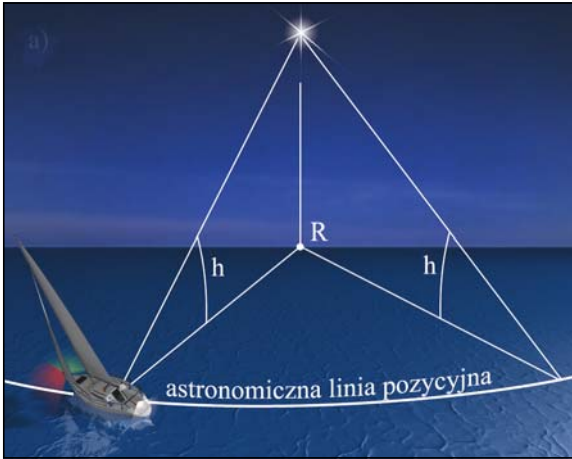


danych, m.in. zaczerpniętych z *Rocznika Astronomicznego*, a dotyczących danego ciała niebieskiego w chwili dokonywania pomiaru jego wysokości. Niestety, obliczenia prowadzące do wyznaczenia astronomicznej linii pozycyjnej są trochę bardziej skomplikowane niż przy wyznaczaniu linii pozycyjnej z wysokości latarni. Ci, którzy chcą wiedzieć jedynie tyle, ile potrzeba, aby



Linia pozycyjna z kąta pionowego

wyznaczyć pozycję ze Słońca czy gwiazd i nic więcej, mogą ograniczyć się do zamieszczonych w dalszej części podręcznika przykładów rachunkowych. Postępowanie zgodnie z przedstawionymi w tych przykładach algorytmami obliczeń pozwoli na osiągnięcie tego celu. Jednak tym, którzy szukają odpowiedzi nie tylko na pytanie „Jak się to robi?”, lecz również „Dlaczego tak, a nie inaczej?”, w zrozumieniu wielu metod i zjawisk pomoże następny rozdział, zawierający zarys uporządkowanych, najistotniejszych wiadomości teoretycznych, jak też odrobina teorii, jaką znajdziemy w kolejnych rozdziałach. Oplaca się uruchomić wyobraźnię i włożyć trochę wysiłku w zrozumienie tego, co robimy. A więc, jak mówili starożytni: *per aspera ad astra* (przez ciernie do gwiazd czyli przez trudy do sukcesu).

1. Wstępne wiadomości z astronomii

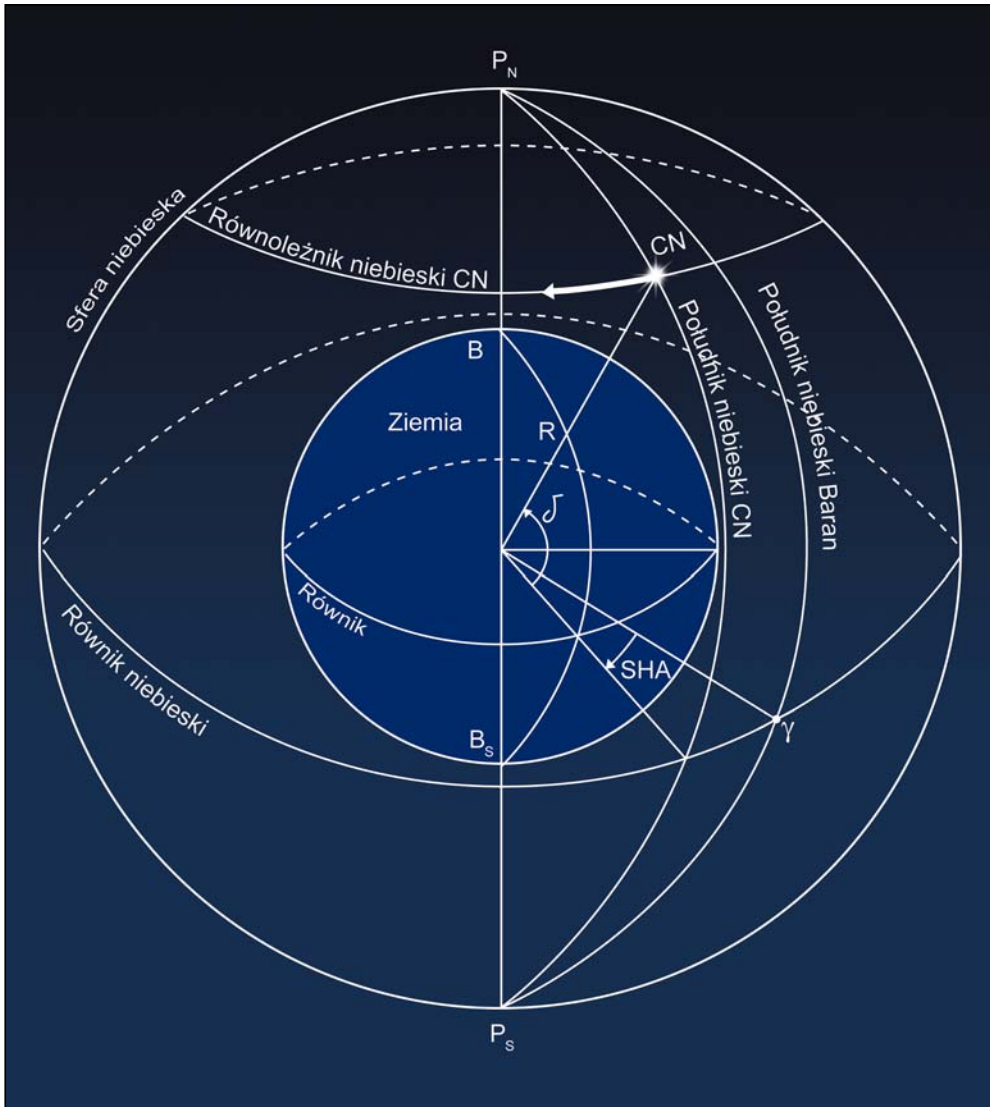
Treścią niniejszego rozdziału jest przypomnienie pewnych podstawowych wiadomości, które nie powinny być obce żadnemu maturzyście, a będą przydatne żeglarzowi interesującemu się astronawigacją. Zaczniemy od przewrotnej propozycji. Nie zapominając o odkryciu Kopernika i zdając sobie sprawę z tego, że obserwowany 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

