

1. Wstępne wiadomości z astronomii

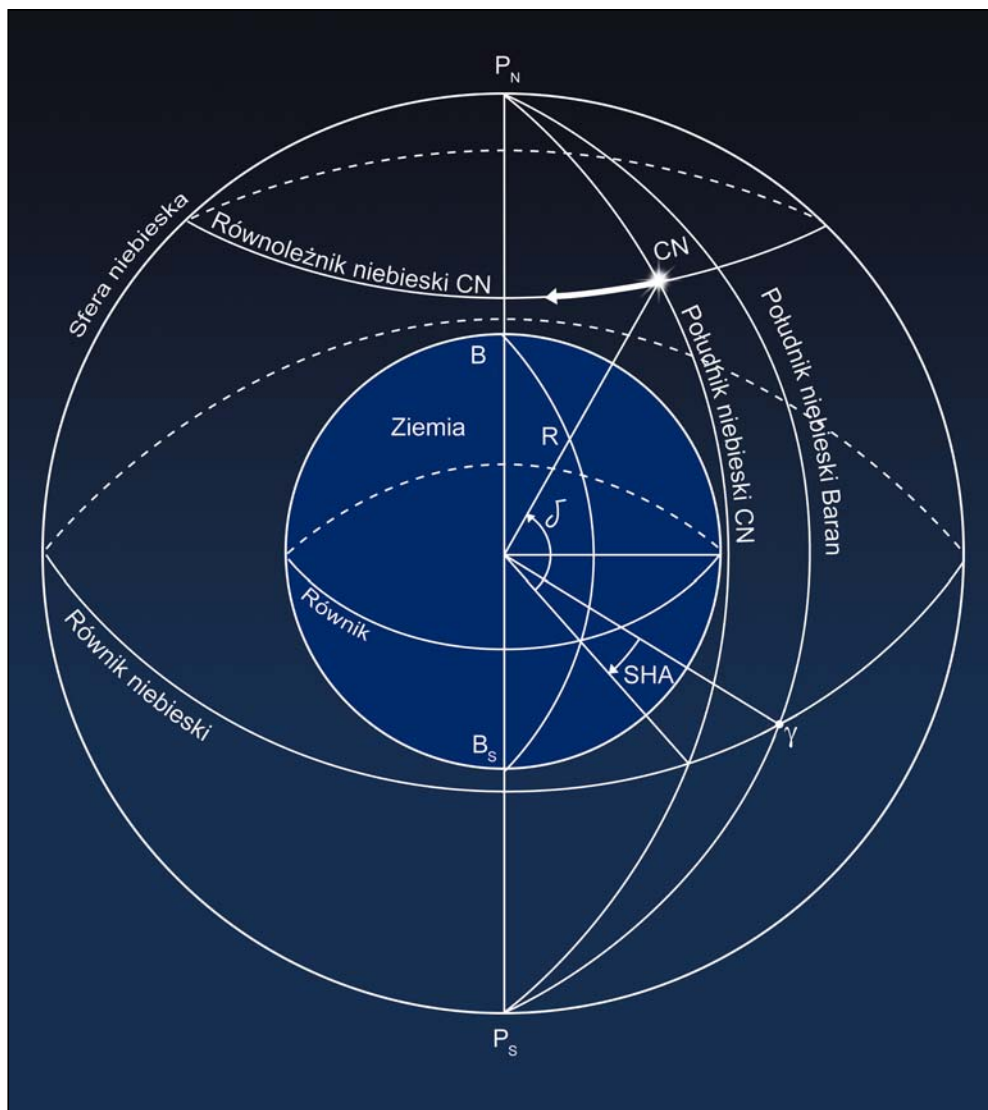
Treścią niniejszego rozdziału jest przypomnienie pewnych podstawowych wiadomości, które nie powinny być obce żadnemu maturzyście, a będą przydatne żeglarzowi interesującemu się astronawigacją. Zaczniemy od przewrotnej propozycji. Nie zapominając o odkryciu Kopernika i zdając sobie sprawę z tego, że obserwowany przez nas ruch **ciał niebieskich** jest pozorny, bo wywołany dobowym obrotem kuli ziemskiej oraz jej rocznym obiegiem wokół Słońca, weźmy pod uwagę względność wszelkiego ruchu i powróćmy do geocentrycznej teorii Ptolemeusza. Według niej w centrum wszechświata znajduje się nieruchoma Ziemia, wokół której krążą Słońce, Księżyc, planety i gwiazdy, czyli ciała niebieskie. To niczego w naszych obliczeniach pozycji nie zmieni, a będzie wygodniejsze w rozpatrywaniu wielu astronomicznych zjawisk.

