23,1'$ (dolna krawędź).

e) popraw wysokość:

$$\begin{array}{r} 57^\circ 23,1' \\ + 0,1' \quad (z \text{ certyfikatu}) \\ \hline 57^\circ 23,2' \\ - 3,0 \quad (błąd indeksu) \\ \hline 57^\circ 20,2' \\ - 3,3 \quad (wysokość oka) \\ \hline 57^\circ 16,9' \\ + 15,3 \quad (dolna krawędź) \\ \hline h_s = 57^\circ 32,2' \end{array}$$

f) oblicz deklinację: z RA godz. 1200 – N $14^\circ 13,8'$

godz. 1300 – N $14^\circ 13,0'$

Interpoluj w pamięci: na godz. 1245 : Dec. = $14^\circ 13,2'$

g) oblicz: $\varphi = 90 - h + \delta = 90^\circ - 57^\circ 32,2' + 14^\circ 13,2' = 46^\circ 41'$.

h) szerokość tę wykreśl na mapie!

Uwaga! Z azymutem nie ma kłopotu, bo jest on oczywisty: 180° lub 0° , jeśli Słońce kulminuje na północ od ciebie.

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. 20^h 42^m 15^s
 Zmierzyłeś dolną krawędź Księżyca: $h=27^{\circ}45,0'$

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'		Dec. = S 19°31,7'
10°04,9'	(popr. na 42 ^m 15 ^s)	<u>-1,0</u>
<u>+ 5,3</u>	(popr. na v)	Dec. = S 19°30,7'
GHA = 354°31,3'		

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 $LHA = GHA \pm \lambda$. Wejść 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'

$c_j - 3,0'$

27°42,3'

$k - 3,3'$

27°39,0'

(Do rubryki DIP wchodzisz wysokością oka = 3,5m)

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:

$$\begin{array}{r} 27^{\circ}39,0' \\ 59,9' \\ \hline 5,2' \\ \hline h = 28^{\circ}44,1' \end{array}$$

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:

- Przez kilka dni w miesiącu możesz robić jednocześnie dwie linie pozycyjne na Słońce i Księżyc, więc od razu masz wówczas pozycję fix.
- 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.
- Z Księżycu 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:

- Dochodzi poprawka v do GHA. Jest ona na samym dole kolumny GHA danej planety.

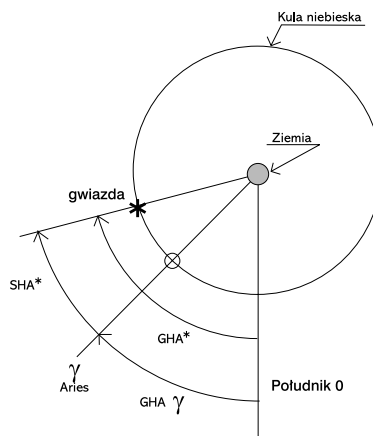
Uwaga! Przy Wenus poprawka ta jest w niektórych okresach ujemna. Wówczas trzeba ją odjąć (dodać algebraicznie ze znakiem ujemnym).

- Poprawkę na wysokość bierzesz z rubryki „Stars and planets” na sztywnej wkładce. Poprawka ta jest zawsze ujemna.
- W przypadku Wenus – uwzględniasz dodatkową poprawkę (Additional corrⁿ) 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 topologicznie:



- 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.
- 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).
- Z tego wynika, że: $GHA^* = GHA_{\gamma} + SHA^*$ czyli $GHA \text{ gwiazdy} = GHA \text{ Aries} + SHA \text{ tej gwiazdy}$ (patrz rysunek)

Przykład:

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

Obliczasz:

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

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**.

Gwiazda Polarna

Ze zmierzonej wysokości Gwiazdy Polarnej możesz otrzymać swoją szerokość:

- Zmierz wysokość i popraw ją o:
 - c_c – z certyfikatu
 - c_j – z sekstantu
 - c_k – z wkładki, rubryka „Stars and Planets“
 otrzymasz prawdziwą wysokość h_0 Gwiazdy Polarnej.
- Otwórz RA na stronie danego dnia i oblicz GHA Aries na daną godzinę.
- Popraw to o minuty i sekundy („yellow pages“).
- Odejmij (lub dodaj) swoją długość geograficzną. Otrzymasz $LHA_{\gamma} = GHA_{\gamma} \pm \lambda$
- Otwórz RA na str. 274-276. Nazywają się one „Polar Tables“. Na dole str. 275 masz instrukcję obsługi.
- Jeśli jesteś o 1 punkt inteligentniejszy od szympansa i znasz parę słów po angielsku – dasz sobie radę.
- Jeśli spełniasz tylko pierwszy warunek – wyjaśnienie:
 - Data: 21 kwietnia 1980, Czas: 23^h 18^m 56^s GMT, $\lambda = 37^{\circ}14'W$
 Zmierzona i poprawiona wysokość Polaris = 49°31,6'