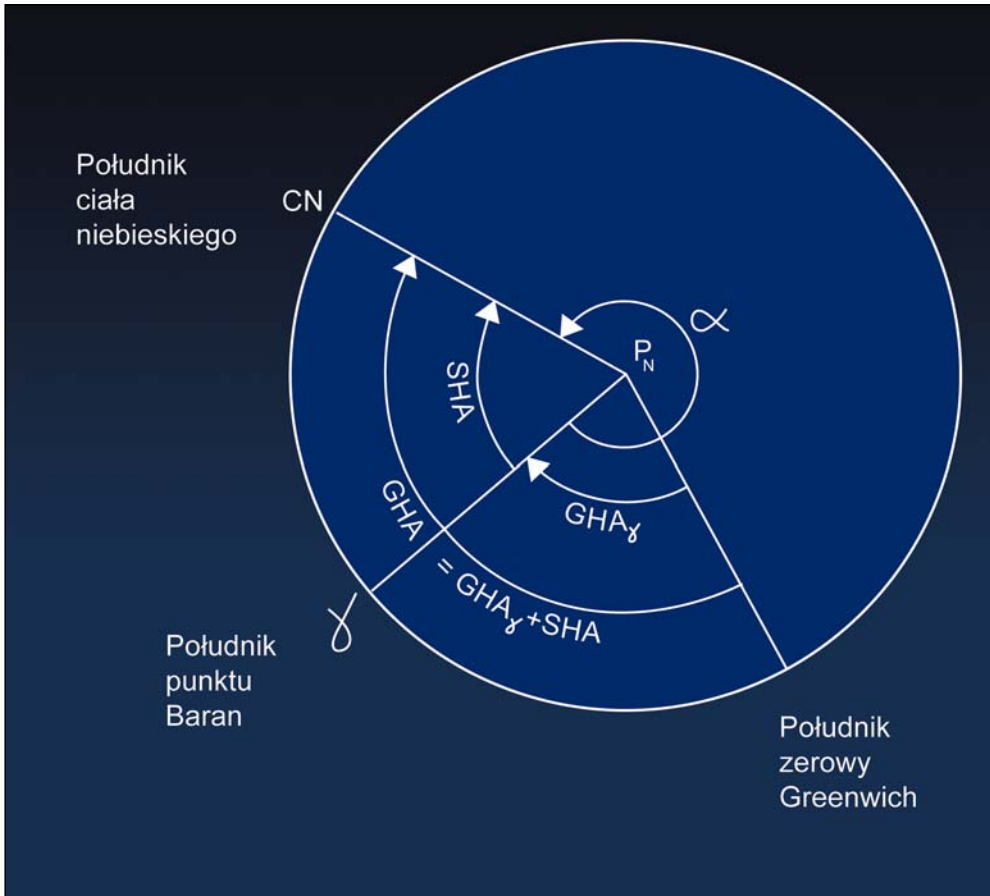
Ziemi między równikiem a rzutem R ciała niebieskiego C_N na powierzchnię Ziemi. Deklinację mierzy się od równika do $+90^\circ$ (deklinacja północna M) lub do -90° (deklinacja południowa S). Jest to więc „szerokość geograficzna” ciała niebieskiego. Deklinację danego ciała niebieskiego dla określonego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