A zatem kiedy obserwujemy obraz nieba z dowolnego punktu kuli ziemskiej, wydaje się nam, że wszystkie widoczne gwiazdy są od nas jednakowo odległe i znajdują się na powierzchni **sfery lub kuli niebieskiej**, która obraca się wraz z gwiazdami wokół **osi świata**. Oś świata jest przedłużeniem osi Ziemi łączącej bieguny ziemskie północny B_N i południowy B_S i przecina sferę niebieską w punktach będących jej biegunami północnym P_N i południowym P_S . Położenie ciał niebieskich na powierzchni sfery niebieskiej można określić, korzystając z jednego z dwóch układów współrzędnych: równikowego i horyzontalnego.

1.1. Układ równikowy

Układ równikowy (rys. 1.1) odwzorowuje ziemski układ równoleżników i południków. Można go sobie wyobrazić w postaci siatki równoleżników i południków, nazwijmy je **niebieskimi**, jaka powstałaby na powierzchni sfery niebieskiej w wyniku umieszczenia w środku kuli ziemskiej punktowego źródła światła i rzutowania cieni równoleżników i południków oraz biegunów Ziemi na powierzchnię sfery niebieskiej. Południki niebieskie są też nazywane **kołami godzinnymi**. Zatem układ równikowy jest powiększonym obrazem ziemskiej siatki równoleżników i południków, ale zachowującym te same wymiary kątowe. Współrzędne ciała niebieskiego w układzie równikowym są analogiczne do ziemskich pojęć szerokości i długości geograficznej. Tworzą je:

– **Deklinacja δ ciała niebieskiego**, czyli kąt między płaszczyzną równika a kierunkiem na ciało niebieskie lub odpowiadający mu łuk na powierzchni



Rys. 1.1. Układ równikowy

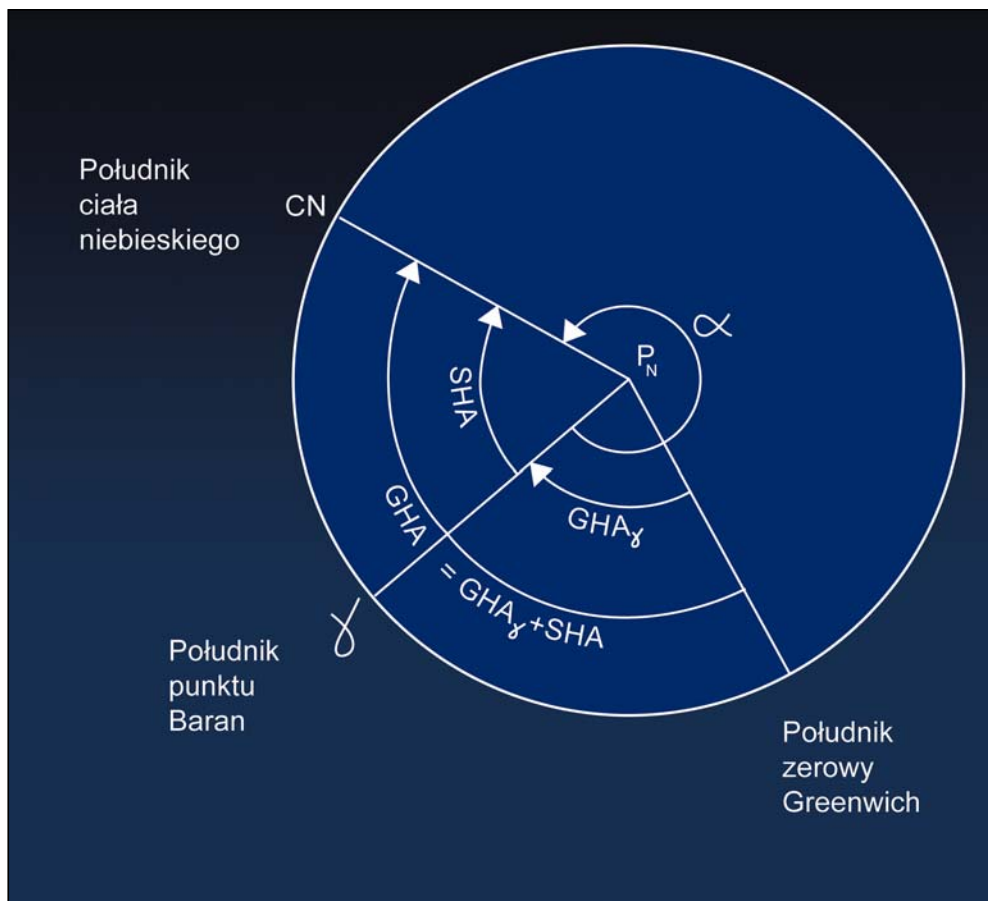
Ziemi między równikiem a rzutem R ciała niebieskiego C_N na powierzchnię Ziemi. Deklinację mierzy się od równika do $+90^\circ$ (deklinacja północna N) lub do -90° (deklinacja południowa S). Jest to więc „szerokość geograficzna” ciała niebieskiego. Deklinację danego ciała niebieskiego dla określonego momentu czasowego odczytuje się z *Rocznika Astronomicznego*.