Ze stron dziennych:

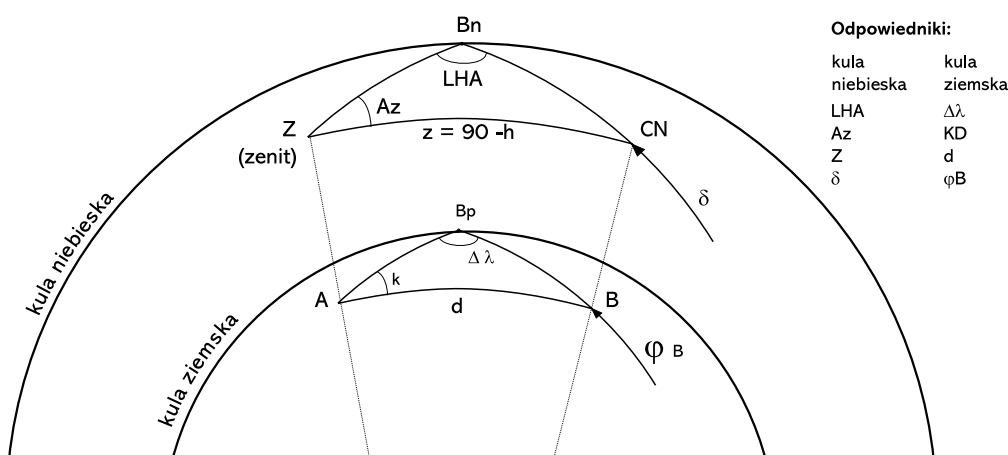
$$\begin{array}{rcl}
 \text{GHA Aries (23}^h) & = & 195^\circ 09,8' \\
 \text{poprawki (18}^m 56^s) & + & 4^\circ 44,8' \\
 \hline
 \text{Długość} & & - 37^\circ 14,0' \\
 \hline
 \text{LHA} & = & 162^\circ 41,0'
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 h_0 & = & 49^\circ 31,6' \quad (\text{z sekstantu + poprawki } c_\sigma, c_\rho, c_k) \\
 +a_0 & = & 1^\circ 30,6' \quad (\text{poprawka na LHA } \gamma \text{ interpolowana między } 162^\circ \text{ i } 163^\circ) \\
 +a_1 & = & 0,6' \quad (\text{poprawka na szerokość } \varphi=50^\circ) \\
 +a_2 & = & 0,9' \quad (\text{poprawka na miesiąc}) \\
 \hline
 & = & 51^\circ 03,7' \\
 - 1^\circ & & (\text{zawsze od wyniku odejmujesz jeden stopień, bo taka jego uroda}) \\
 \hline
 & = & 50^\circ 03,7'
 \end{array}$$

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

Żegluga po ortodromie

- Obliczanie ortodromy (great circle) jest rzeczą niesłychanie skomplikowaną. Dla żeglarzy równie skomplikowaną, co niepotrzebną.
- Ortodroma składa się z elementów:
 - początkowy kąt drogi
 - odległość ortodromiczna
 - wierzchołek ortodromy
 - punkty zwrotne
 - końcowy kąt drogi
- Teoria – jeśli cię nudzi, nie czytaj, bo nie jest niezbędna.



Odpowiedniki:

kula niebieska	kula ziemska
LHA	$\Delta\lambda$
Az	KD
Z	d
δ	φ_B

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) $\varphi_A=46^\circ\text{N}$ $\lambda_A=53^\circ\text{W}$

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

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

Jest to odpowiednik LHA.

Otwórz H Δ 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: $H_c=58^\circ37'$ $z=67,1$

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

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

$$\begin{array}{r} 90^\circ00' = 89^\circ60' \\ - 58^\circ37' \\ \hline 31^\circ23' \end{array}$$

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

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

Krótką ściągawką:

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

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

$$\varphi = \varphi_A$$

Uwaga: Jeśli twoja szerokość wynosi np. 46°14', a szerokość punktu B=6°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**.

Postówie:

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

BEZPŁATNY DODATEK DO MIESIĘCZNIKA REJS 11/12 – 2001

Rejs

MAGAZYN ŻEGLARZY I MOTOROWODNIKÓW

www.rejs.waw.pl

Adres redakcji: ul. Św. Wincentego 85, 03-291 Warszawa,

tel.: (022) 675 20 30, fax: (022) 675 89 45

e-mail: rejs@rejs.waw.pl

Fotografia na okładce: archiwum Ryszarda Konkolskiego

Druk: Maxi Graf s.c. Warszawa, tel.: (022) 675 20 30; **Projekt graficzny i DTP:** Marcin Chuderski