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

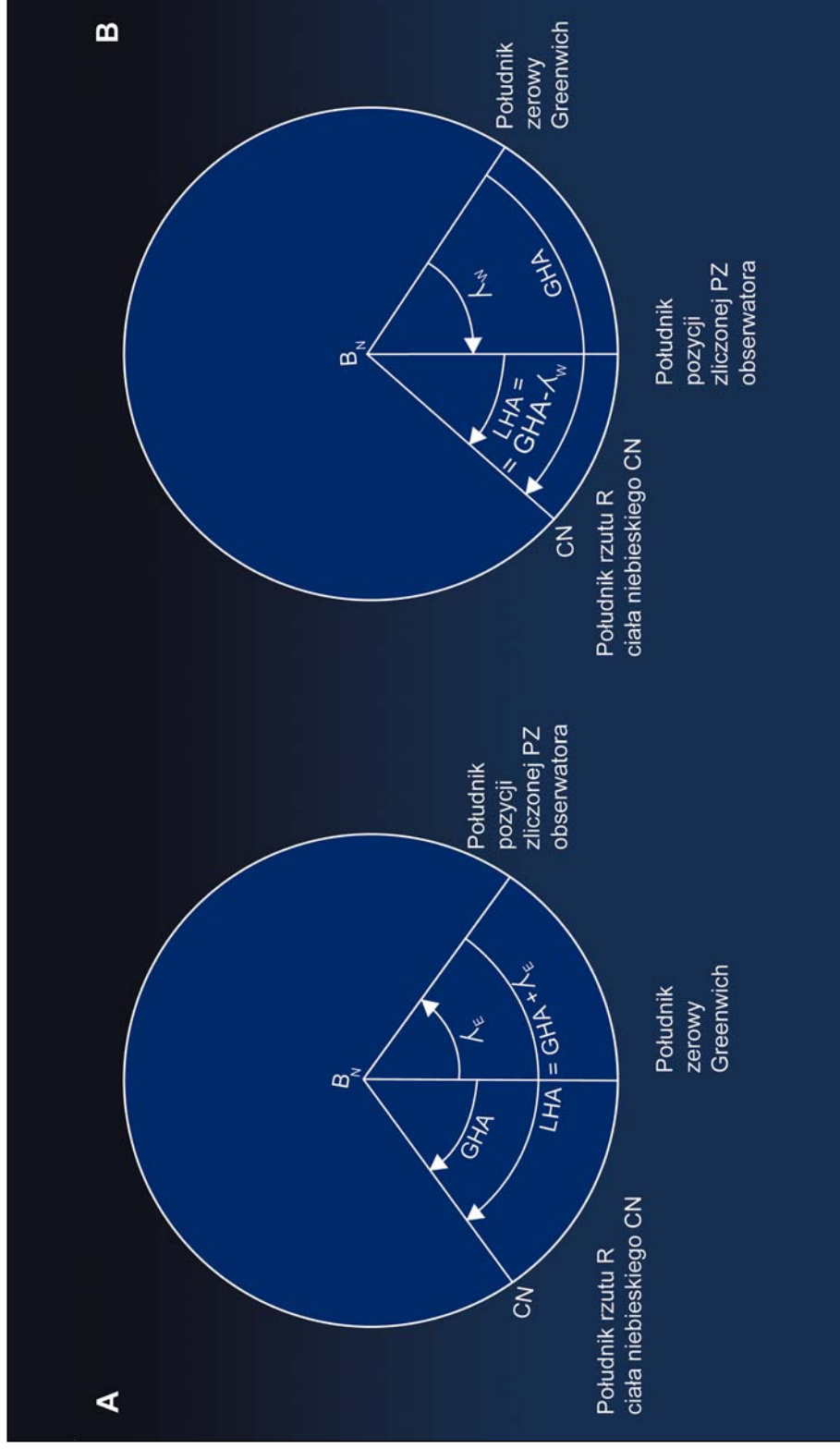
i liczony od zera do 360° w kierunku zachodnim.



Rys. 1.2. Rektascensja α oraz ilustracja zależności $GHA = GHA_\gamma + SHA$ między grynicyzowskim kątem czasowym GHA , grynicyzowskim 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:

– **Grynicyzowski 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 gryniczowskim kątem czasowym GHA oraz długością geograficzną obserwatora