– **Rektascensja** α , czyli kąt między południkiem niebieskim Barana, czyli tzw. punktem wiosennym (będzie o nim mowa dalej), który tworzy zerowy punkt współrzędnej „długości geograficznej” ciała niebieskiego, a południkiem tego

ciała, liczony od zera do 360° w kierunku wschodnim (rys. 1.2). Zamiast rektascensji roczniki astronomiczne (morskie dla marynarzy) podają gwiazdowy kąt godzinny *SHA* (*Sideral Hour Angle*) równy

$$SHA = 360^\circ - \alpha \quad (1.1)$$

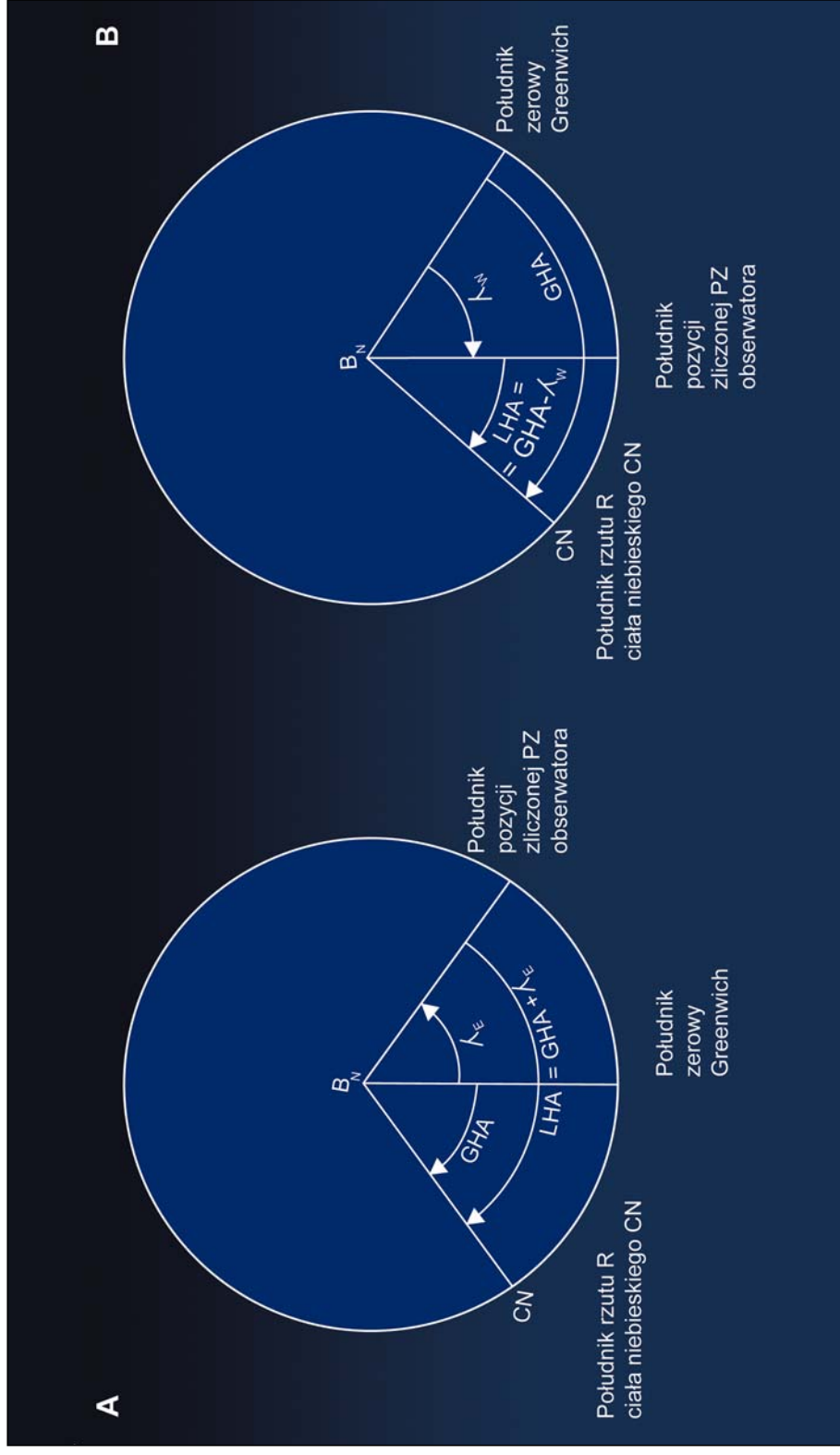
i liczony od zera do 360° w kierunku zachodnim.



Rys. 1.2. Rektascensja α oraz ilustracja zależności $GHA = GHA_\gamma + SHA$ między gryniczowskim kątem czasowym GHA , gryniczowskim kątem Barana GHA_γ i gwiazdowym kątem godzinnym $SHA = 360^\circ - \alpha$.

Wykorzystanie układu równikowego do wyznaczenia pozycji metodami astronawigacyjnymi wymaga poznania jeszcze następujących pojęć:

– **Gryniczowski kąt godzinny GHA** (*Greenwich Hour Angle*), czyli kąt między płaszczyzną południka zerowego a płaszczyzną południka ciała niebieskiego. Czyli GHA jest długością geograficzną rzutu R ciała niebieskiego na



Rys. 1.3. Ilustracja zależności $LHA = GHA \pm \lambda$ między miejscowym kątem czasowym LHA a gryniczowym GHA oraz długością geograficzną obserwatora

powierzchnię Ziemi, liczoną w systemie okrężnym od 0 do 360° w kierunku zachodnim. Wartość GHA Słońca, Księżyca i planet odczytuje się dla określonego momentu czasowego z *Rocznika Astronomicznego*. Podawanie wartości GHA w każdym momencie doby dla każdej z kilkudziesięciu przydatnych w nawigacji gwiazd (tzw. gwiazd nawigacyjnych) zwielokrotniłoby objętość *Rocznika*. Aby tego uniknąć, podaje się tylko gryniczowski kąt godzinny Barana (GHA_{γ}) oraz gwiazdowy kąt godzinny SHA każdej gwiazdy nawigacyjnej.

– **Gwiazdowy kąt godzinny SHA (Sideral Hour Angle)** jest to kąt między płaszczyzną południka danego ciała niebieskiego, np. gwiazdy, a płaszczyzną południka punktu wiosennego Barana, reprezentujący stałe przesunięcie kątowe gwiazdy względem punktu Barana. Dodając zatem do gryniczowskiego kąta godzinnego Barana GHA_{γ} gwiazdowy kąt godzinny SHA danej gwiazdy, otrzymuje się jej gryniczowski kąt godzinny GHA_G

$$GHA_G = GHA_{\gamma} + SHA \quad (1.2)$$

– **Miejscowy kąt godzinny LHA (Local Hour Angle)**, czyli kąt między płaszczyzną południka rzutu R ciała niebieskiego a płaszczyzną południka pozycji zliczonej PZ . Miejscowy kąt godzinny LHA wiąże z gryniczowskim kątem godzinnym GHA następująca zależność

$$LHA = GHA + (\pm \lambda) \quad (1.3)$$

przy czym znak plus obowiązuje dla długości λ wschodniej, a minus dla zachodniej. LHA liczy się w systemie okrężnym 0 – 360° od południka rzutu ciała niebieskiego w kierunku zachodnim (rys. 1.3).

Gdyby wynik obliczeń uzyskanych ze wzorów (1.2) lub (1.3) był większy od 360°, należy od niego odjąć 360°, a gdyby był ujemny, należy do wyniku dodać 360°.

1.2. Układ horyzontalny

Układ horyzontalny jest związany z linią pionu, czyli kierunkiem działania siły grawitacji, w miejscu, w którym znajduje się obserwator (rys. 1.4). Przedłużenie linii pionu przechodzącej przez obserwatora i środek Ziemi przecina sferę niebieską w dwóch punktach: górny, nad głową obserwatora, jest zwany **zenitem**, a dolny **nadirem**. Przechodząca przez oko obserwatora płaszczyzna prostopadła do linii pionu nazywa się **horyzontem obserwatora** albo **horyzontem pozornym**. Płaszczyzna równoległa do niej, ale przechodząca przez środek Ziemi, to **horyzont astronomiczny** albo **horyzont prawdziwy**. Koło wielkie przechodzące przez zenit, nadir oraz obydwa bieguny niebieskie P_N i P_S jest zwane **południkiem miejscowym**. Jest ono rzutem na sferę niebieską ziemskiego południka obserwatora. Współrzędnymi określającymi położenie ciała niebieskiego w układzie horyzontalnym są: