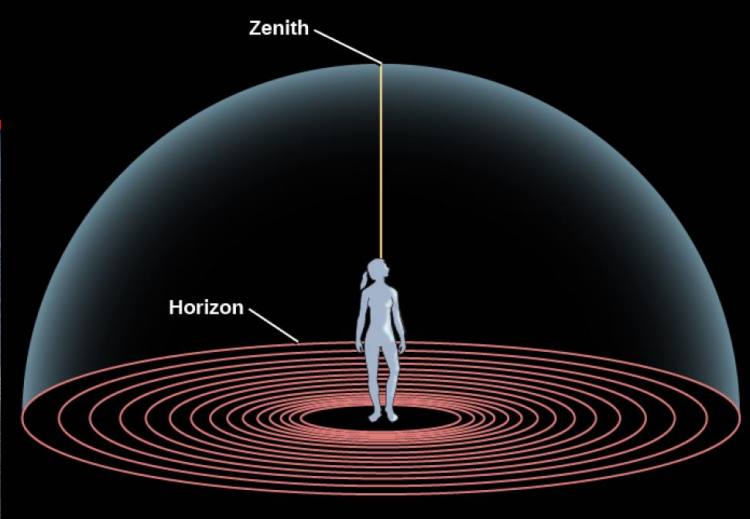
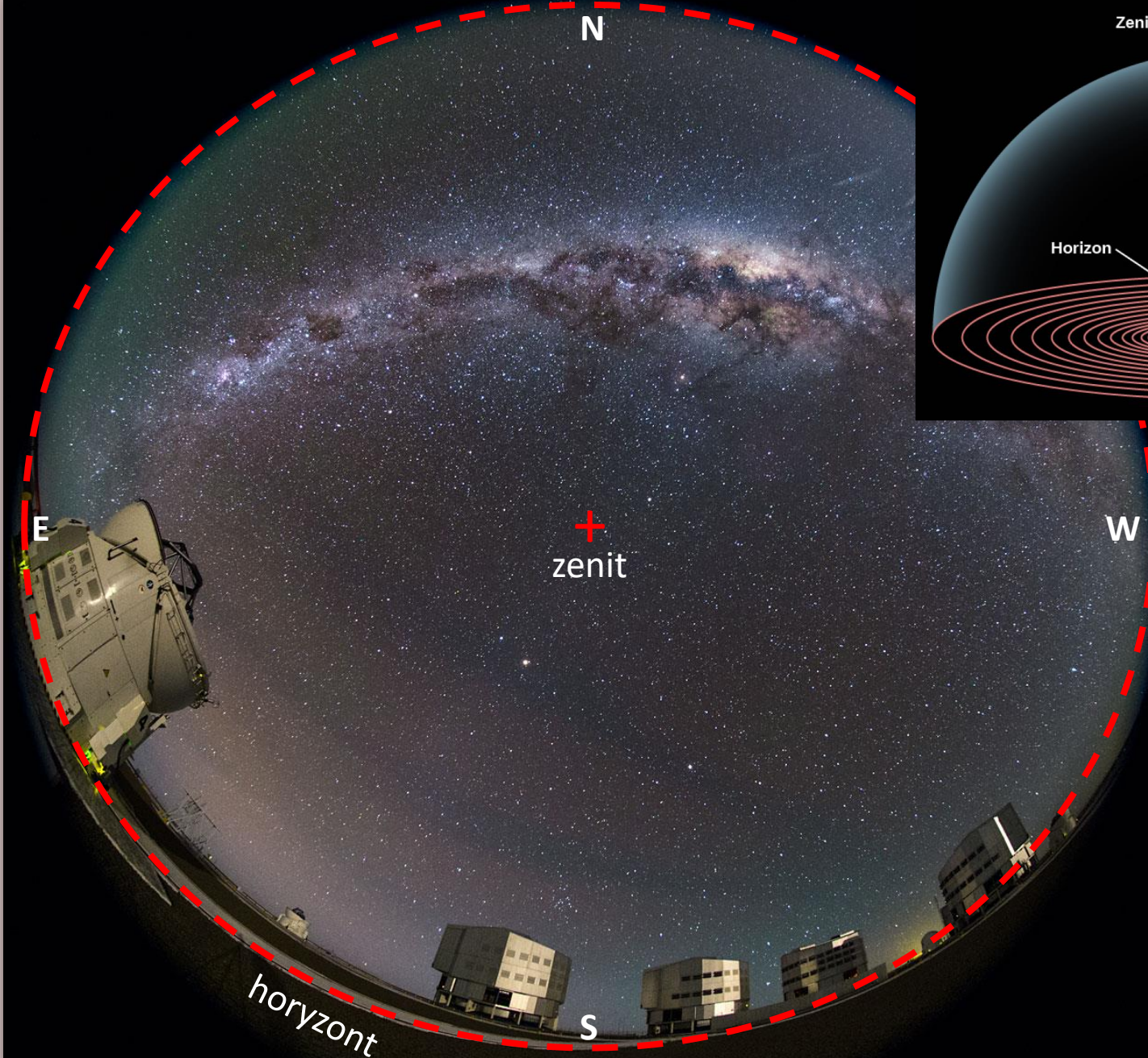


Podstawy Astronomii 1

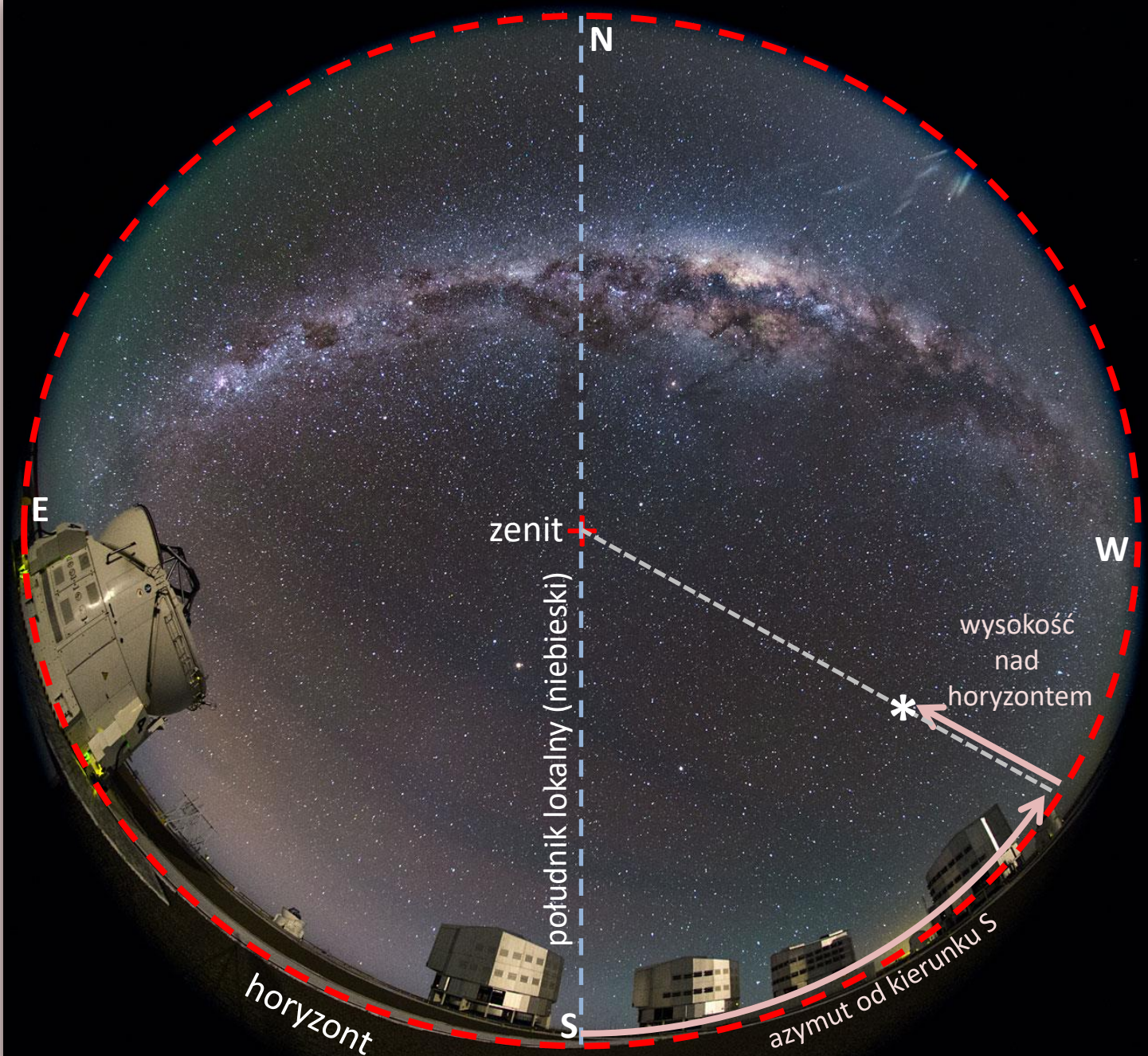
sfera niebieska



Niebo nad
obserwatorium Paranal
(widok allsky)



Niebo nad
obserwatorium Paranal
(widok allsky)



współrzędne
horizontalne
(rzut zenitalny)

sfera niebieska

Do wyrażania

- współrzędnych na niebie
- rozmiarów obiektów i odległości między nimi,
- pola widzenia,

wykorzystywana jest **miara kątowa wyrażona w stopniach (kątowych)**.

przykładowe kąty:

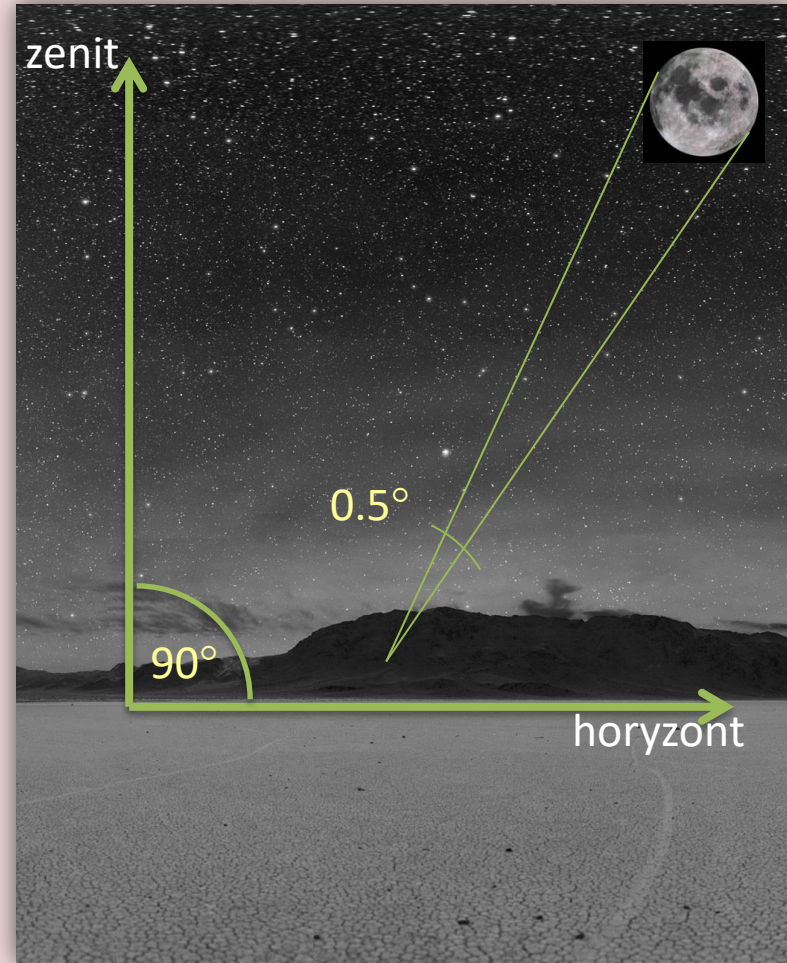
- dookoła horyzontu (pełny okrąg): 360°
- od horyzontu do zenitu (1/4 okręgu): 90°
- widomy rozmiar Słońca/Księżycy: $\approx 0.5^\circ$ ($\approx 30'$)

kąty mniejsze od 1° :

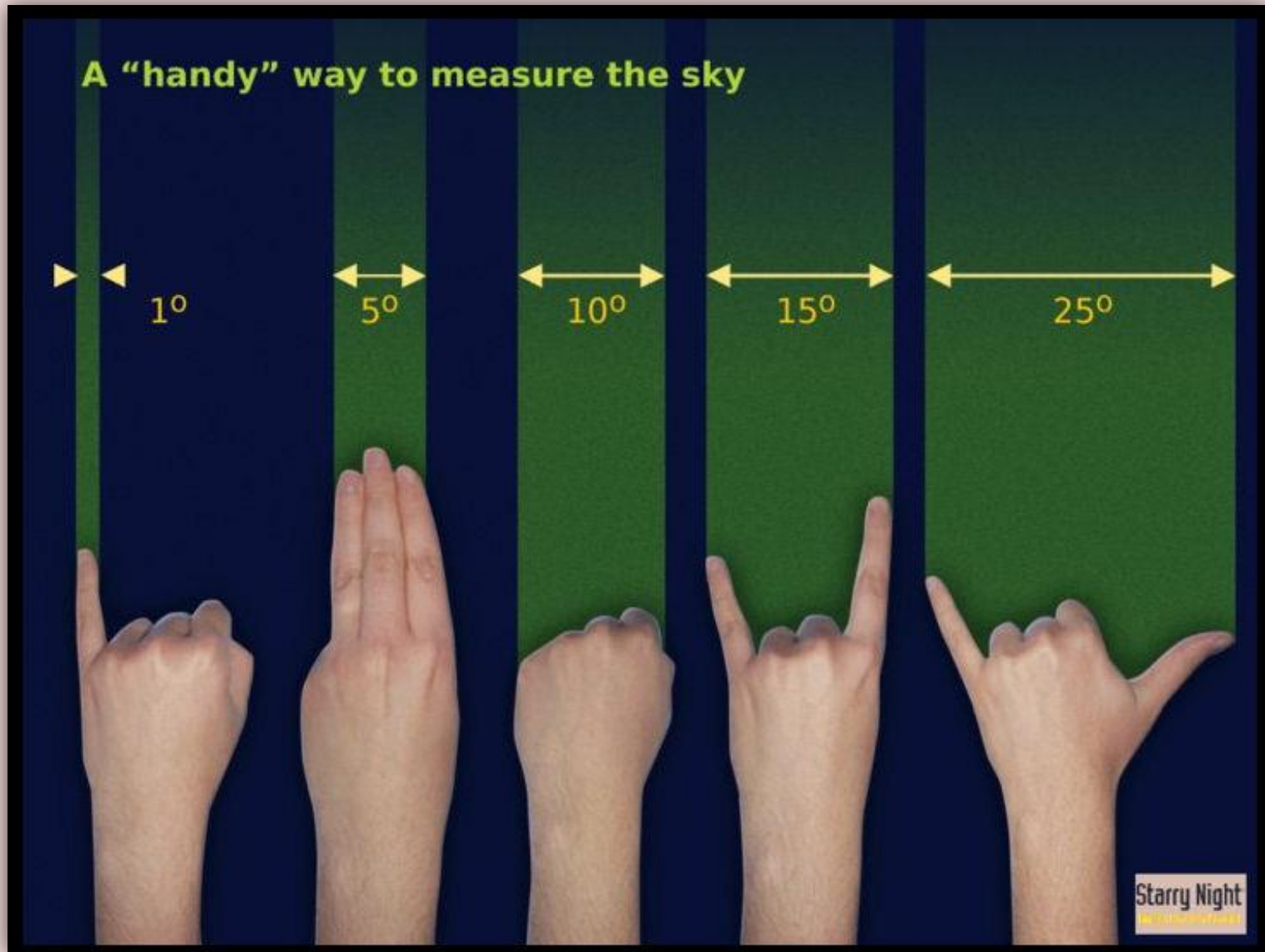
- minuta kątowa [$'$]: $1^\circ = 60'$ (arcmin)
- sekunda kątowa [$''$]: $1' = 60''$ (arcsec), $1^\circ = 3600''$

jak to sobie wyobrazić?

- 1° – to rozmiar kątowy człowieka z odległości 100 m
- $1'$ – to rozmiar kątowy człowieka z odległości 6 km
- $1''$ – to rozmiar kątowy człowieka z odległości 360 km

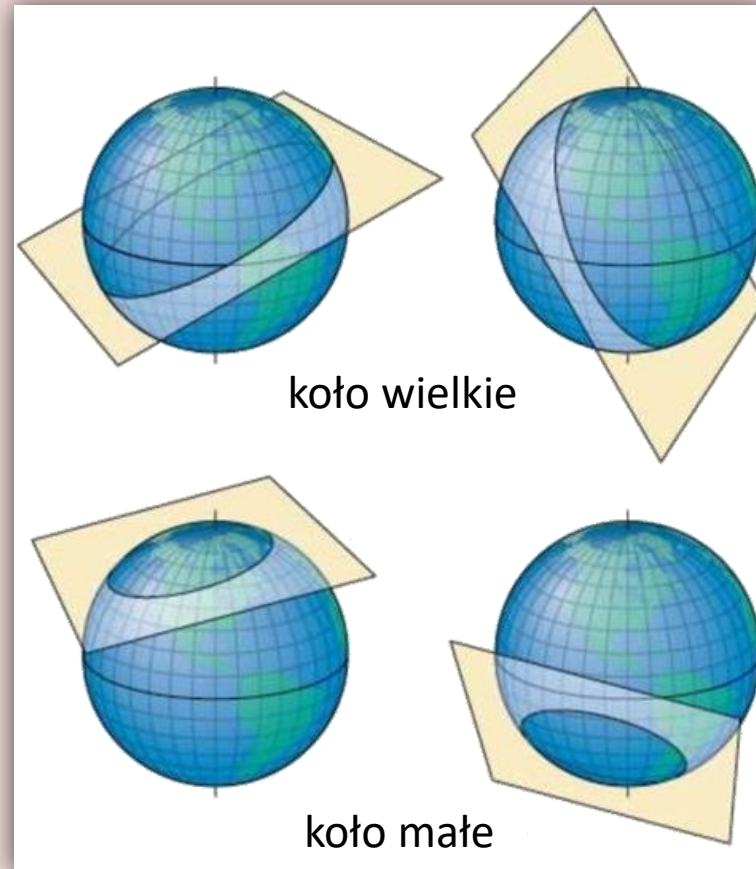


sfera niebieska



Przybliżony pomiar kątów na niebie za pomocą dłoni
(ręka całkowicie wyprostowana)

sfera niebieska



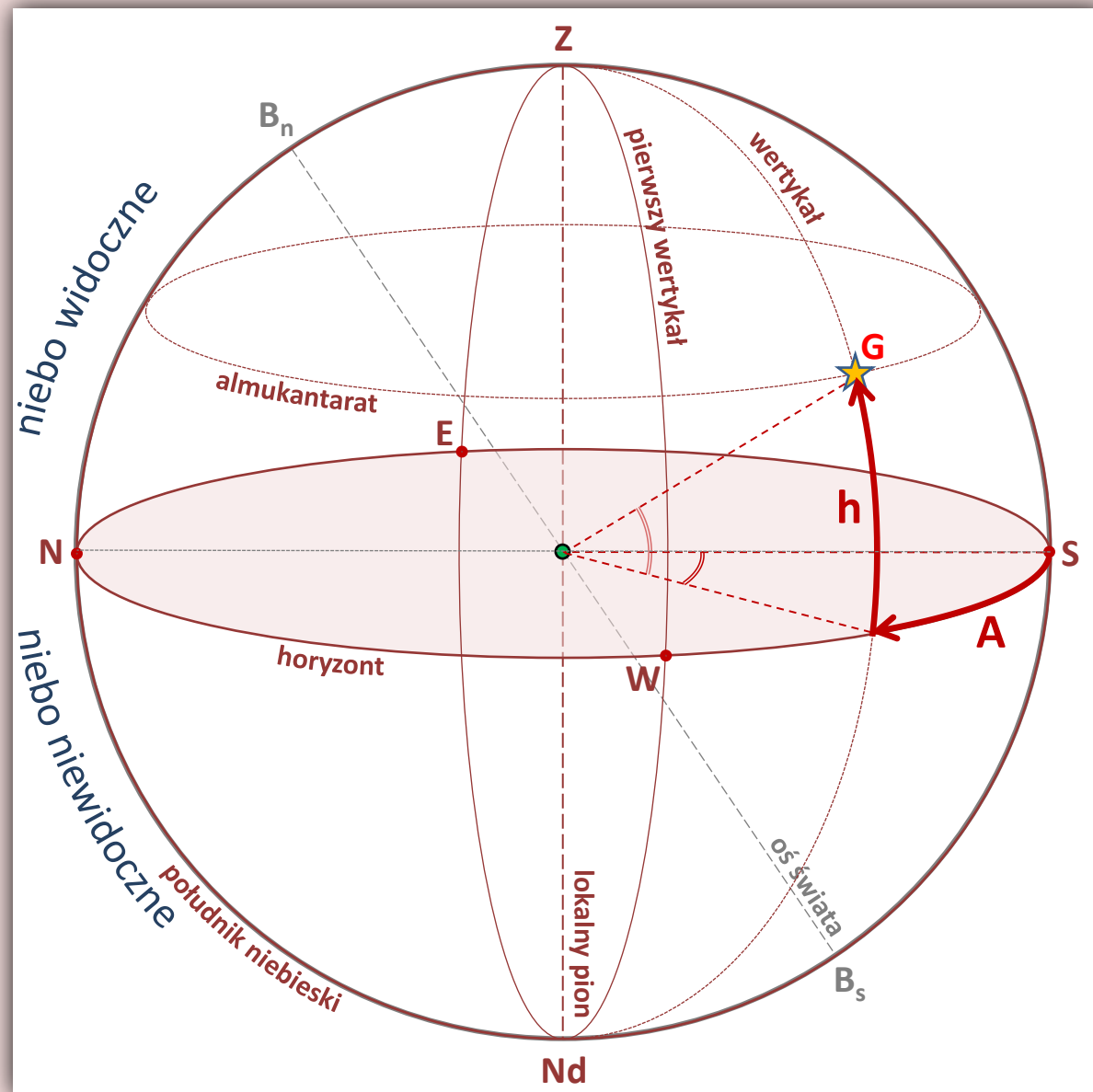
koło wielkie:

- zawiera środek sfery
- ma średnicę taką jak sfera

koła małe:

- nie zawiera środka sfery
- ma średnicę mniejszą niż sfera

sfera niebieska

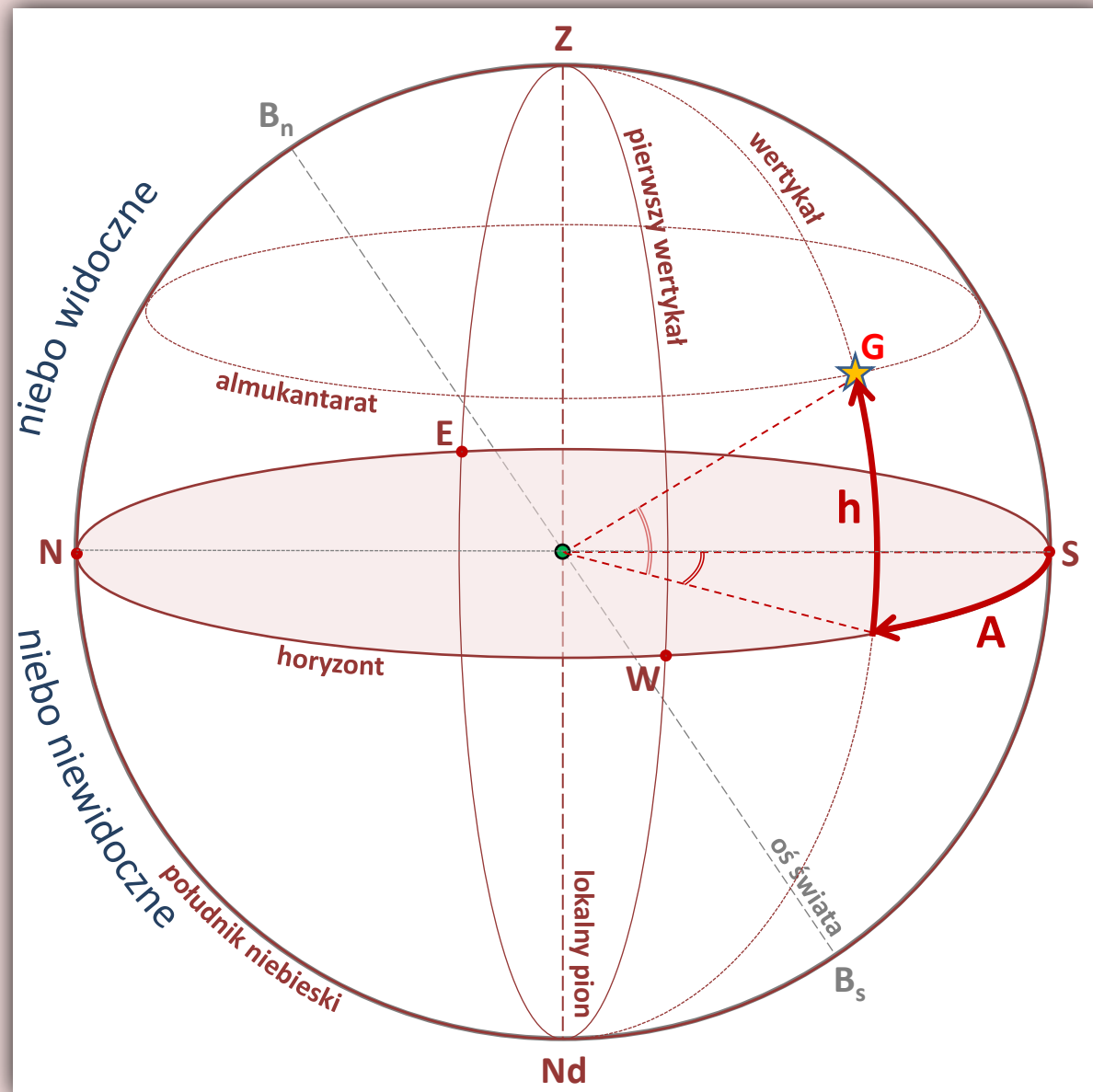


Elementy układu współrzędnych horyzontalnych:

- **lokalny pion** – oś główna układu (wyznacza **zenit (Z)** i **nadir (Nd)**)
- **horyzont** – koło podstawowe (wielkie) (płaszczyzna prostopadła do lokalnego pionu)
- **południk niebieski** – koło wielkie przechodzące przez punkty Z, Nd, N, S (półkoło przechodzące przez S jest półkołem początkowym układu)
- **wertykał** (koło wierzchołkowe) – dowolne koło wielkie przechodzące przez Z i Nd (prostopadłe do horyzontu)
- **pierwszy wertykał** – wertykał przechodzący przez punkty Z, Nd, E, W
- **almutantarat** – koło małe prostopadłe do lokalnego pionu („równoleżnik niebieski”)
- punkty **S, W, N, E** to **punkty kardynalne**

widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



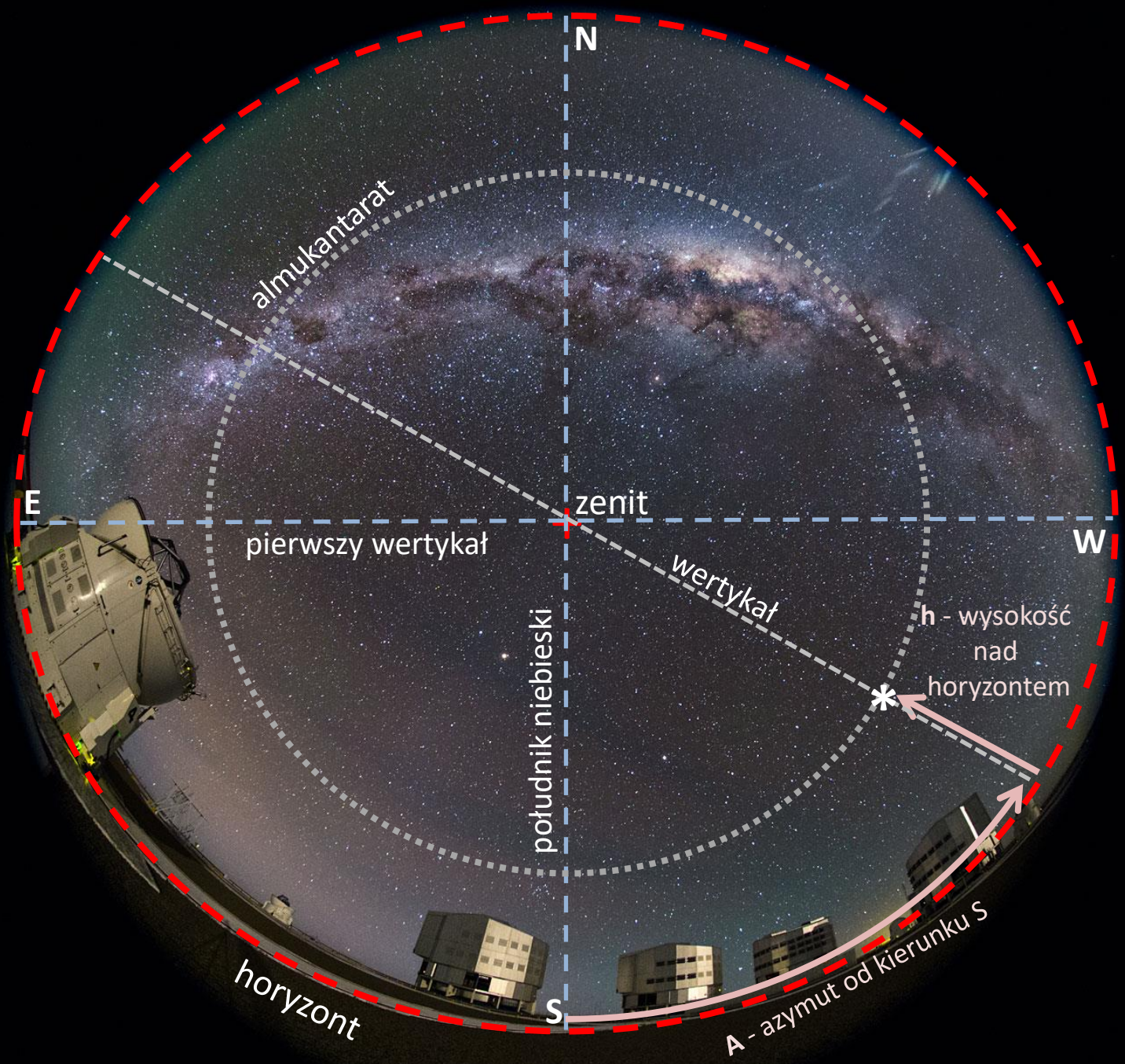
Współrzędne horyzontalne (**A**, **h**):

- **wysokość (h)** – kąt pomiędzy kierunkiem na obiekt a płaszczyzną horyzontu
- **azymut (A)** – kąt dwuścienny między półkolem południka niebieskiego przechodzącym przez S a półkolem wertykału przechodzącym przez obiekt
- odległość zenitalna ($z=90^\circ-h$)

Jak są liczone współrzędne?

- **h**: od 0° do $+90^\circ$ (nad horyzontem)
od 0° do -90° (pod horyzontem)
 $h = 0^\circ$ na horyzoncie
- **A**: od 0° do $+360^\circ$ (liczony od S w kierunku W) [azymut astronomiczny]
 $A=0^\circ$ na półkolu południka niebieskiego przechodzącym przez punkt S

widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●



współrzędne
 horizontalne
 (rzut zenitalny)

sfera niebieska

współrzędne geograficzne:

- południki i południk 0°
- równoleżniki i równik



współrzędne horyzontalne:

- wertykały i południk niebieski
- almukantaraty i horyzont

sfera niebieska

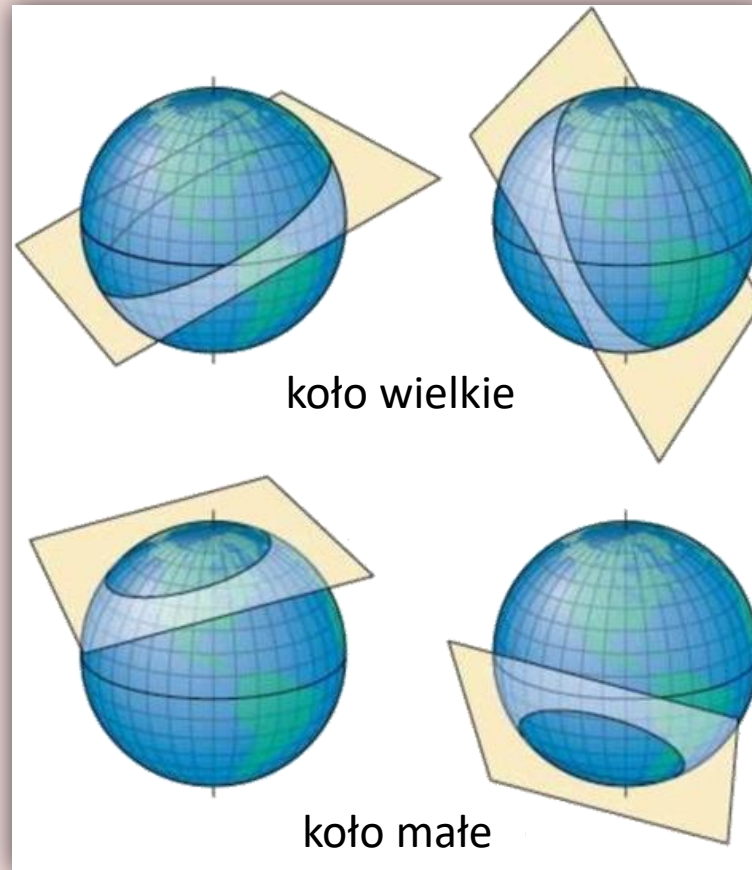
współrzędne geograficzne

koła wielkie:

- wszystkie południki, tym południk 0°
- oraz równik

koła małe:

- równoleżniki



współrzędne horizontalne

koła wielkie:

- wszystkie wertykały i południk niebieski
- oraz horyzont

koła małe:

- almukantaraty

koła wielkie:

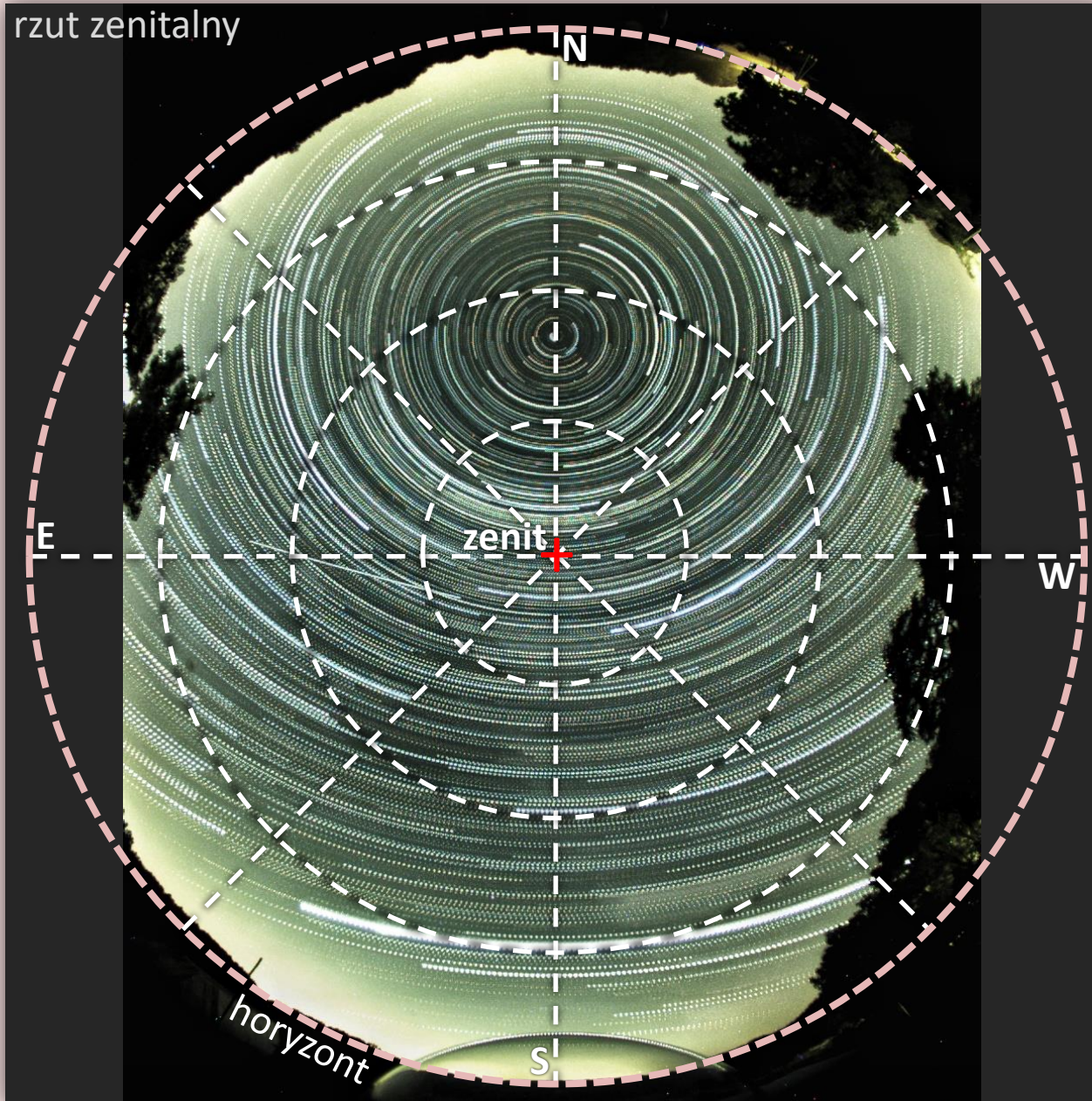
- zawiera środek sfery
- ma średnicę taką jak sfera

koła małe:

- nie zawiera środka sfery
- ma średnicę mniejszą niż sfera

sfera niebieska

rzut zenitalny



Zalety i wady współrzędnych
horizontalnych (A, h)

- zalety: bardzo intuicyjne
- wady: lokalne i chwilowe

(A, h) zależą od:

- współrzędnych geograficznych miejsca obserwacji
- czasu obserwacji

W danym miejscu obserwacji współrzędne (A, h) danego obiektu na sferze ulegają ciągłym zmianom na skutek pozornego obrót sfery niebieskiej.

Potrzebujemy innego układu sferycznego, jeśli chcemy mieć współrzędne stałe w czasie*.

sfera niebieska

Jak wyznaczyć współrzędne (A, h)?

- dłoń, (kompas)
- gnomon
- półkole, kwadrant, (kompas)
- instrument uniwersalny
- smartfon

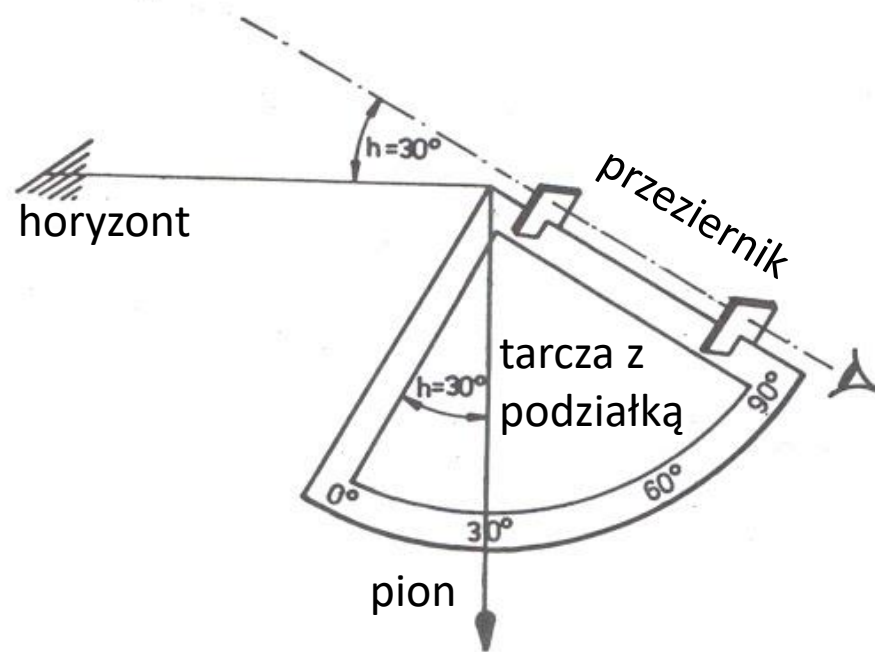
sfera niebieska

Jak wyznaczyć współrzędne (A, h)?

- kwadrant – pomiar wysokości h
- dodatkowo kompas do wyznaczenia azymutu



obiekt *

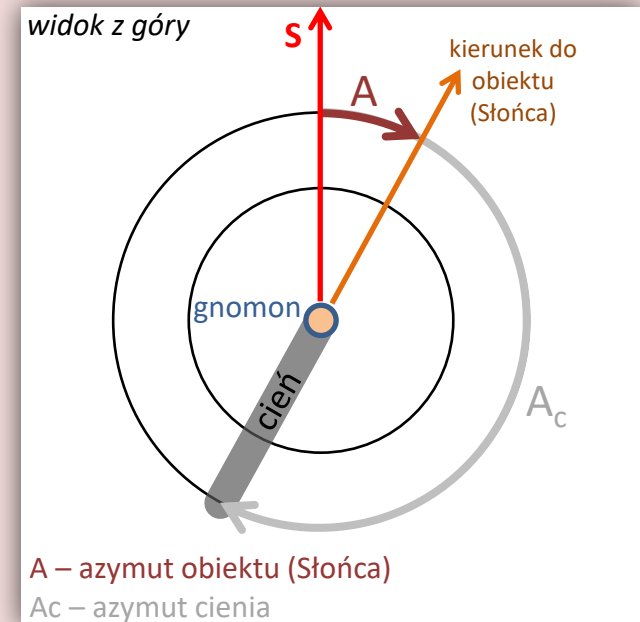
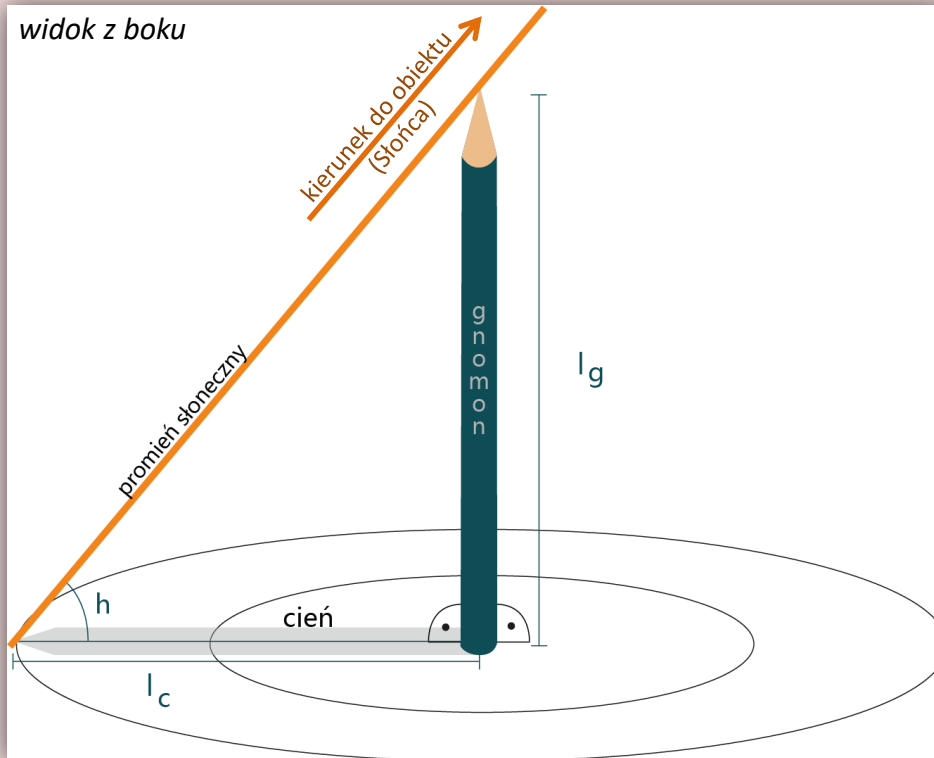


sfera niebieska

Jak wyznaczyć współrzędne (A , h)?

- gnomon – pomiar wysokości i azymutu

Gnomon – pionowy słupek rzucający cień na prostopadłą do niego płaszczyznę. Najprostszy instrument astronomiczny.

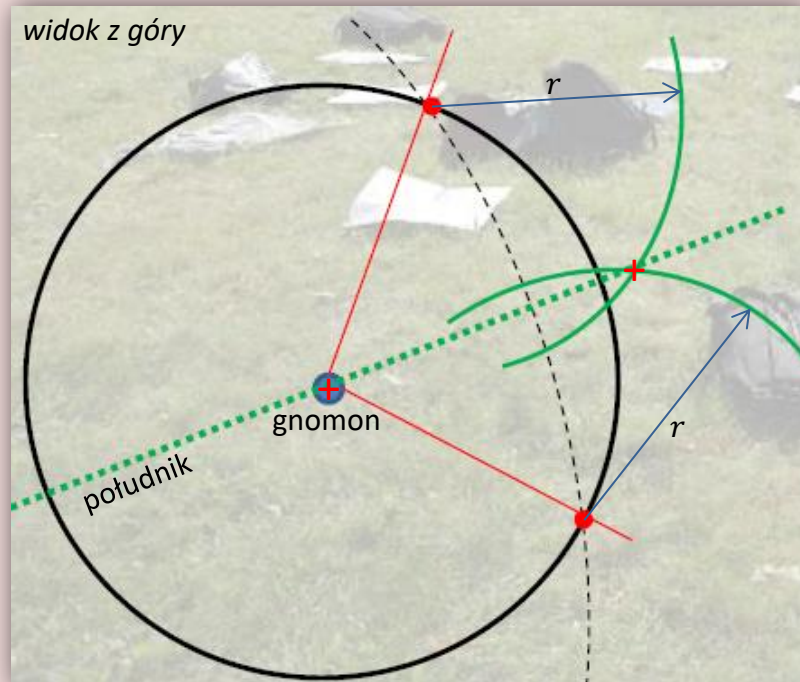
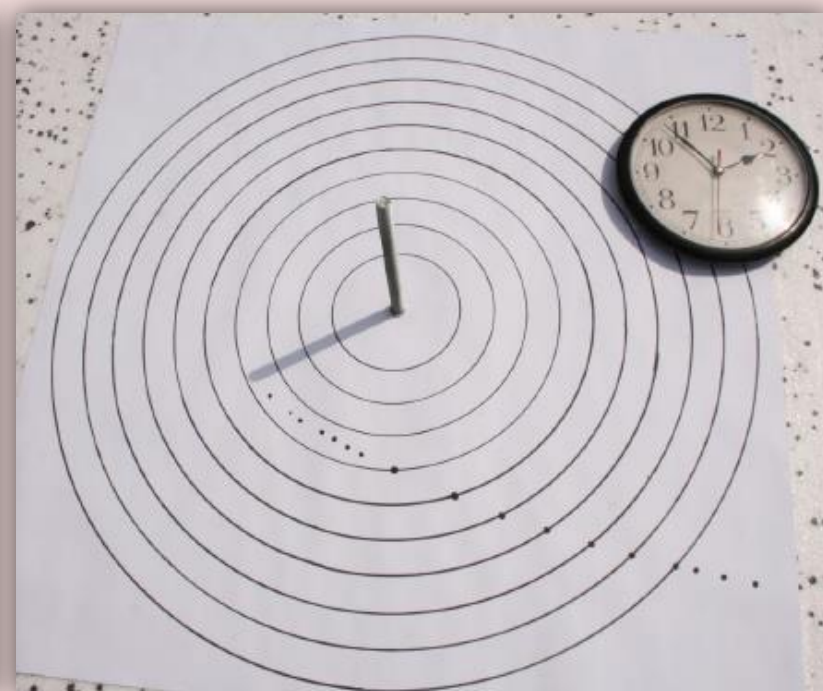
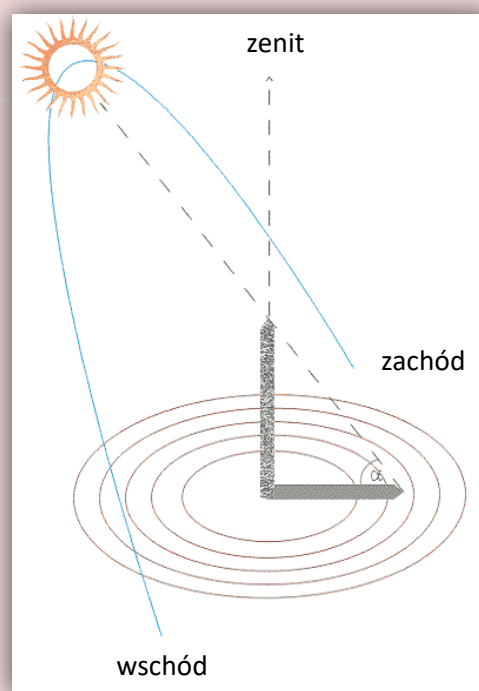


A – azymut obiektu (Słońca)

A_c – azymut cienia

sfera niebieska

Jak wyznaczyć kierunek S?
(przebieg południka lokalnego)



sfera niebieska

Jak wyznaczyć współrzędne (A, h)?

- instrument uniwersalny



sfera niebieska

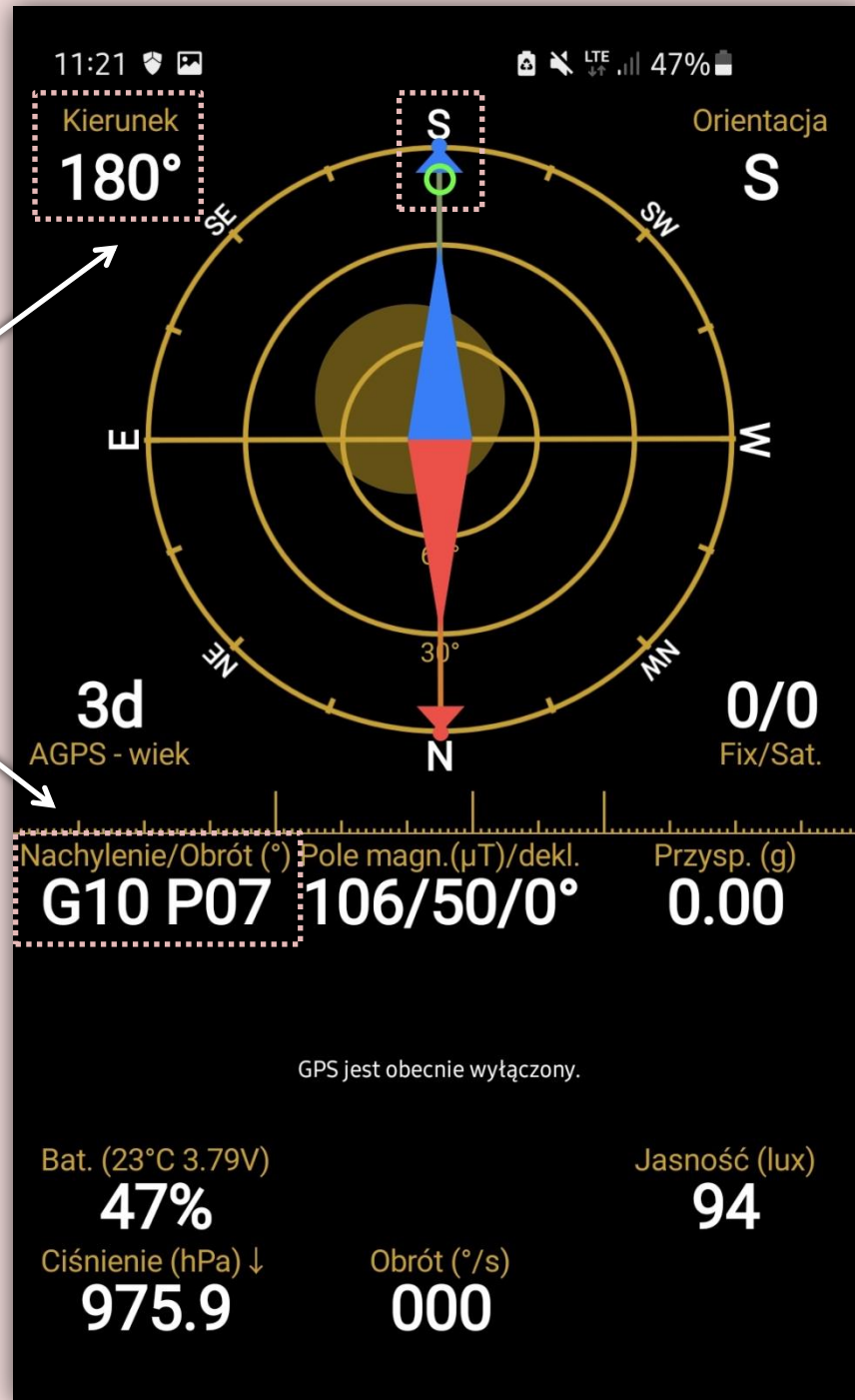
Jak wyznaczyć współrzędne (A, h)?

- smartfon

wykorzystanie akcelerometru i czujnika pola magnetycznego

azymut
(od kierunku N*)
*północ magnetyczna,
trzeba skorygować na
deklinację magnetyczną

odchylenie od poziomu
górną/dół
lewo/prawo



aplikacja GPS status

sfera niebieska

Użycie współrzędne (A, h) w obserwacjach

- teleskopy na montażu azymutalnym



sfera niebieska

Użycie współrzędne (A, h) w obserwacjach

- teleskopy na montażu azymutalnym

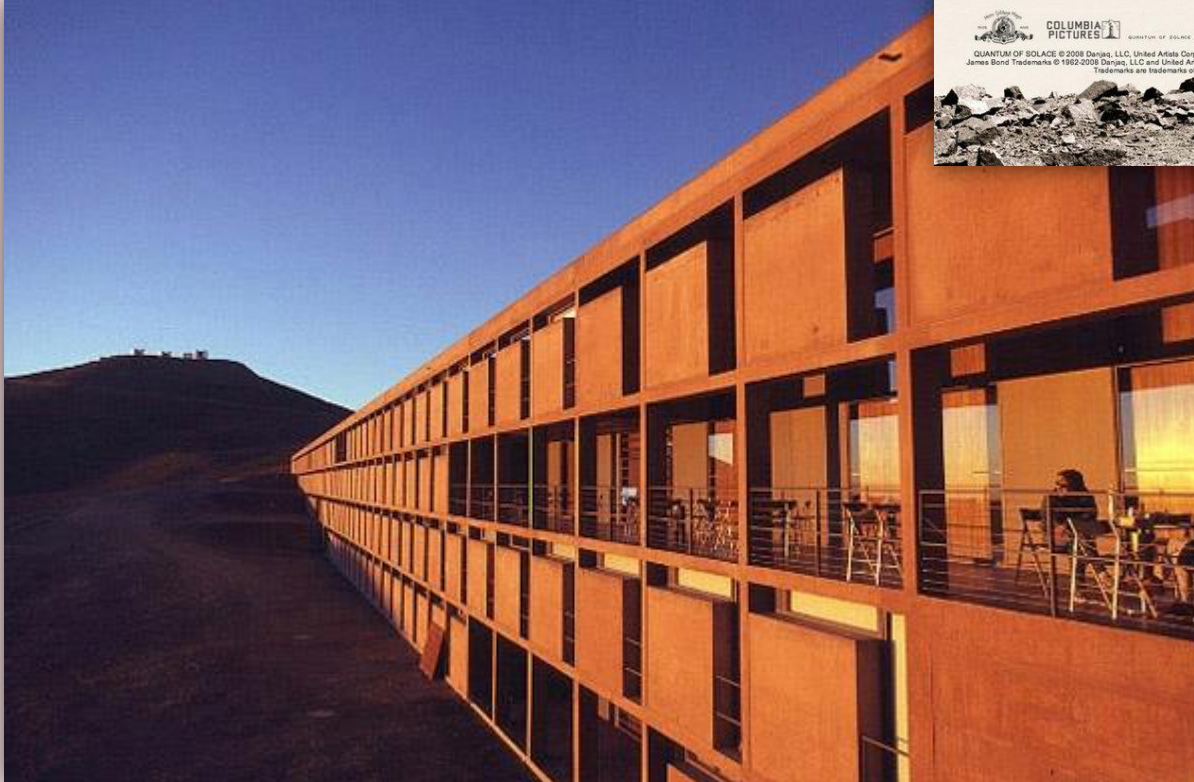
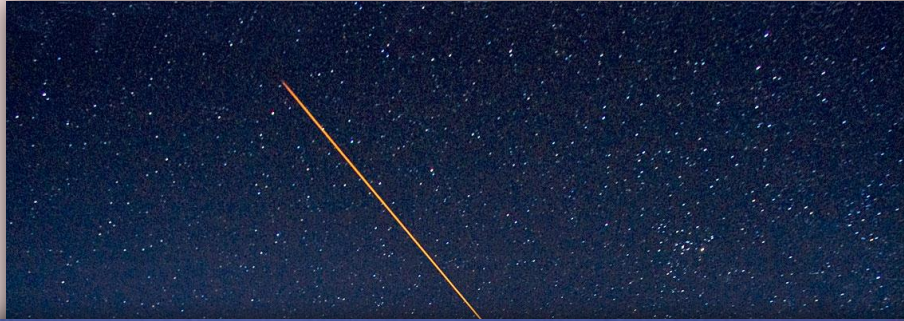


Zespół teleskopów VLT w obserwatorium Paranal (Chile)

sfera niebieska

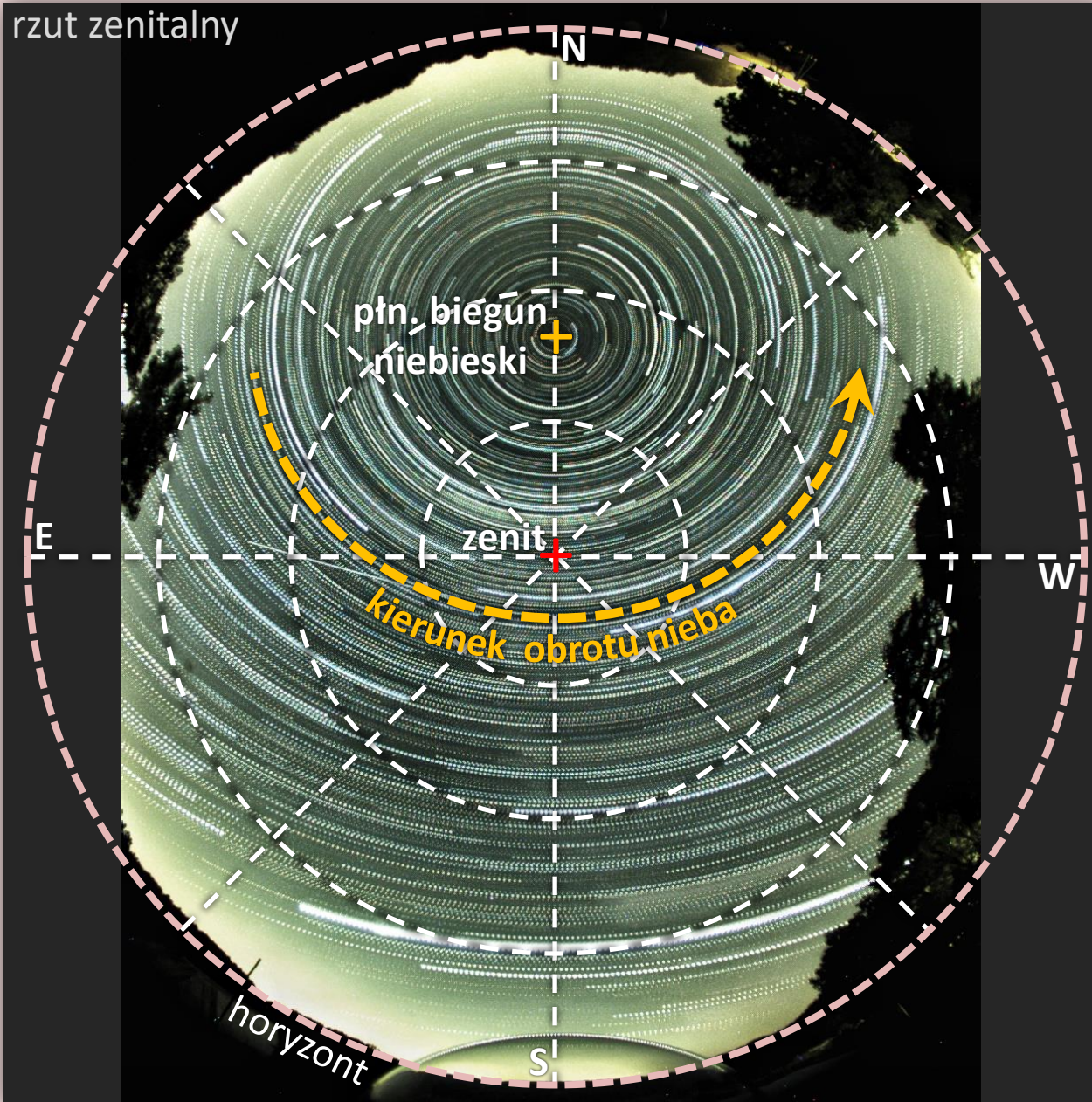
Użycie współrzędne (A, h) w obserwacjach

- teleskopy na montażu azymutalnym



sfera niebieska

rzut zenitalny



Zalety i wady współrzędnych
horizontalnych (A, h)

- zalety: bardzo intuicyjne
- **wady: lokalne i chwilowe**

(A, h) zależą od:

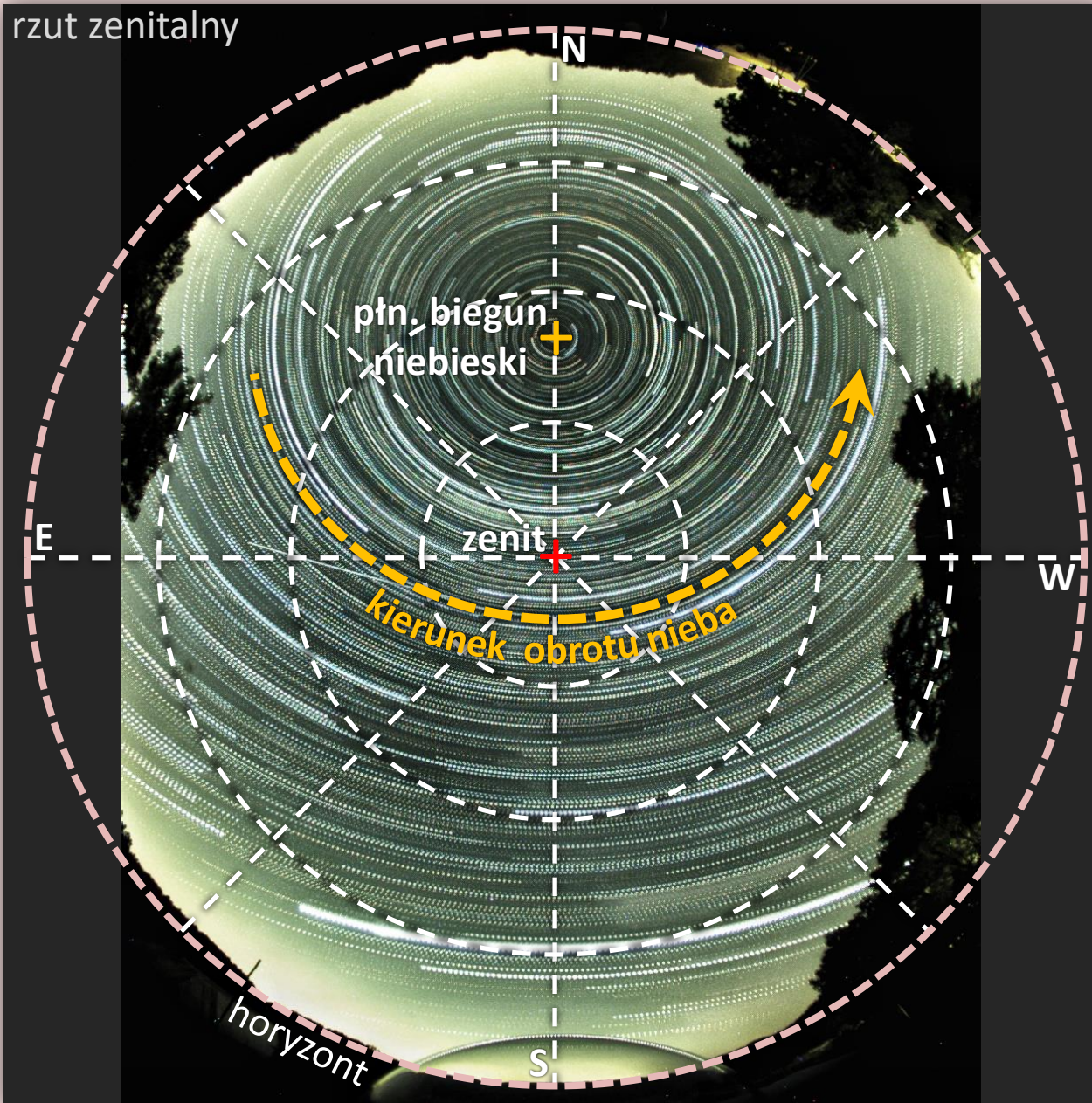
- współrzędnych geograficznych miejsca obserwacji
- czasu obserwacji

W danym miejscu obserwacji współrzędne (A, h) danego obiektu na sferze ulegają ciągłym zmianom na skutek pozornego obrót sfery niebieskiej.

Potrzebujemy innego układu sferycznego, jeśli chcemy mieć współrzędne stałe w czasie*.

sfera niebieska

rzut zenitalny

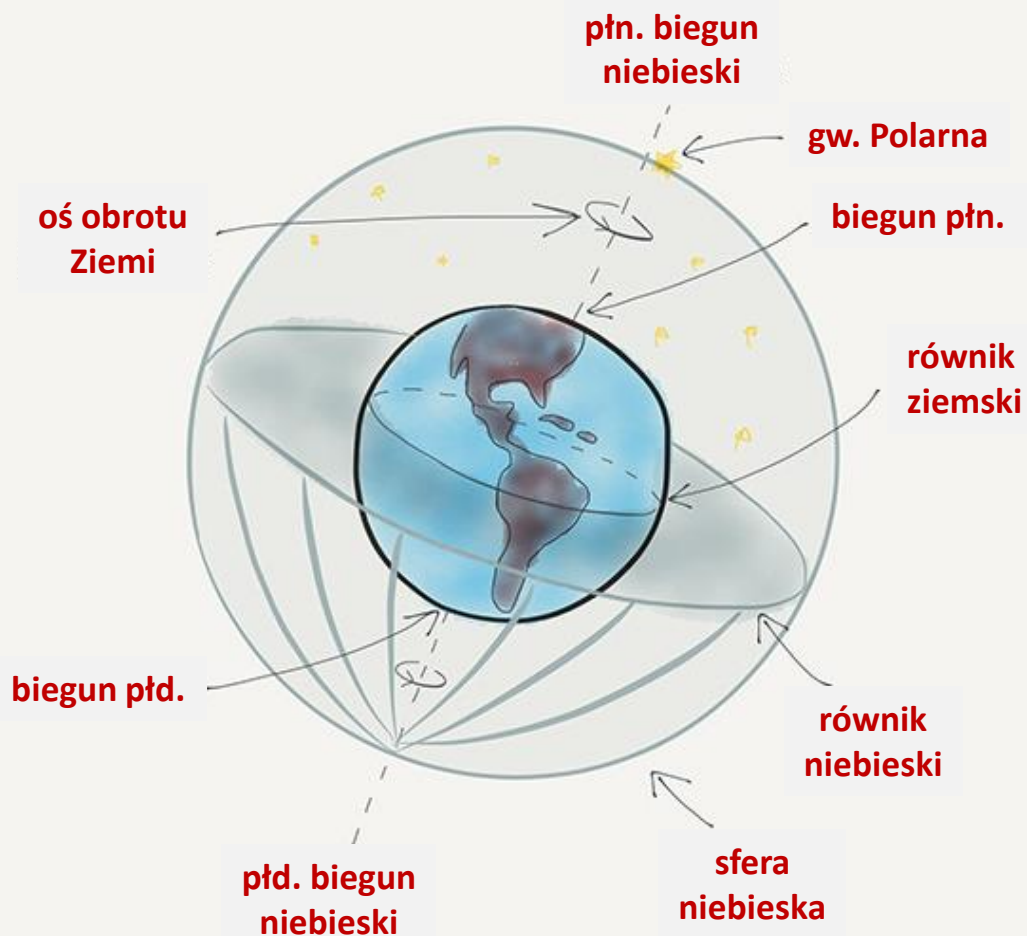
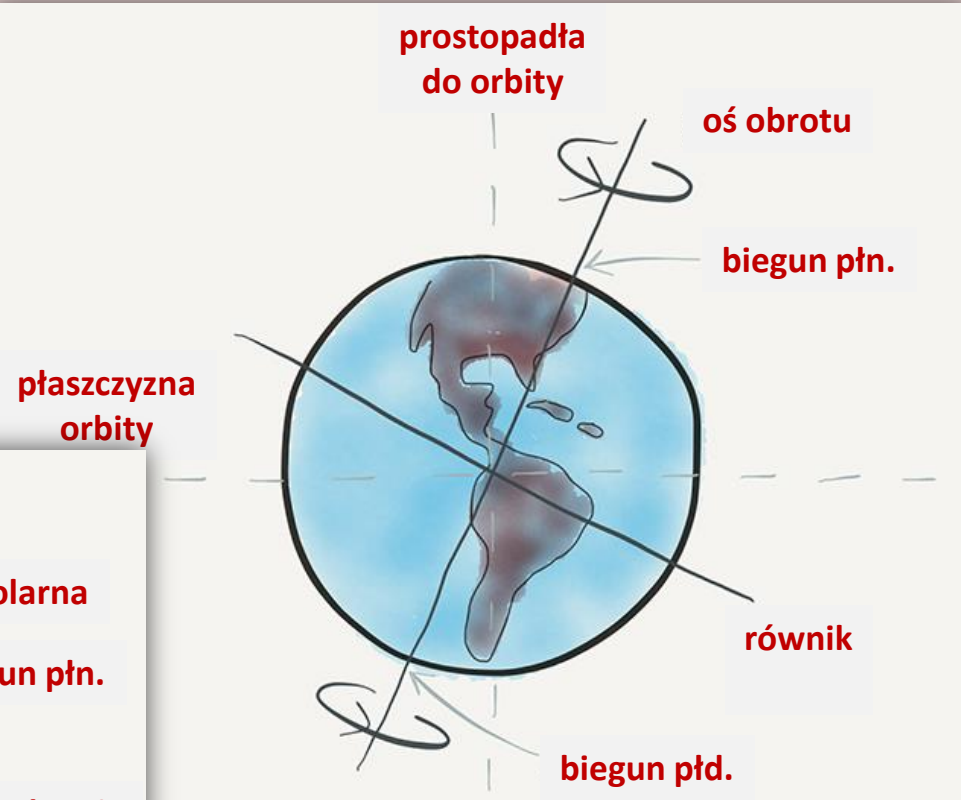


Pozorny ruch sfery niebieskiej

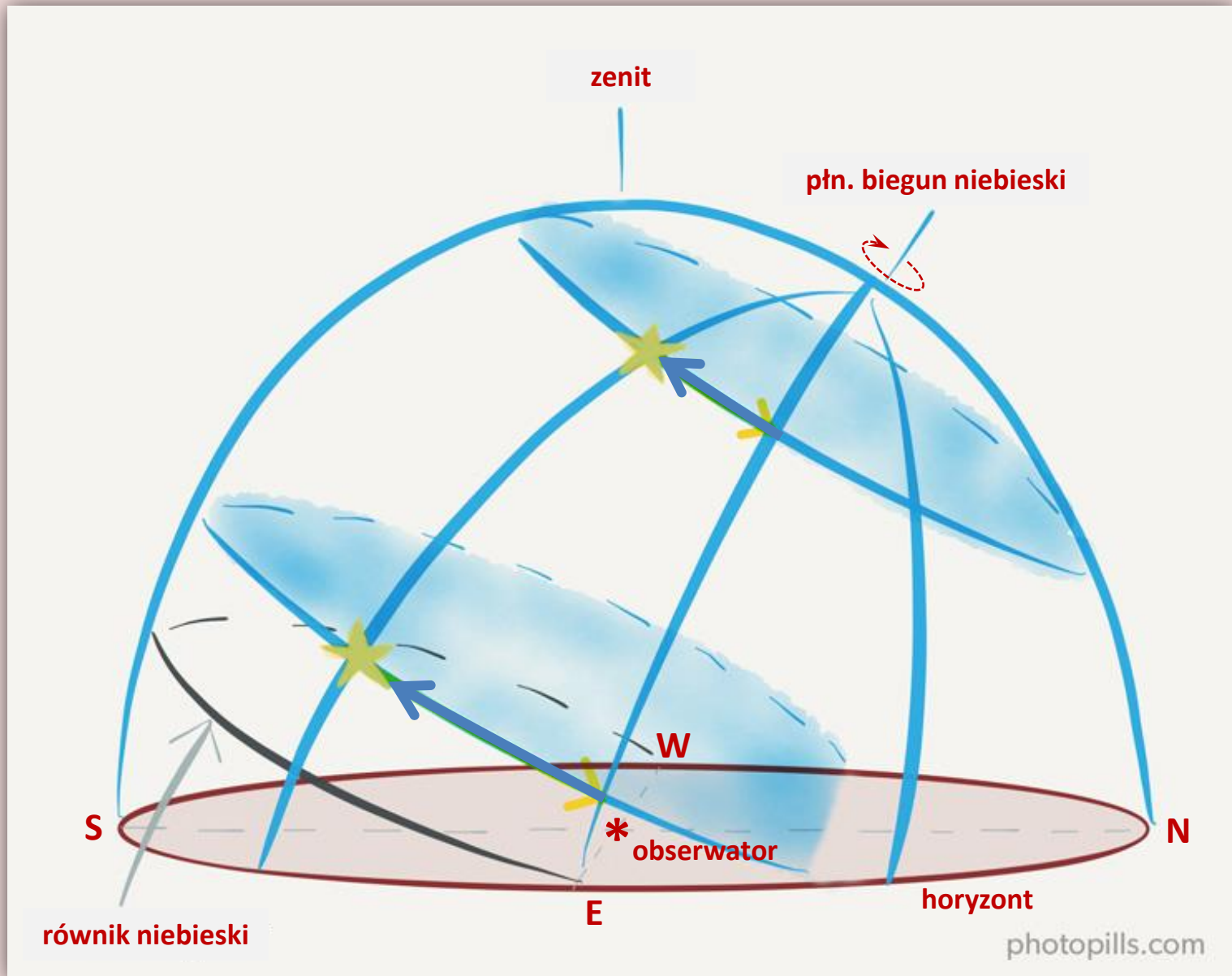
- w kierunku ze wschodu na zachód
- efekt obrotu Ziemi (z zachodu na wschód)
- pełen obrót w ciągu **1 doby gwiazdowej**
- w skutek tego obiekty na niebie:
 - wschodzą, zachodzą (*)
 - górują, dołują
 - zataczają łuki wokół bieguna niebieskiego (północnego / południowego)

sfera niebieska

przeniesienie biegunów ziemskich i równika na sferę niebieską

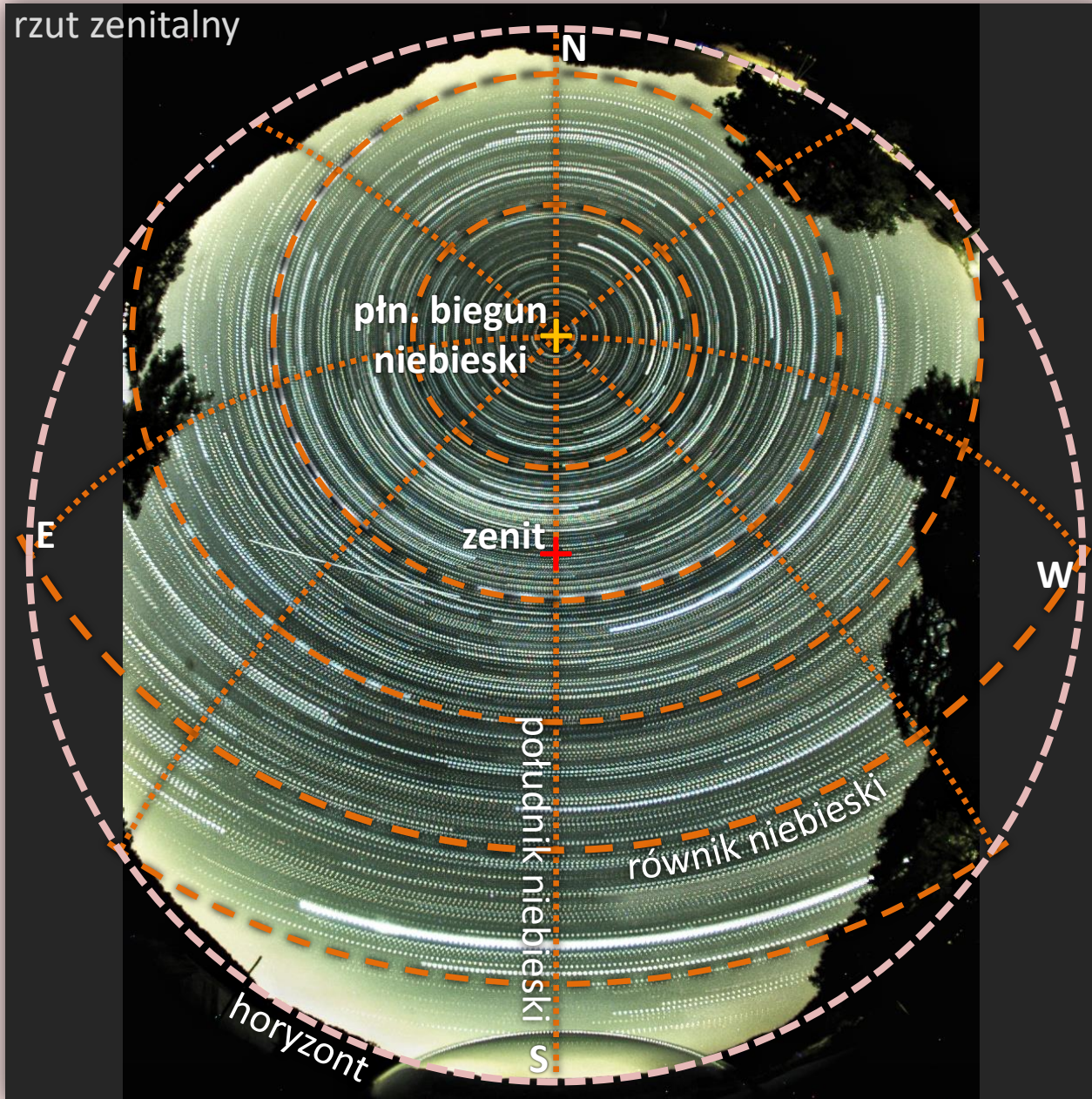


sfera niebieska



sfera niebieska

rzut zenitalny



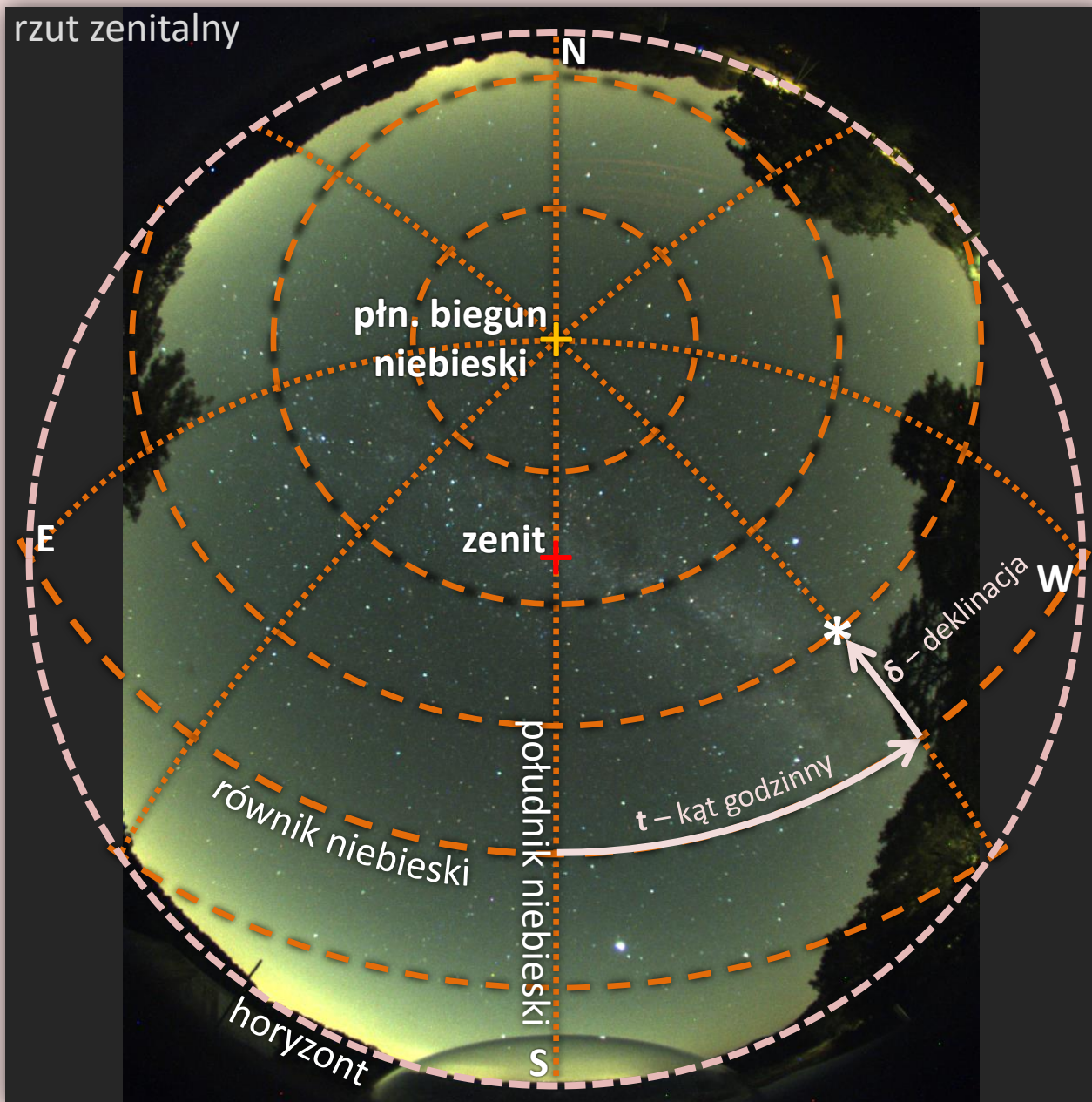
Potrzebujemy innego układu sferycznego, jeśli chcemy mieć współrzędne stałe w czasie*.

Podjęcie nr 1.: do konstrukcji takiego układu współrzędnych wykorzystamy:

- bieguny niebieskie (oś świata)
- równik niebieski
- południk niebieski (lokalny)

sfera niebieska

rzut zenitalny



Podejście nr 1.: do konstrukcji układu współrzędnych wykorzystamy:

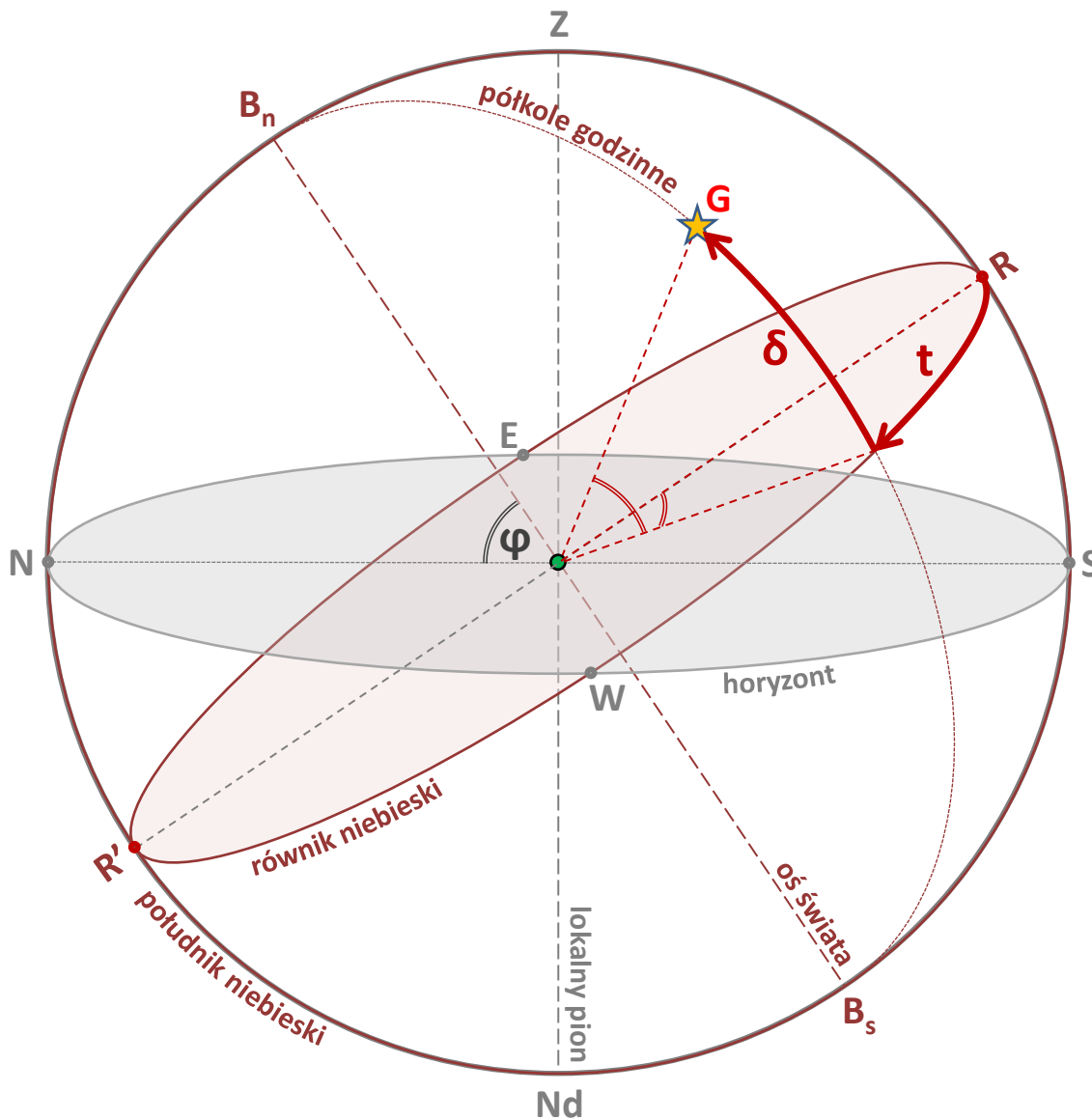
- bieguny niebieskie (oś świata)
- równik niebieski
- południk niebieski (lokalny)

W układzie tym mamy dwie współrzędne:

- **deklinacja, δ** – położenie obiektu względem równika niebieskiego
- **kąt godzinny, t** – położenie obiektu względem południka niebieskiego

Układ ten nosi nazwę **układ równikowy pierwszy (godzinny)**

sfera niebieska

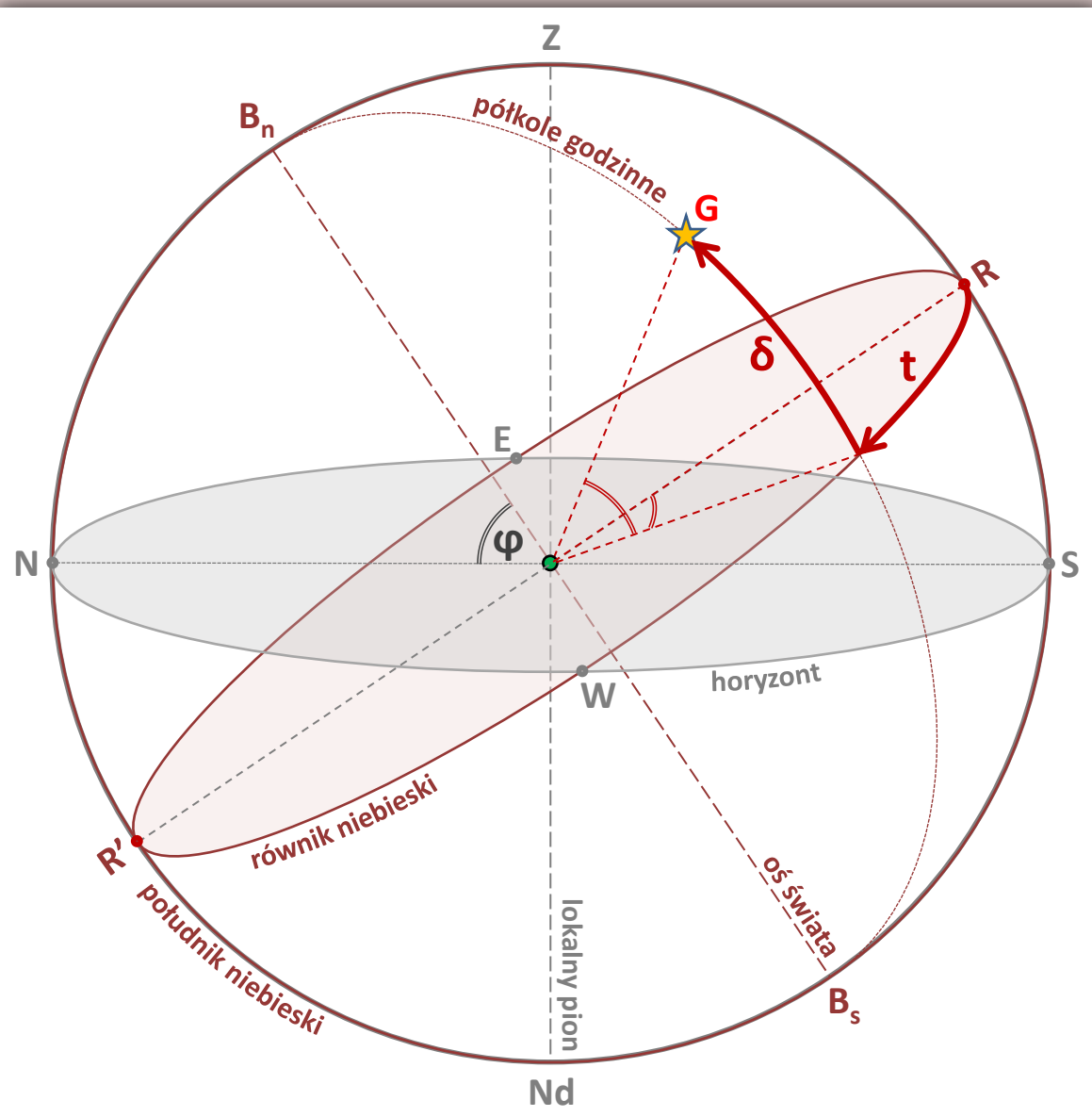


Elementy układu równikowego pierwszego:

- **równik niebieski** – koło podstawowe układu (prostopadłe do osi świata)
- **oś świata** – oś główna układu wyznaczona przez oś obrotu Ziemi
- **bieguny niebieskie B_n, B_s** – wyznaczone przez kierunek osi świata
- **południk niebieski** – koło wielkie przechodzące przez punkty Z, Nd, N, S (półkole przechodzące przez S jest półkolem początkowym układu)
- **koło godzinne** – dowolne koło wielkie przechodzące przez bieguny niebieskie
- **równoleżnik niebieski** – dowolne koło małe prostopadłe od osi świata

widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

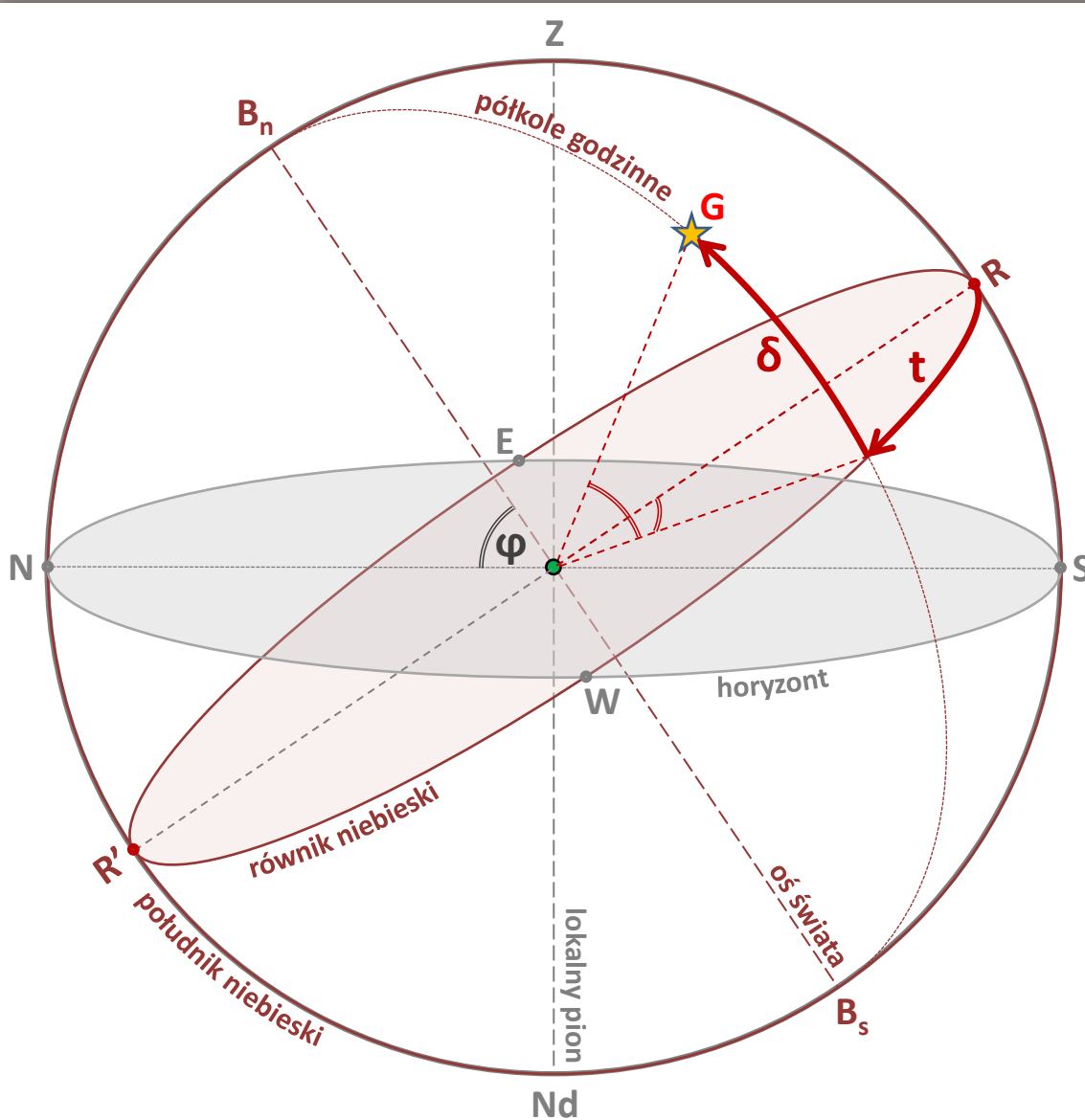
Współrzędne (t , δ):

- **kąt godzinny (t)** – kąt dwuścienny między półkolem południka niebieskiego przechodzącym przez S a półkolem godzinnym przechodzącym przez obiekt
- **deklinacja (δ)** – kąt pomiędzy płaszczyzną równika niebieskiego a kierunkiem na obiekt

Jak są liczone współrzędne?

- **δ** : od 0° do $+90^\circ$ (nad równikiem niebieskim)
od 0° do -90° (pod równikiem niebieskim)
 $\delta = 0^\circ$ na równiku niebieskim
- **t** : od 0h do 24h (liczony w kierunku obrotu sfery niebieskiej)
 $t = 0h$ na półkolu południka niebieskiego przechodzącym przez S

sfera niebieska



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

Miara czasowa kątów:

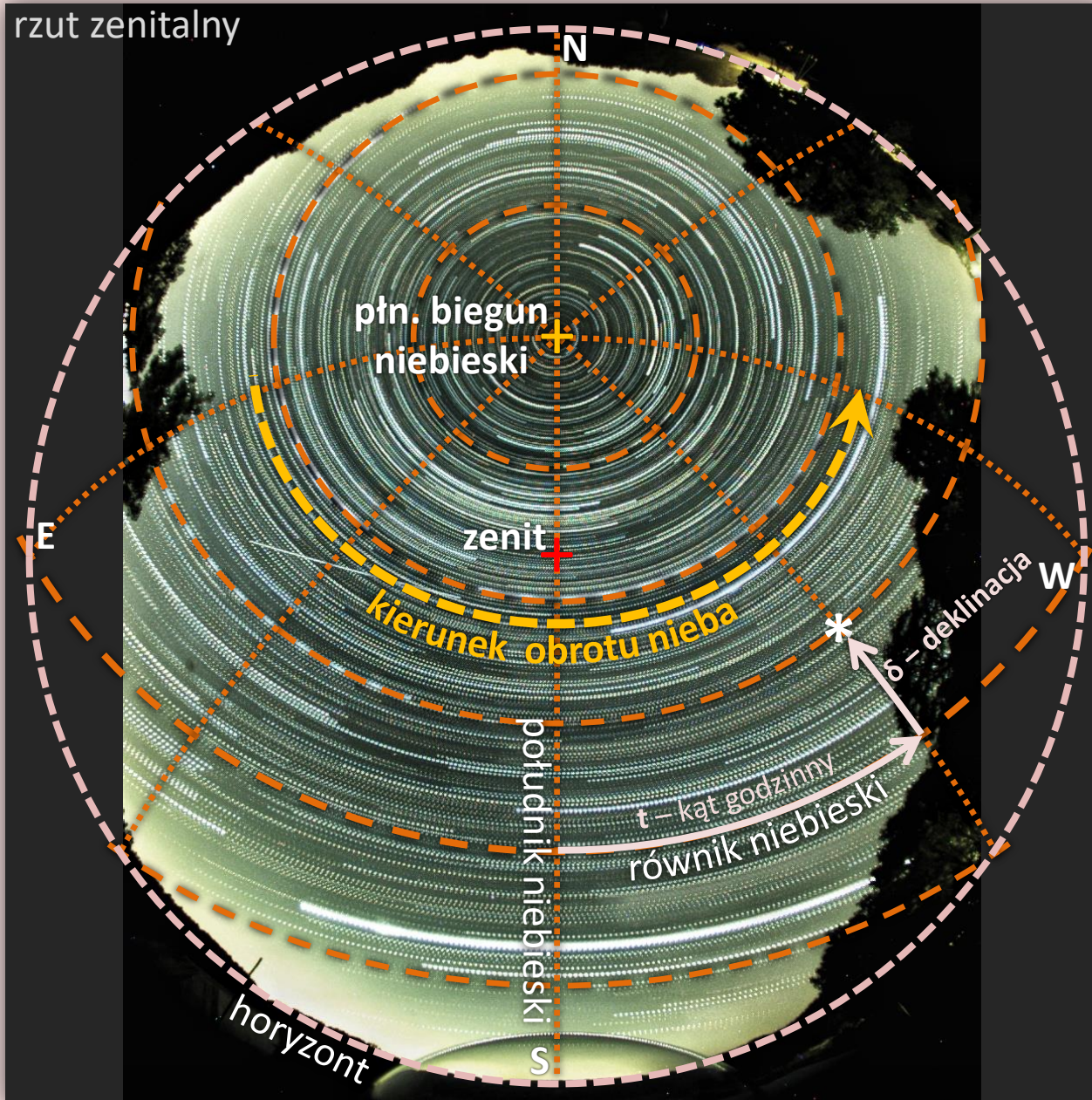
- $1^h = 60^m, 1^m = 60^s$
- $24^h = 360^\circ, 1^h = 15^\circ, 1^m = 15', 1^s = 15'', 1^\circ = 4^m, 1' = 4^s$

Dlaczego kąt t wyrażać w mierze czasowej?

- pokazuje upływ czasu związany z obrotem nieba
- wartość t w danym momencie wskazuje, ile czasu upłynęło od górowania obiektu
- kąt t dla Słońca powiększony o 12h to czas, który używany*

sfera niebieska

rzut zenitalny



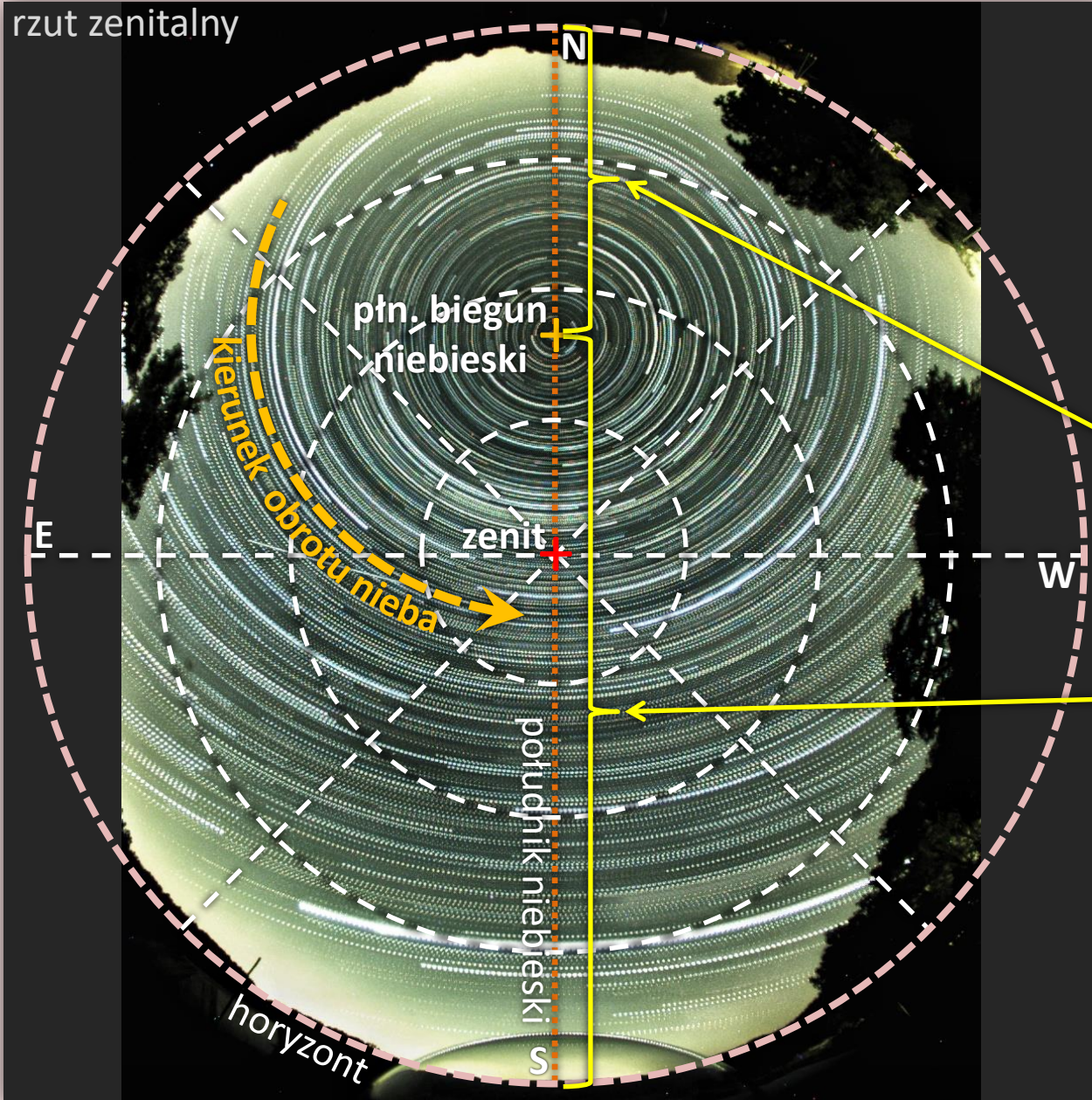
Cechy współrzędnych w układzie równikowym pierwszym:

- deklinacja stała w czasie, nie zależy od miejsca obserwacji*
- kąt godzinny zależny od czasu i miejsca obserwacji

Potrzebujemy układu sferycznego, w którym obie współrzędne są stałe w czasie. (o tym później)

sfera niebieska

rzut zenitalny

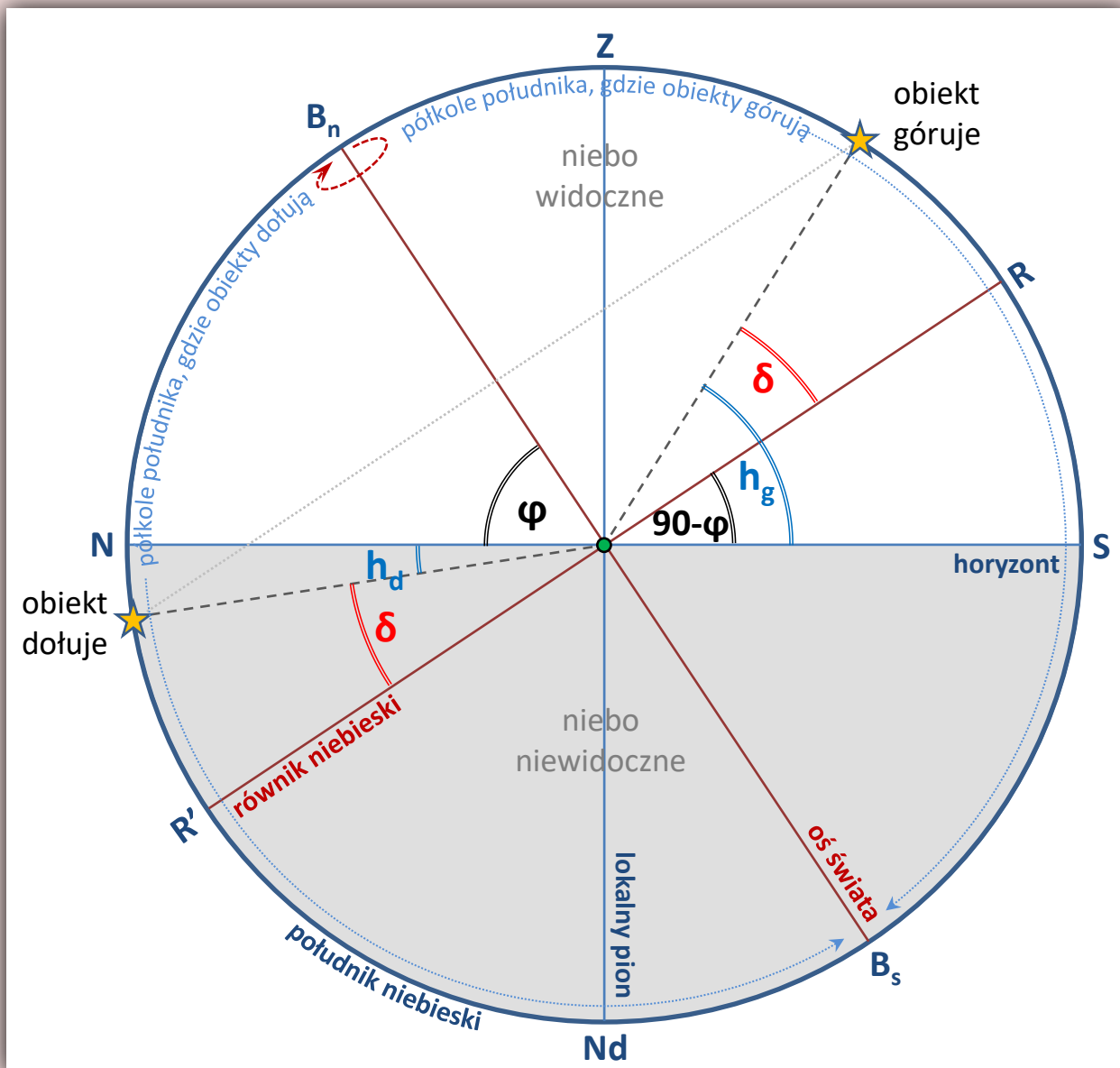


Górowanie i dołowanie obiektu to momenty, kiedy jego wysokość h przyjmuje skrajne możliwe wartości:

- występuje to w momencie przejścia przez południk niebieski
- **dołowanie** (kulminacja dolna) to minimalna wysokość obiektu – wydarza się to na półkolu południka niebieskiego przechodzącym przez N
- **górowanie** (kulminacja górna) to maksymalna wysokość obiektu – wydarza się to na półkolu południka niebieskiego przechodzącym przez S

uwaga: na półkuli południowej Ziemi jest na odwrót

sfera niebieska



Górowania i dołowania obiektów (kulminacje)

Istotne kąty:

- h_g – wysokość górowania (kulminacja górna)
- h_d – wysokość dołowania (kulminacja dolna)
- φ – szerokość geograficzna obserwatora
- δ – deklinacja obiektu

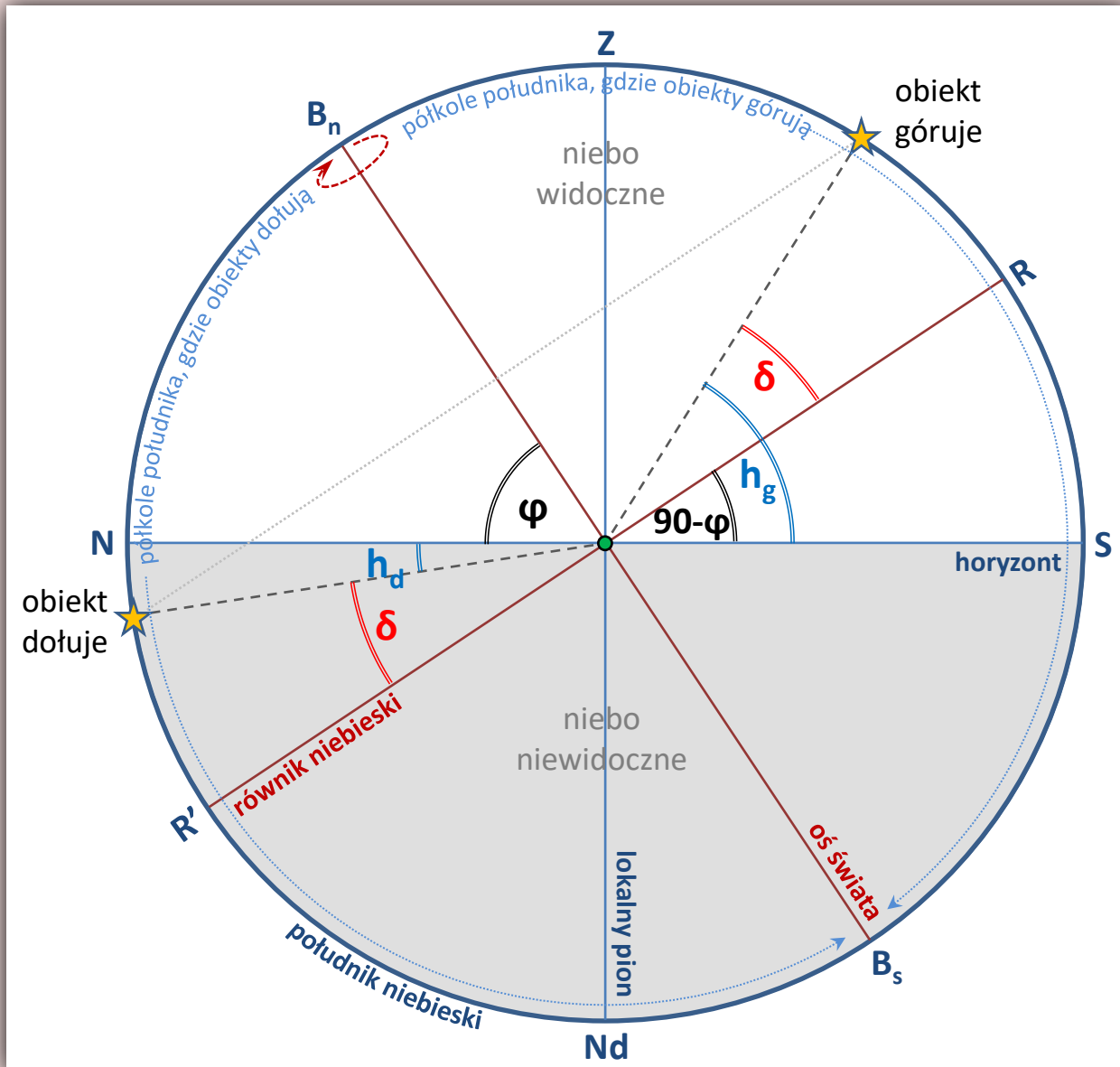
W przypadku pokazanym na rys.:

- $h_g > 0^\circ$ - obiekt nad horyzontem w czasie górowania i ...
- $h_d < 0^\circ$ – obiekt pod horyzontem w czasie dołowania

czyli obiekt wschodzi i zachodzi

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Przykładowe wyznaczenie h_g i h_d (z rysunku):

▪ h_g

$$h_g = 90^\circ - \varphi + \delta$$

▪ h_d

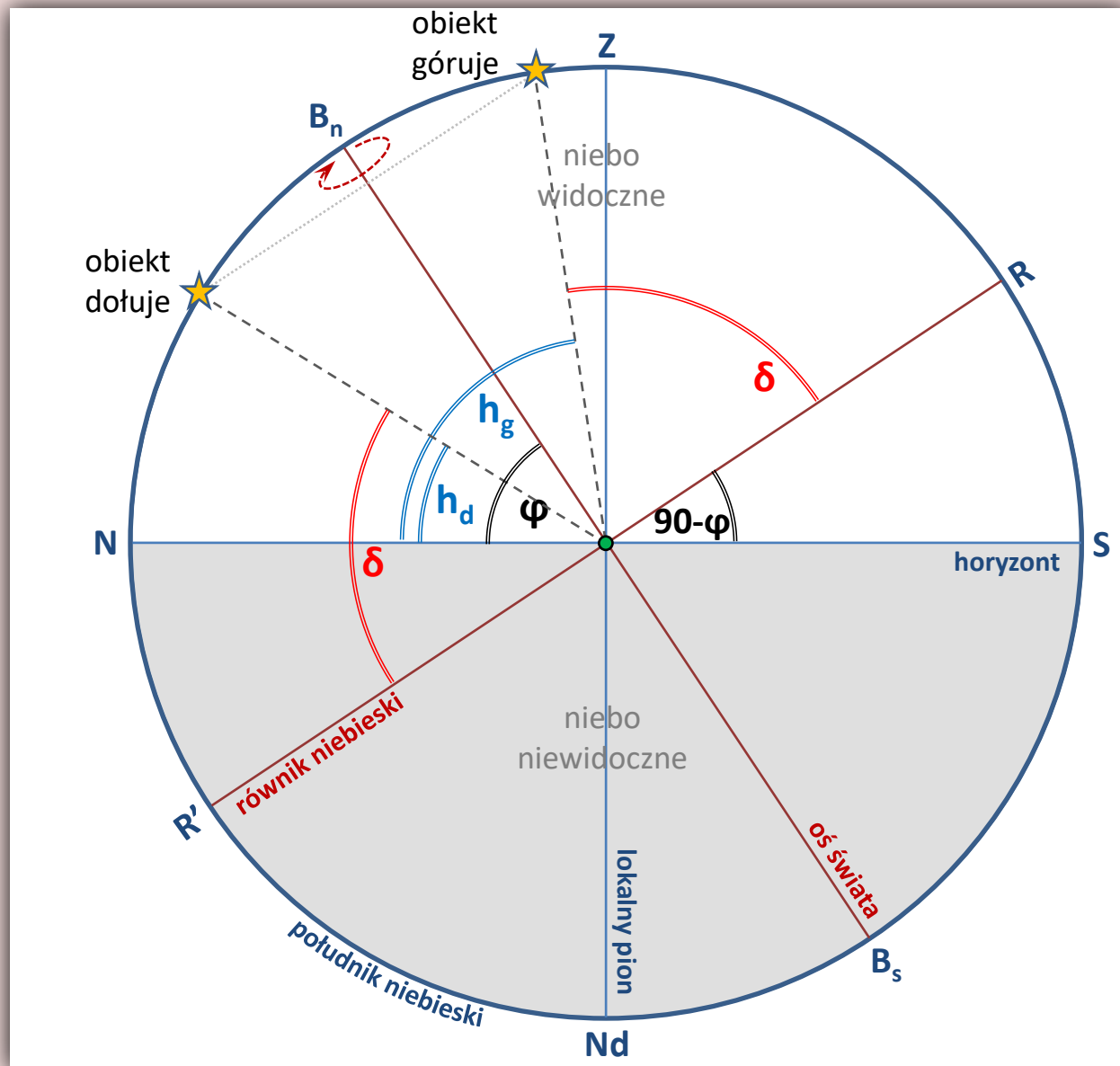
$$90^\circ - \varphi = h_d + \delta$$

$$h_d = 90^\circ - \varphi - \delta$$

Inne przypadki rozwiążemy podobnie przez składanie odpowiednich kątów.

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Przypadek obiektu górującego na północ od zenitu, który jednocześnie ma:

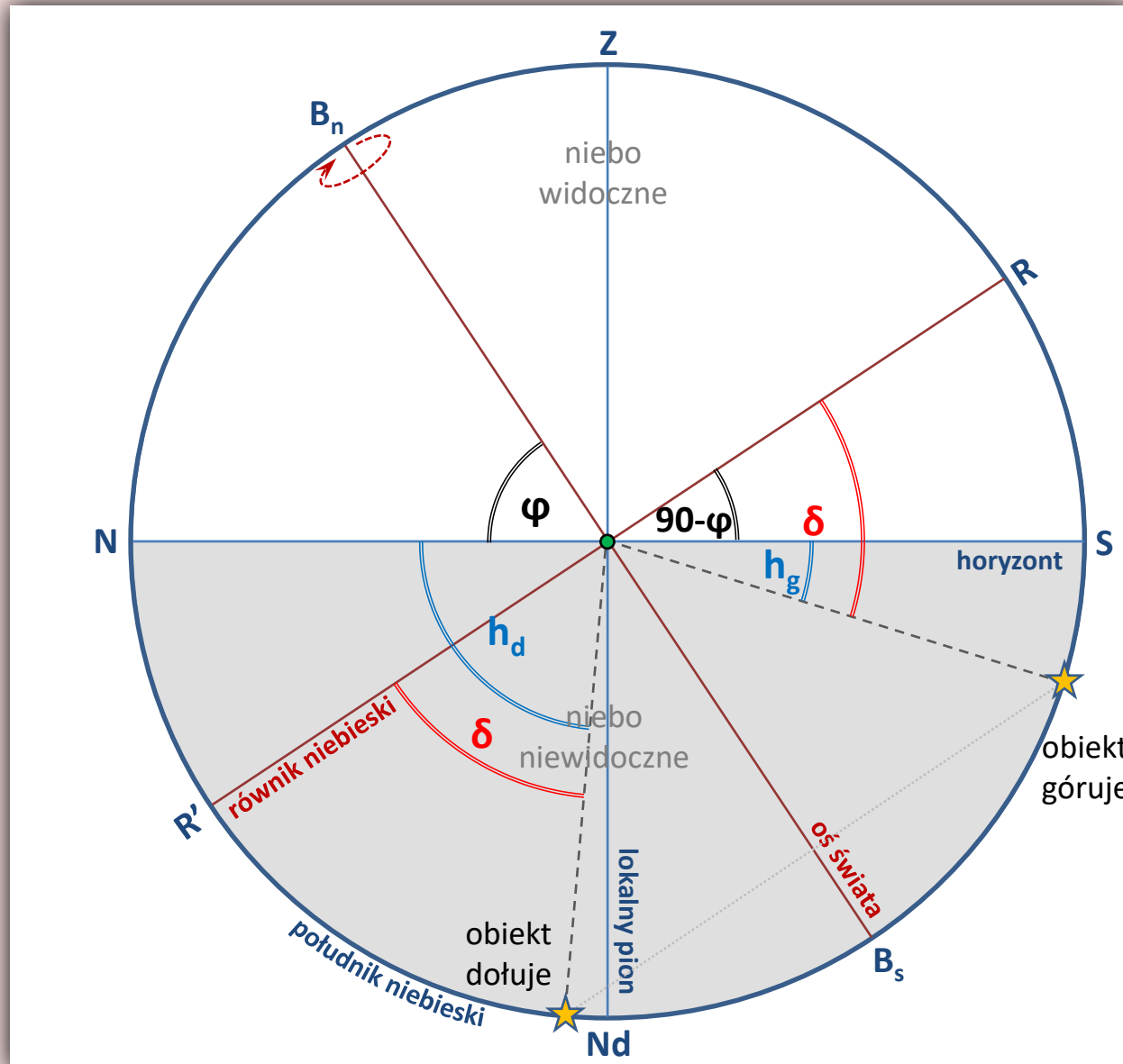
- $h_g > 0^\circ$ – obiekt nad horyzontem w czasie górowania i
- $h_d > 0^\circ$ – obiekt nad horyzontem w czasie dołowania

czyli obiekt jest stale nad horyzontem.

Górowanie na północ od zenitu nie oznacza automatycznie, że obiekt nie zachodzi. Kluczowa tu jest wartość ϕ obserwatora

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



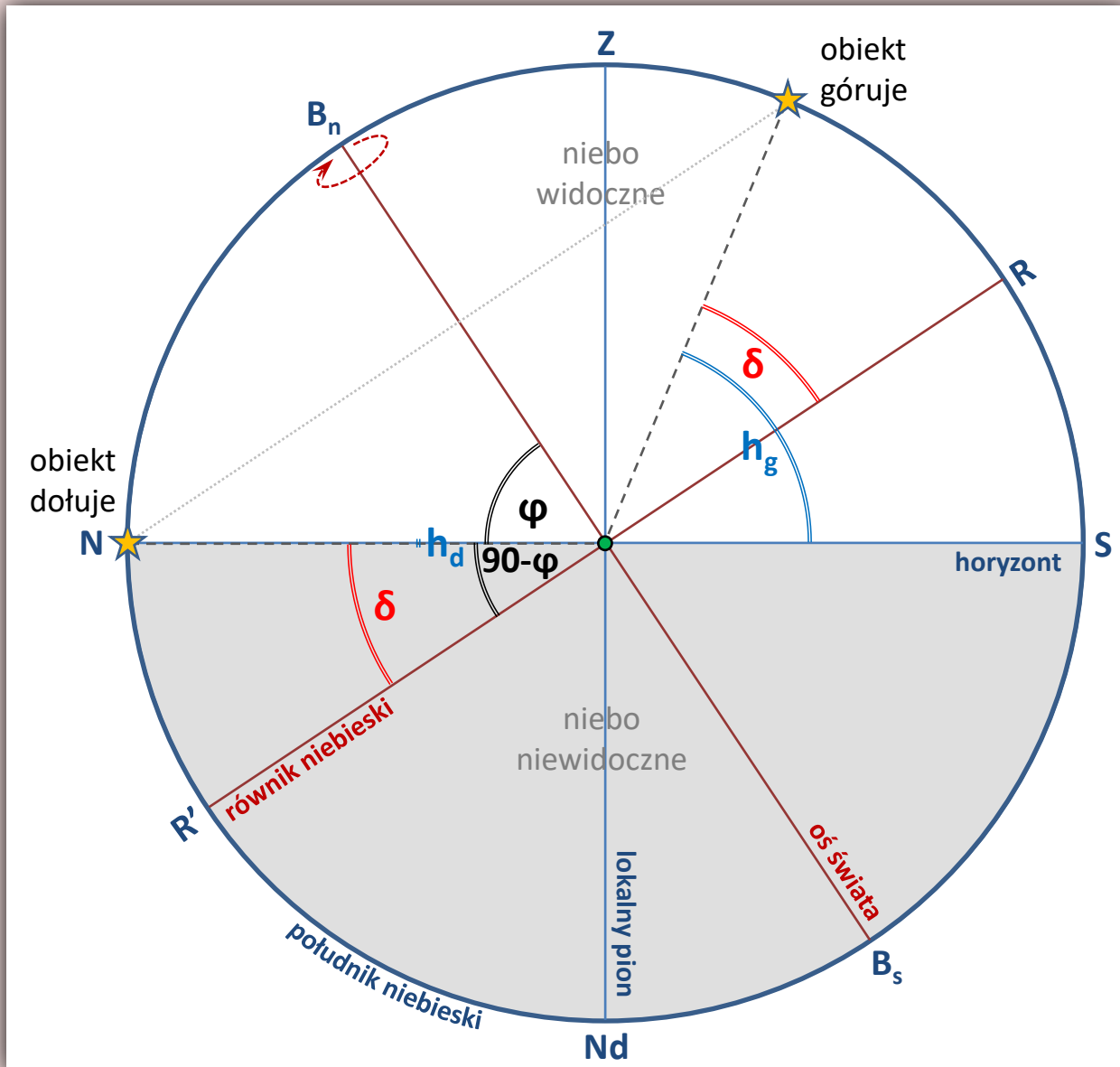
Przypadek obiektu, który ma:

- $h_g < 0^\circ$ – obiekt pod horyzontem w czasie górzenia i
- $h_d < 0^\circ$ – obiekt pod horyzontem w czasie dołowania

czyli obiekt jest stale pod horyzontem.

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Przypadek graniczny obiektu, który nie zachodzi:

- $h_g < 0^\circ$ – obiekt pod horyzontem w czasie górowania i ...
- $h_d = 0^\circ$ – obiekt dokładnie na horyzoncie w czasie dołowania

Deklinacja tego obiektu musi spełnić warunek (z rysunku):

$$\delta = 90^\circ - \varphi$$

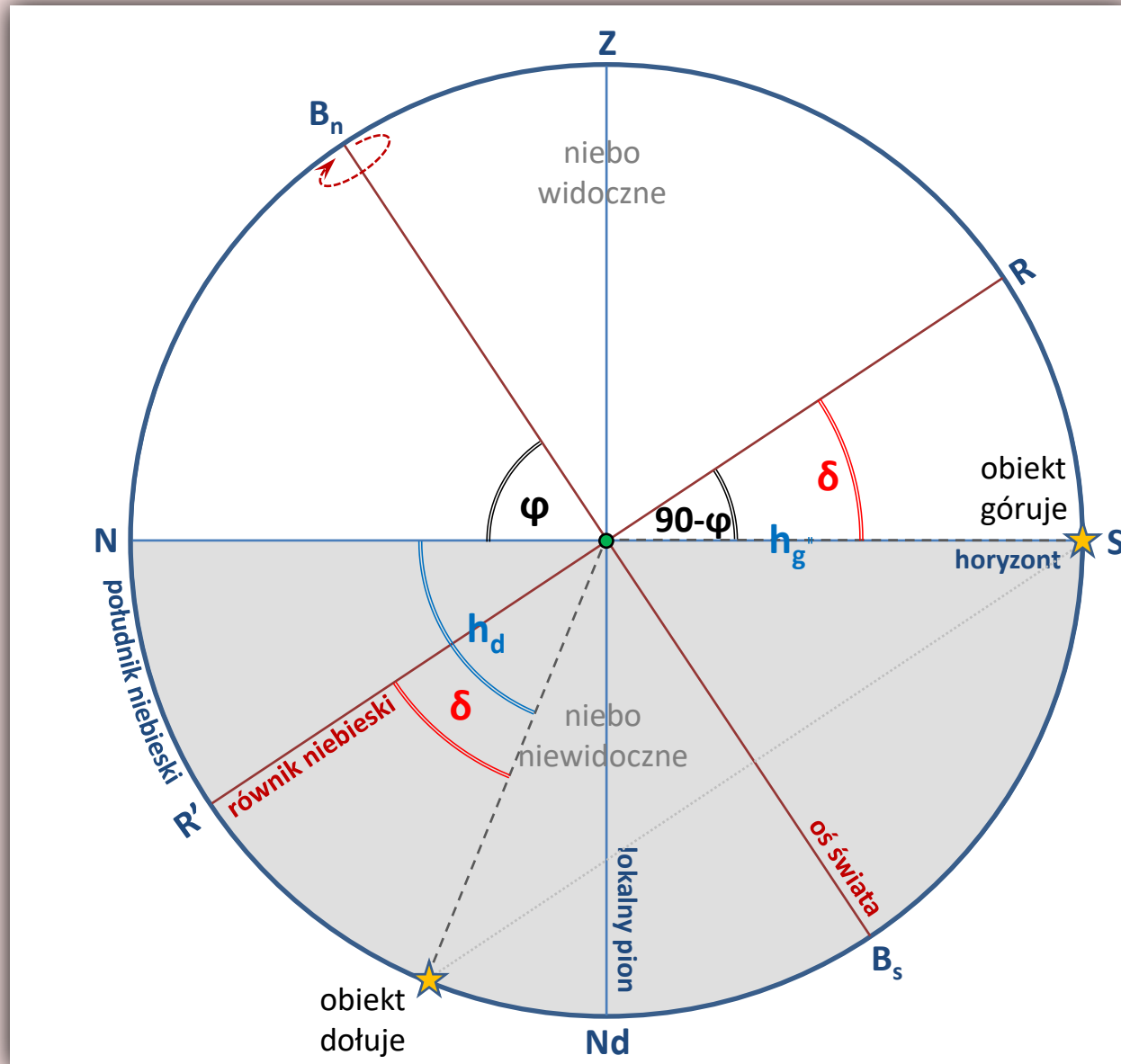
Ogólnie, dla szerokości geogr. φ **obiekty niezachodzące (stałe nad horyzontem)** mają:

$$\delta > 90^\circ - \varphi$$

uwaga: pomijamy na razie efekty atmosferyczne

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Przypadek graniczny obiektu, który nie wschodzi:

- $h_g = 0^\circ$ – obiekt dokładnie na horyzoncie w czasie górowania i ...
- $h_d < 0^\circ$ – obiekt pod horyzontem w czasie dołowania

Deklinacja tego obiektu musi spełnić warunek (z rysunku):

$$\delta = -(90^\circ - \varphi)$$

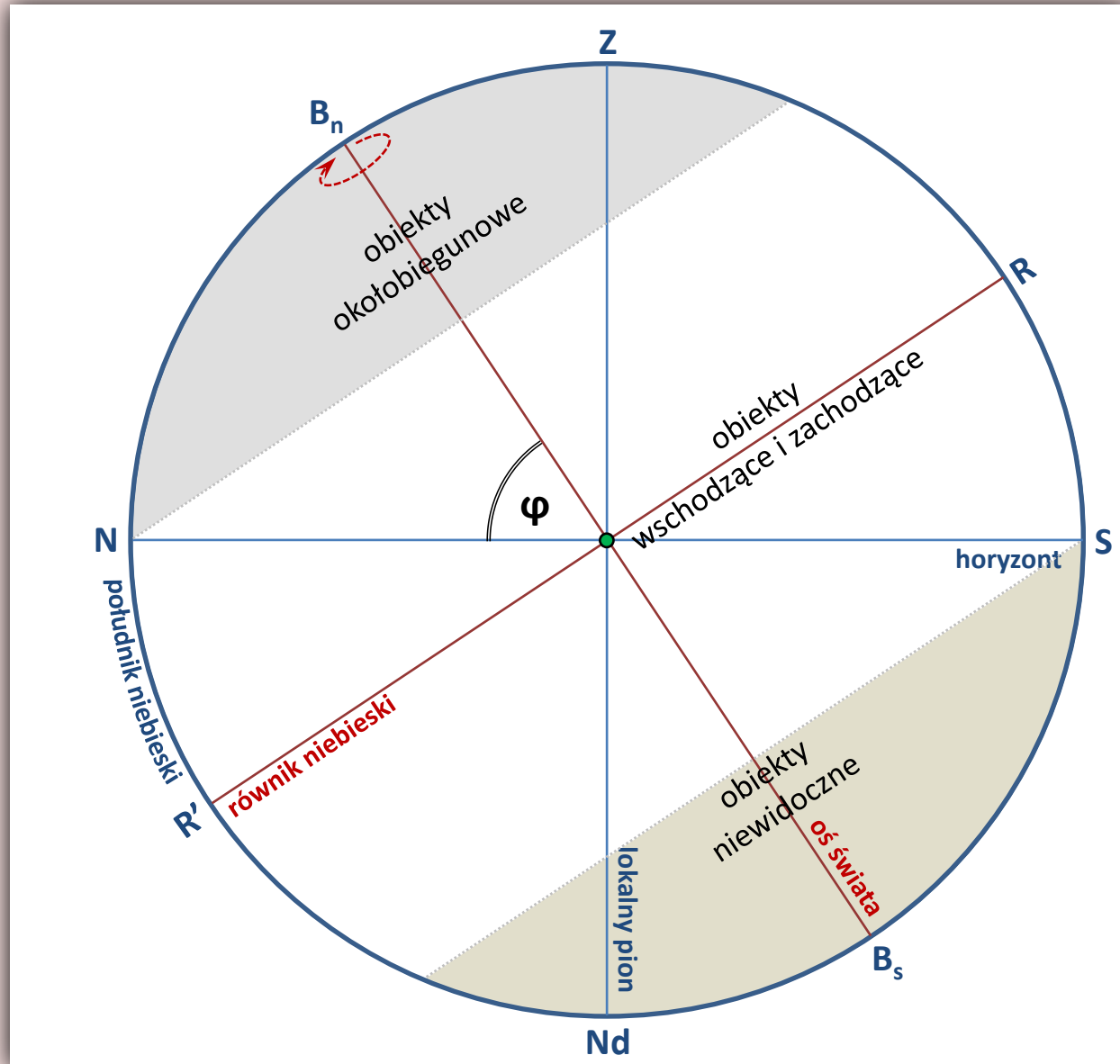
Ogólnie, dla szerokości geogr. φ **obiekty niewschodzące (stałe pod horyzontem)** mają:

$$\delta < -(90^\circ - \varphi)$$

uwaga: pomijamy na razie efekty atmosferyczne

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Sfera niebieska jest podzielona na trzy obszary:

- objekty okołobiegunowe (niezachodzące)

$$\delta > 90^\circ - \varphi$$

- obiekt niewidoczne (niewschodzące)

$$\delta < -(90^\circ - \varphi)$$

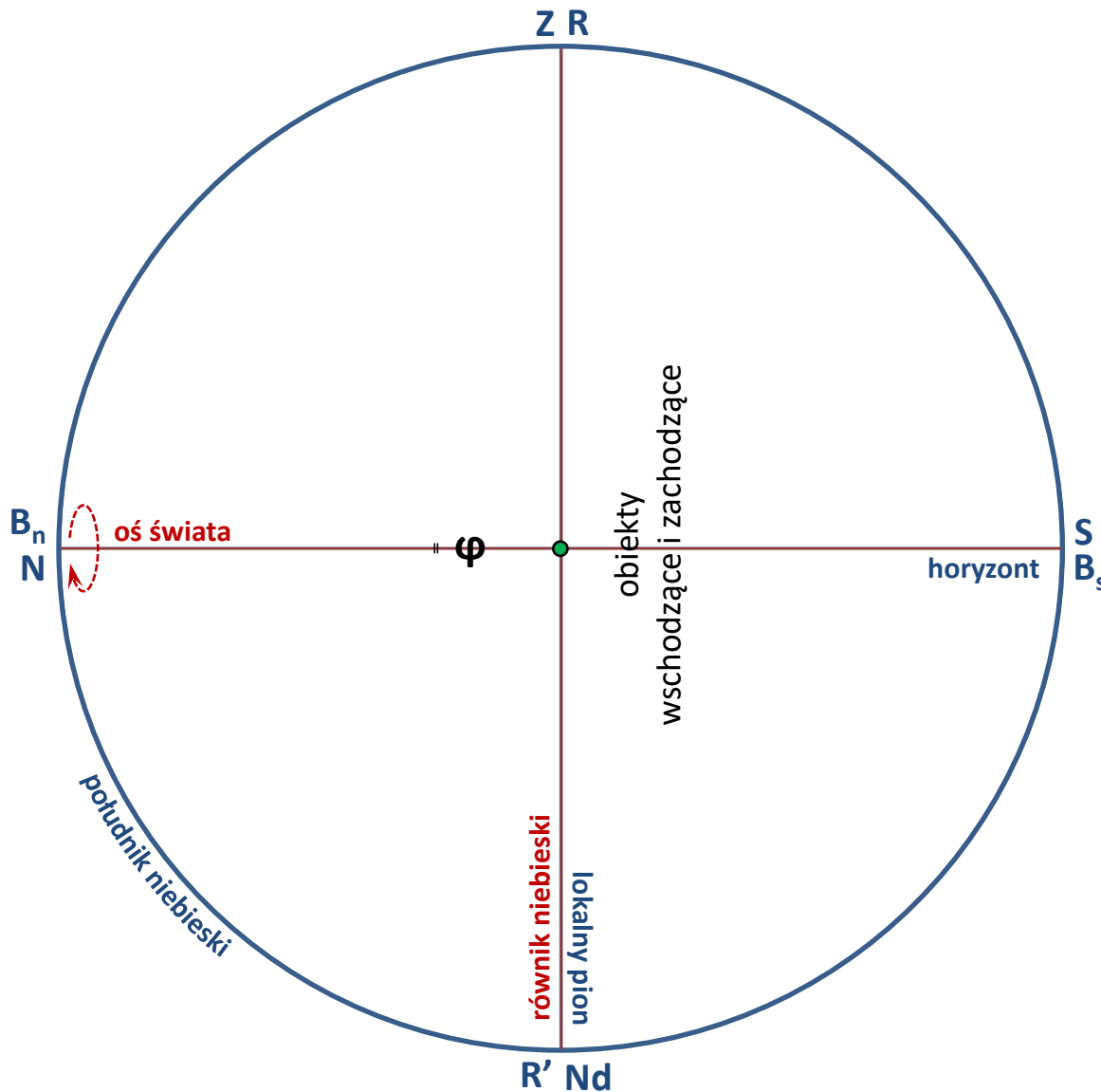
- objekty wschodzące i zachodzące

$$90^\circ - \varphi > \delta > -(90^\circ - \varphi)$$

Rozmiar tych obszarów zależy od szerokości geograficznej φ .

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska

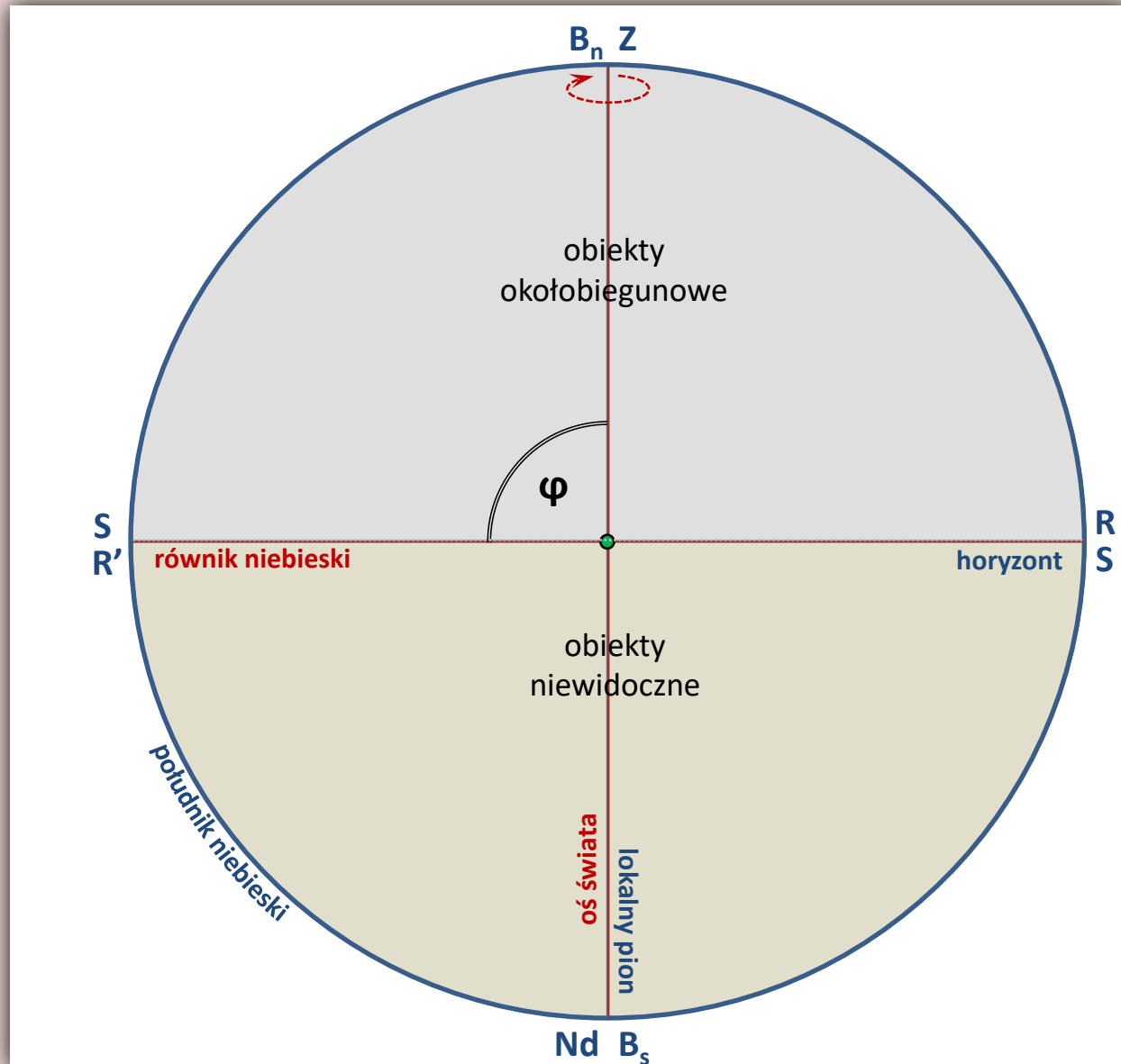


Szczególny przypadek –
**obserwator na równiku
geograficznym $\varphi = 0^\circ$:**

- równik niebieski prostopadły do horyzontu
- oś świata leży na horyzontcie
- wszystkie obiekty są wschodzące i zachodzące
- nie ma obiektów okołobiegunowych (niezachodzących) i niewidocznych (niewschodzących)
- w ciągu doby obiekty poruszają się po kołach prostopadłych do horyzontu

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Szczególny przypadek –
**obserwator na biegunie
geograficznym $\varphi = 90^\circ N$:**

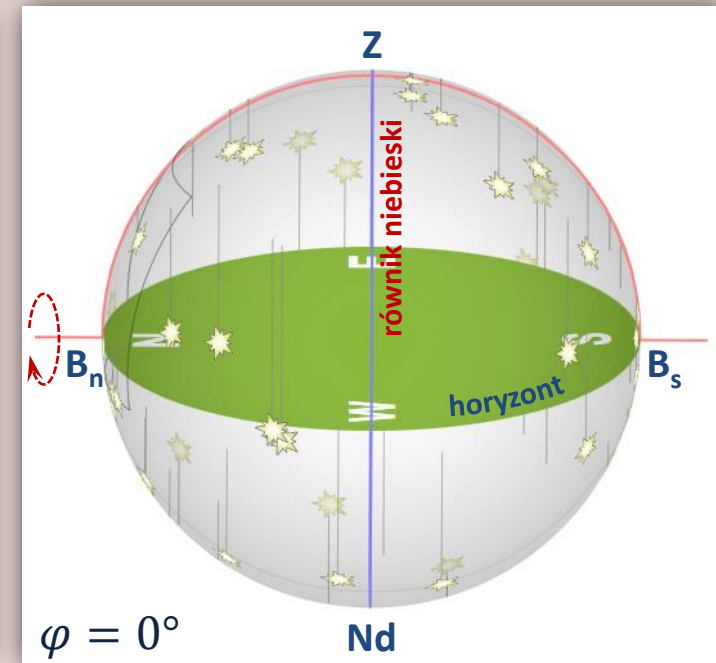
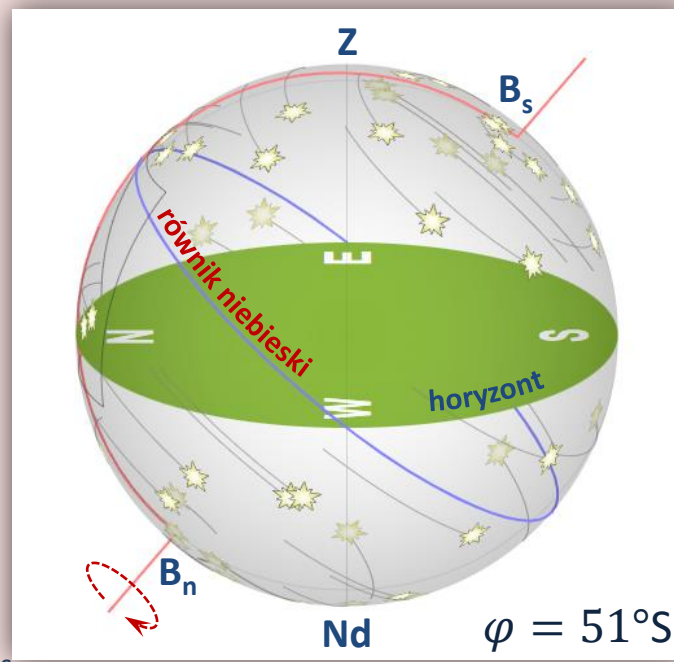
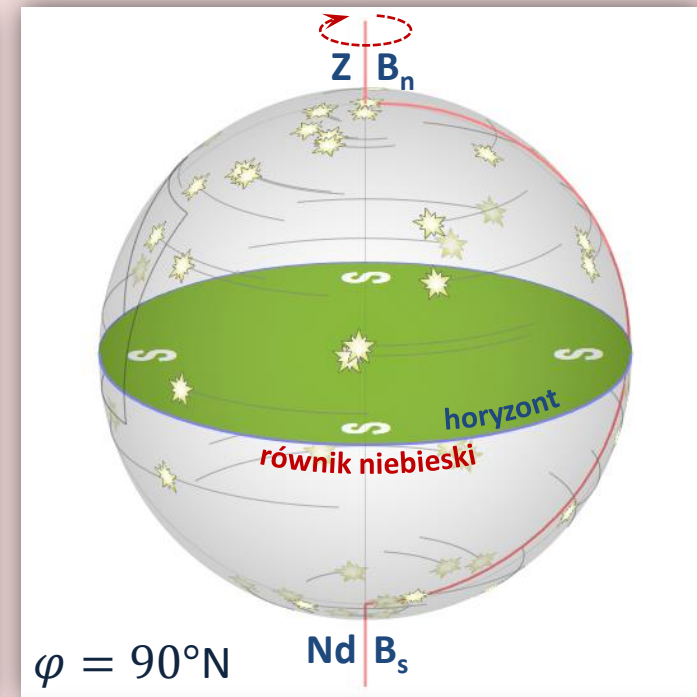
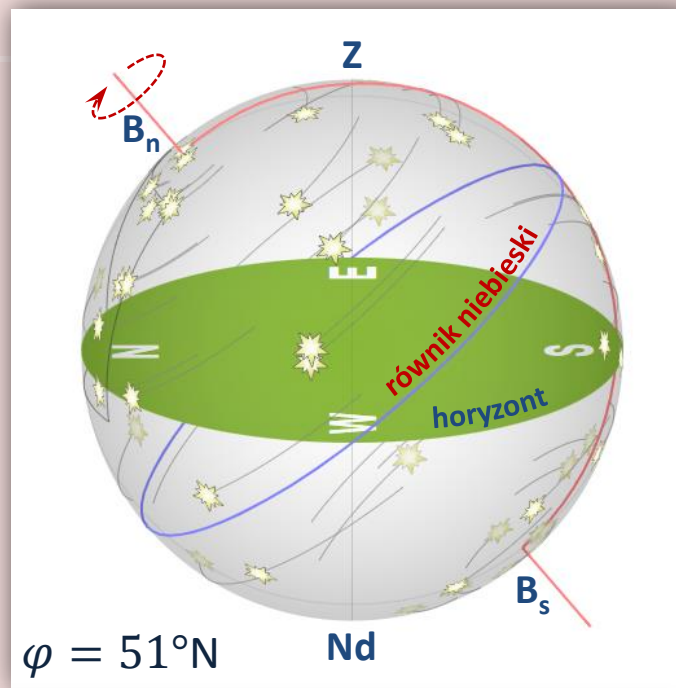
- równik niebieski leży na horyzoncie
- oś świata pokrywa się z lokalnym pionem
- niebo podzielona na dwie równe części: obiekty okołobiegunowe i obiekty niewidoczne
- nie ma obiektów wschodzących i zachodzących
- w ciągu doby obiekty poruszają się po kołach równoległych do horyzontu

widok w płaszczyźnie południka lokalnego – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska

Wracamy do pełnego widoku sfery niebieskiej 3D.

Zależność widoku i obrotu sfery niebieskiej od szerokości geograficznej obserwatora



sfera niebieska

Obrót sfery niebieskiej – pomoce dla wyobraźni

Stellarium

stellarium.org/pl/

University of Nebraska-Lincoln astronomy education

astro.unl.edu/video/demonstrationvideos

astro.unl.edu/smartphone

astro.unl.edu/smartphone/Switch

astro.unl.edu/smartphone/StarTrails



Obejrzy filmy pokazujące obrót nieba

www.youtube.com/watch?v=JmCNNHQ86NE

www.youtube.com/watch?v=t57DPnH06V0

sfera niebieska

Użycie współrzędne (t, δ) w obserwacjach

- teleskopy na montażu paralaktycznym



sfera niebieska



photopills.com

zobacz więcej zdjęć „star trails” i poradnik jak wykonać takie zdjęcia
www.photopills.com/articles/star-trails-photography-guide

sfera niebieska



sfera niebieska

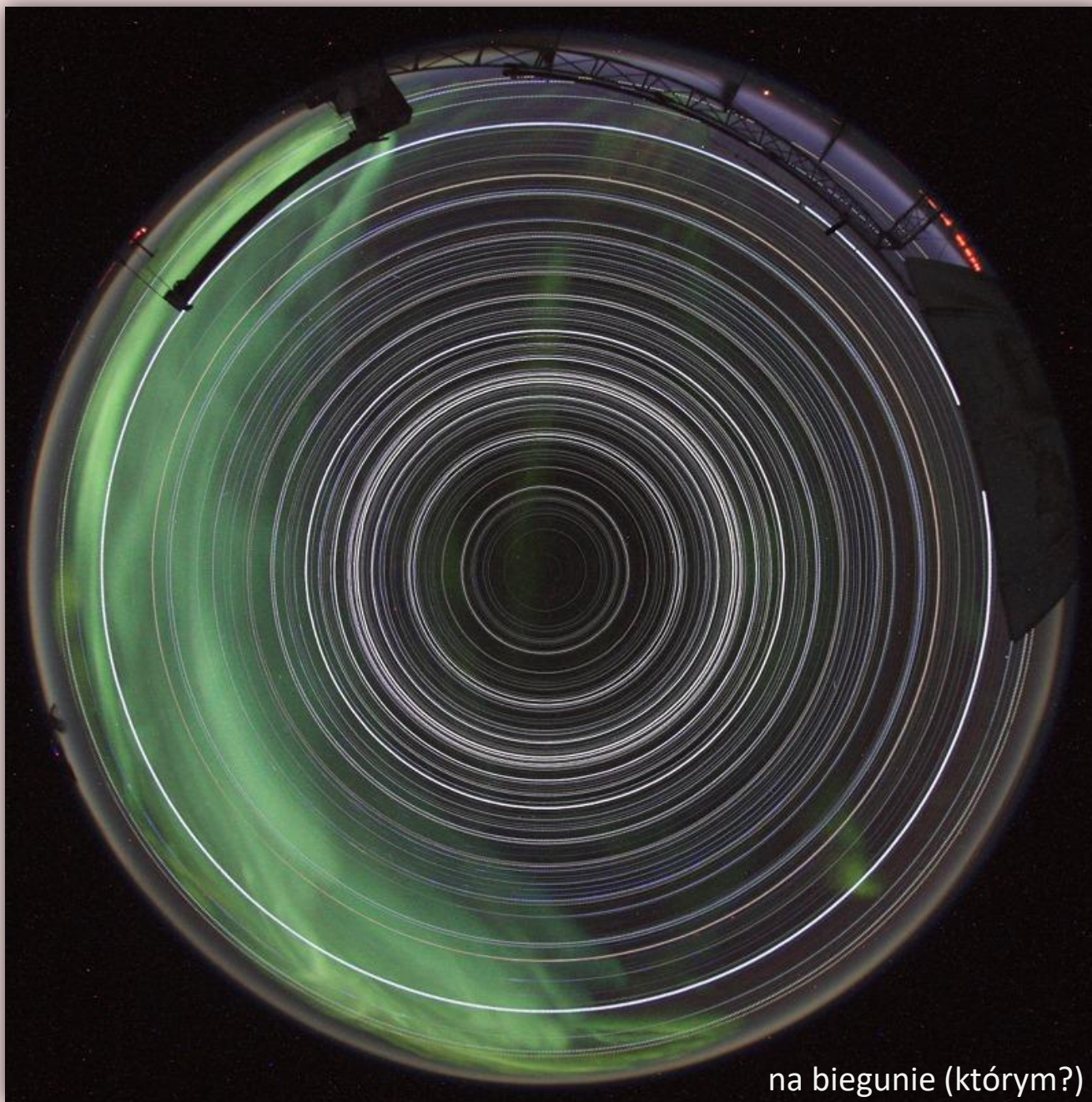


sfera niebieska



kąt jaki tworzy tor ruchu obiektu z horyzontem w momencie wschodu i zachodu zawiera się w przedziale $\langle 0^\circ, 90^\circ - \varphi \rangle$

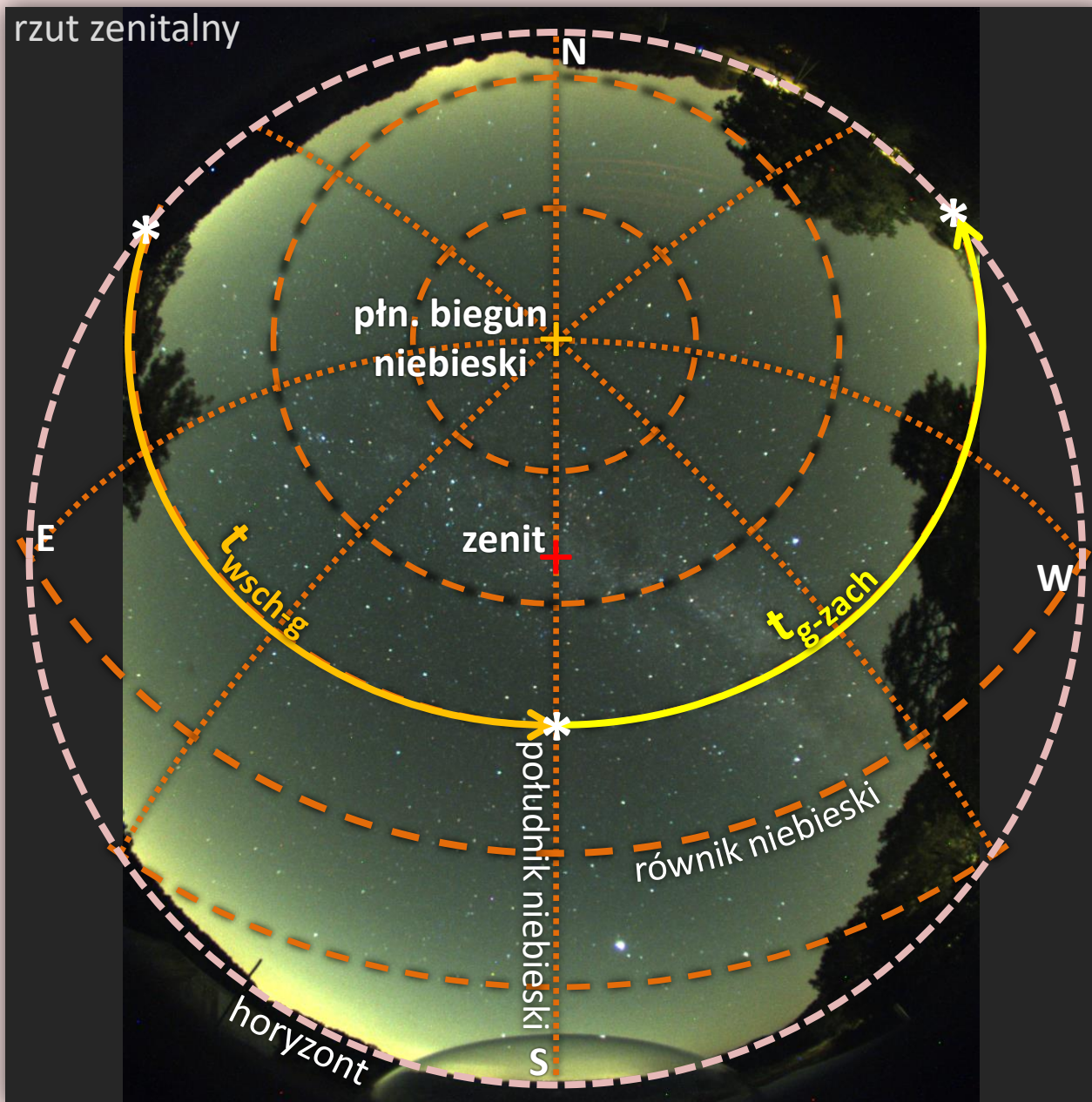
sfera niebieska



na biegunie (którym?)

sfera niebieska

rzut zenitalny



Dla obiektów wschodzących i zachodzących

Łuk, który gwiazda zakreśla nad horyzontem, jest dzielony na dwie równe części przez południk niebieski.

Kąty:

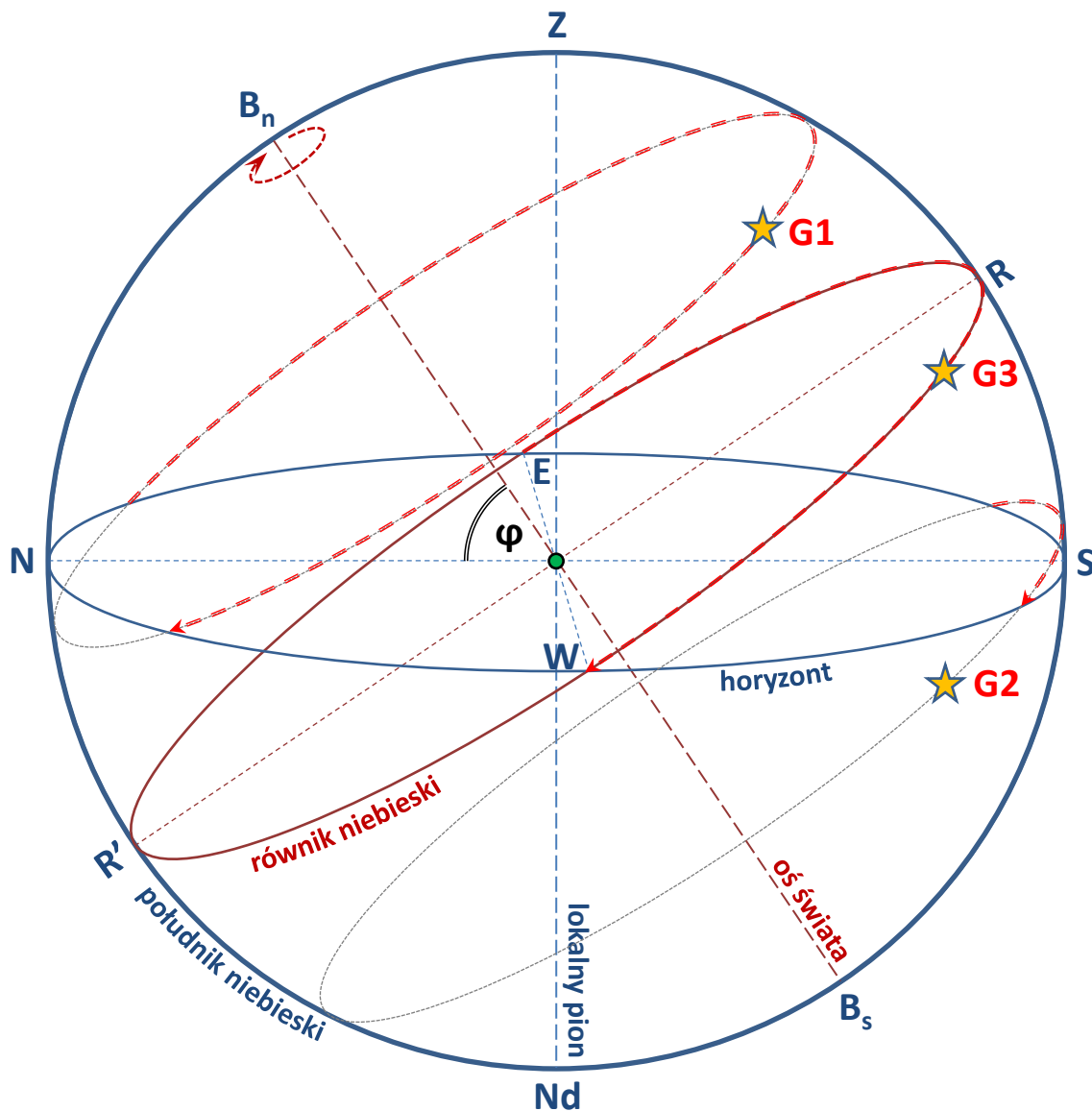
- t_{g-zach} – kąt zakreślany od górowania do zachodu (czyli kąt godzinny w momencie zachodu)
- t_{wsch-g} – kąt zakreślany od wschodu do górowania

są sobie równe.

Czas przez jaki obiekt znajduje się nad horyzontem $t_{h>0}$ wynosi więc dwukrotność kąta godzinnego w momencie zachodu:

$$t_{h>0} = 2 \times t_{g-zach}$$

sfera niebieska



Dla obiektów wschodzących i zachodzących

Przez jaką część doby obiekt widoczny jest nad horyzontem?

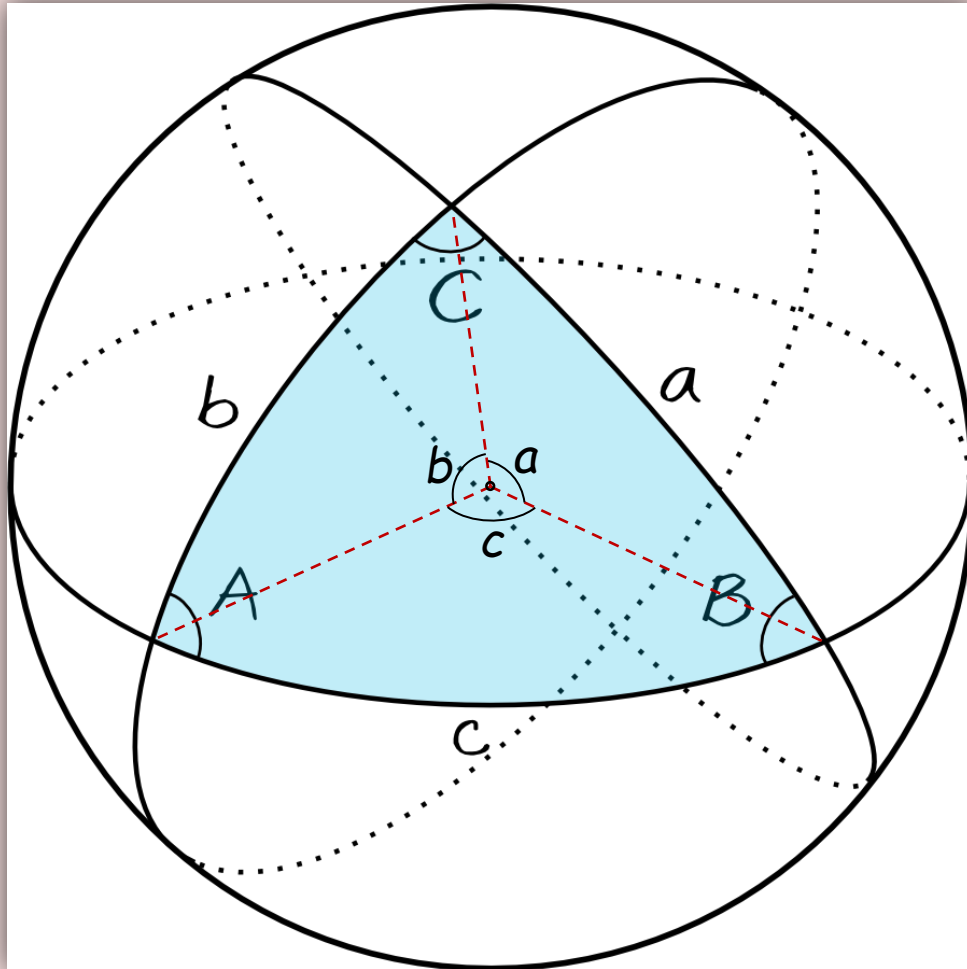
- obiekt G1 jest nad horyzontem przez większą część doby
- obiekt G2 jest nad horyzontem przez mniejszą część doby
- obiekt G3 (położony na równiku niebieskim) jest nad horyzontem przez dokładnie pół doby *

$t_{h>0}$ zależy to od δ i φ
(jak? zadanie na ćwiczenia)

* zanedbujemy na razie efekty atmosferyczne

widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



Trójkąt sferyczny – figura tworzona przez trzy łuki kół wielkich.

- a, b, c – boki trójkąta sferycznego (łuki trzech kół wielkich)
- A, B, C – kąty trójkąta sferycznego

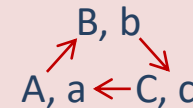
Wzory do trójkątów sferycznych (jeden zestaw):

$$\sin a \sin B = \sin b \sin A$$

$$\sin a \cos B = \cos b \sin c - \sin b \cos c \cos A$$

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

Dokonując zmian kątów

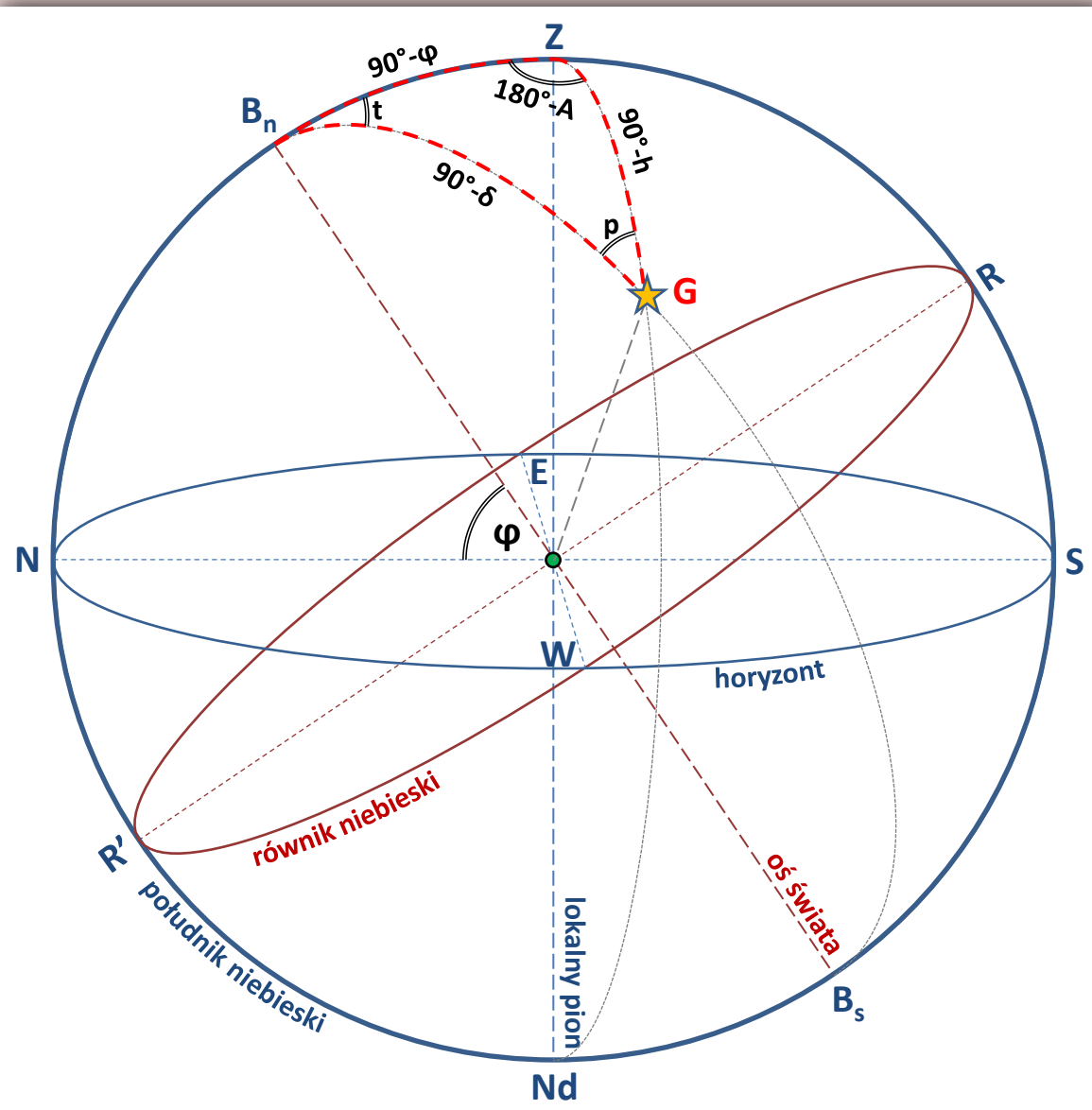


można otrzymać pozostałe dwa zestawy równań.

Ponadto:

- Jeśli jeden z kątów A, B, C ma 90° to mamy **trójkąt sferyczny prostokątny**
- W trójkącie sferycznym możemy mieć dwa lub trzy kąty proste.

sfera niebieska



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

Trójkąt paralaktyczny – trójkąt sferyczny wyznaczony przez punkty: zenit **Z**, biegun niebieski **B_n** i obiekt **G**.

Boki trójkąta paralaktycznego:

- $B_n Z: 90^\circ - \varphi$
- $ZG: 90^\circ - h$
- $B_n G: 90^\circ - \delta$

Kąty trójkąta paralaktycznego:

- przy punkcie **Z**: $180^\circ - A$ (A - azymut)
- przy punkcie **B_n**: t (kąt godzinny)
- przy punkcie **G**: p (kąt paralaktyczny)

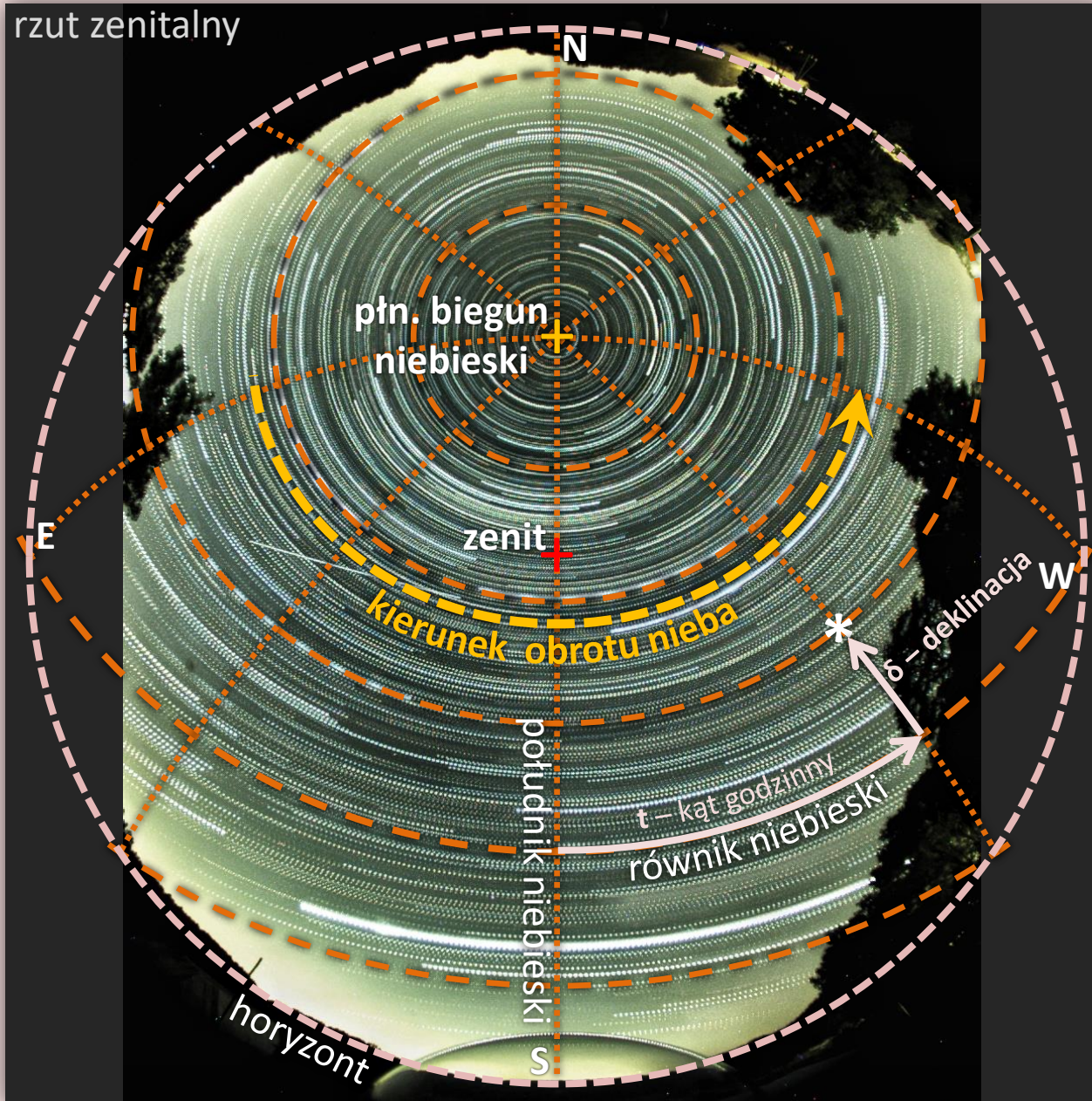
Trójkąt paralaktyczny pozwala:

- przeliczyć współrzędne (A, h) na (t, δ) lub na odwrót
- obliczyć kąt godzinny obiektu w momencie zachodu (wschodu)
- ...

wskazówka: do obliczeń użyj wzorów z poprzedniego slajdu

sfera niebieska

rzut zenitalny



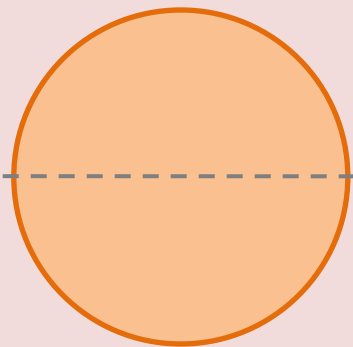
Cechy współrzędnych w pierwszym układzie równikowym:

- deklinacja stała w czasie, nie zależy od miejsca obserwacji*
- kąt godzinny zależny od czasu i miejsca obserwacji

Potrzebujemy układu sferycznego, w którym obie współrzędne są stałe w czasie.

Czy możemy mieć „Greenwich” na sferze niebieskiej?

sfera niebieska



Słońce

płaszczyzna
równika

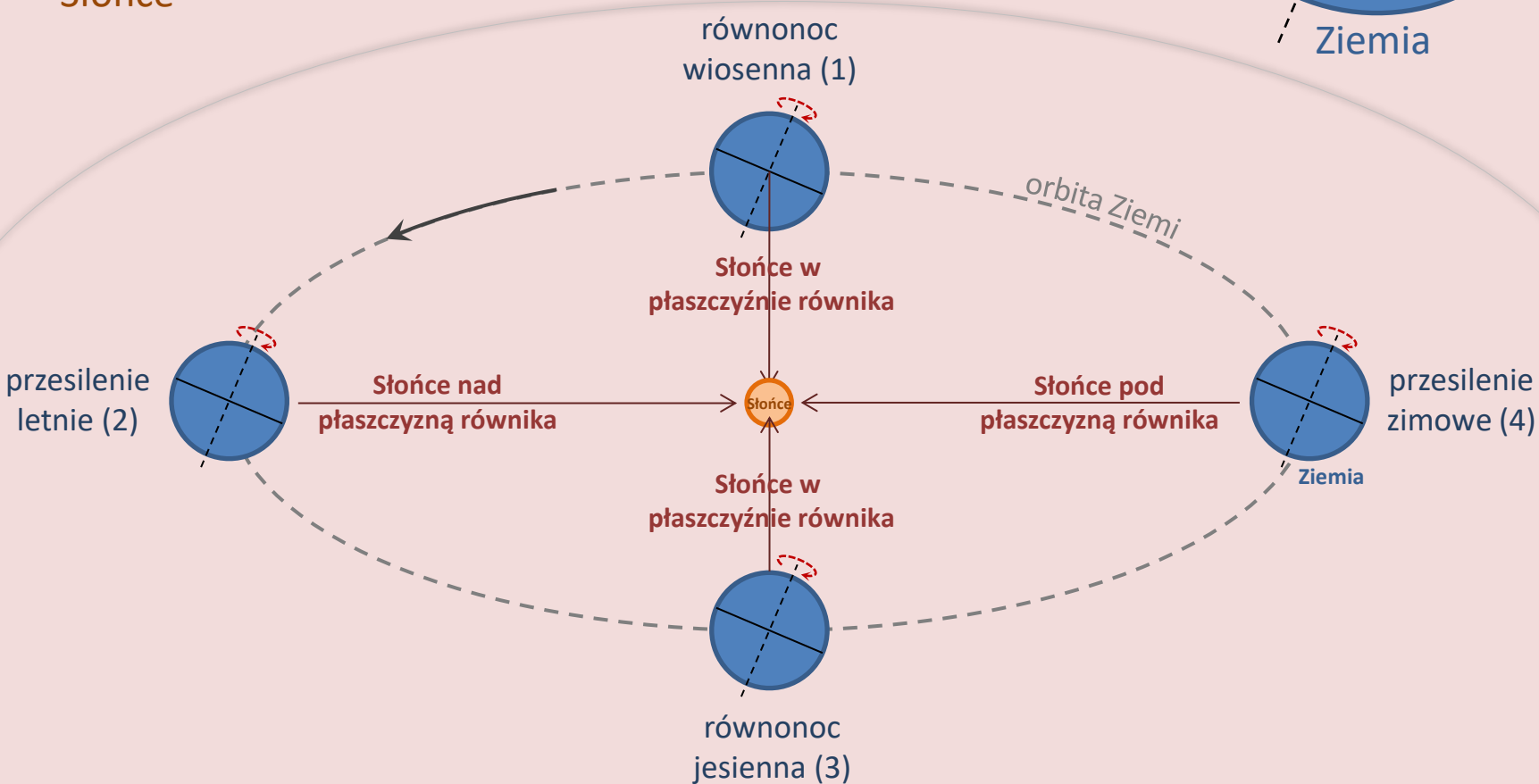
płaszczyzna
orbity Ziemi

ϵ

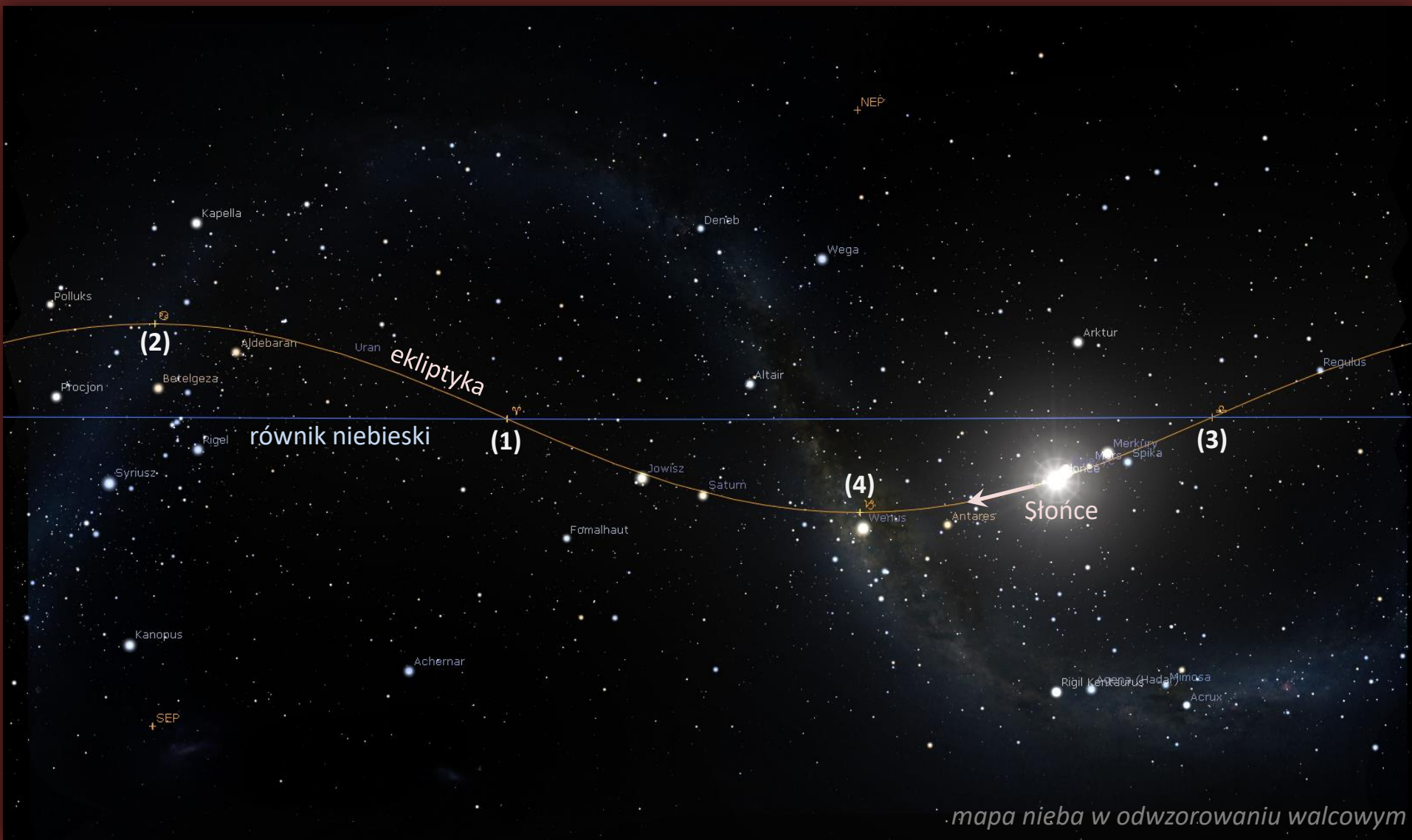
równik

Ziemia

kąt ϵ obecnie wynosi $23^{\circ}26'12''$



sfera niebieska



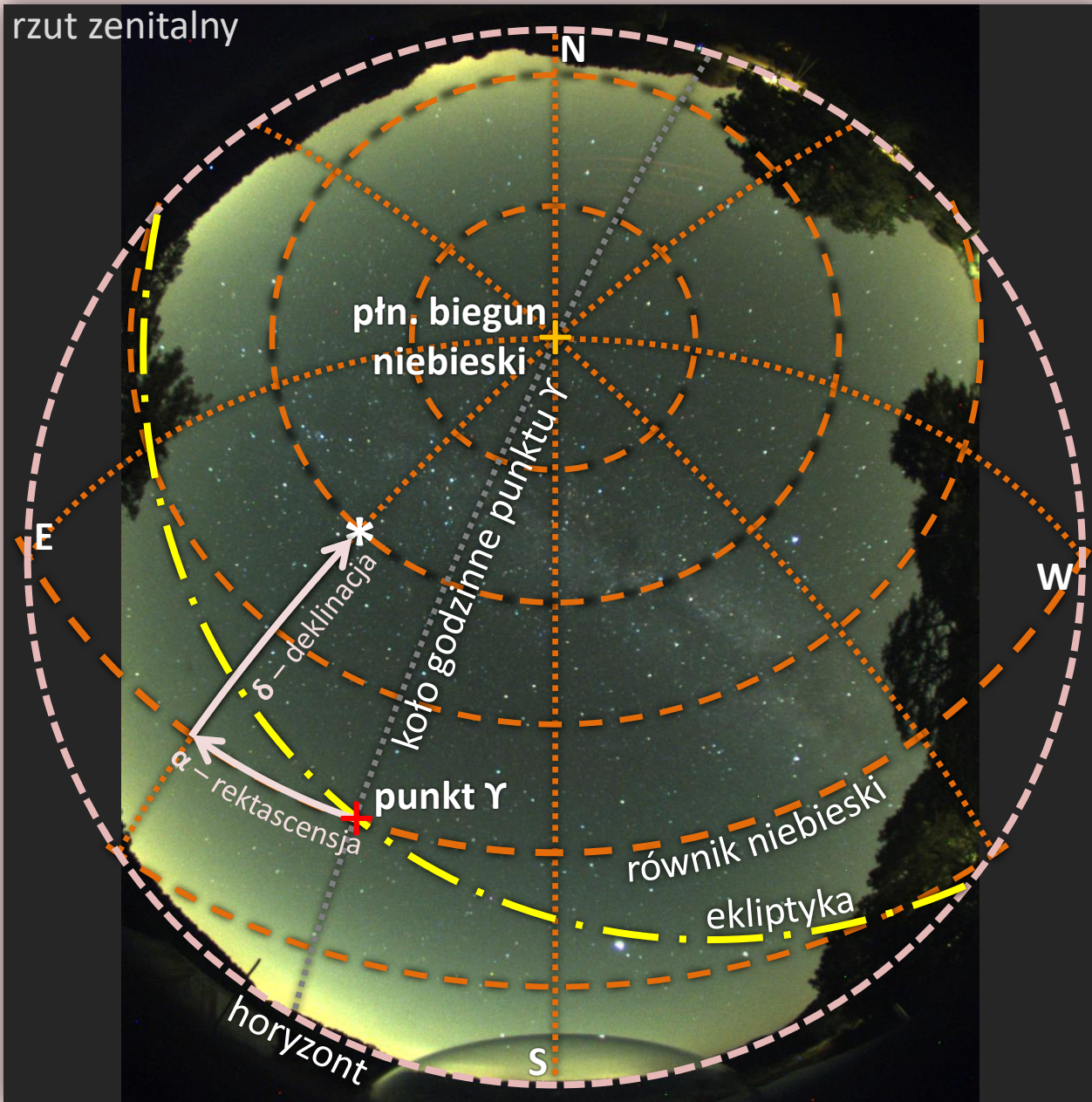
.mapa nieba w odwzorowaniu walcowym

ekliptyka – rzut orbity Ziemi na sferę niebieską, tor zakresłany przez Słońce na niebie w ciągu roku (dla obserwatora na Ziemi)

(1) punkt Barana Υ – Słońce (ekliptyka) przechodzi z pod równika niebieskiego nad równik niebieski

sfera niebieska

rzut zenitalny



Podejście nr 2: do konstrukcji układu współrzędnych wykorzystamy:

- bieguny niebieskie (oś świata)
- równik niebieski
- punkt Barana („Greenwich” na sferze niebieskiej)

W układzie tym mamy dwie współrzędne:

- **deklinacja, δ** – położenie obiektu względem równika niebieskiego
- **rektascensja, α** – położenie obiektu względem półkola godzinnego punktu Barana

Układ ten nosi nazwę **układu równikowego drugiego** lub **układu równikowego równonocnego**

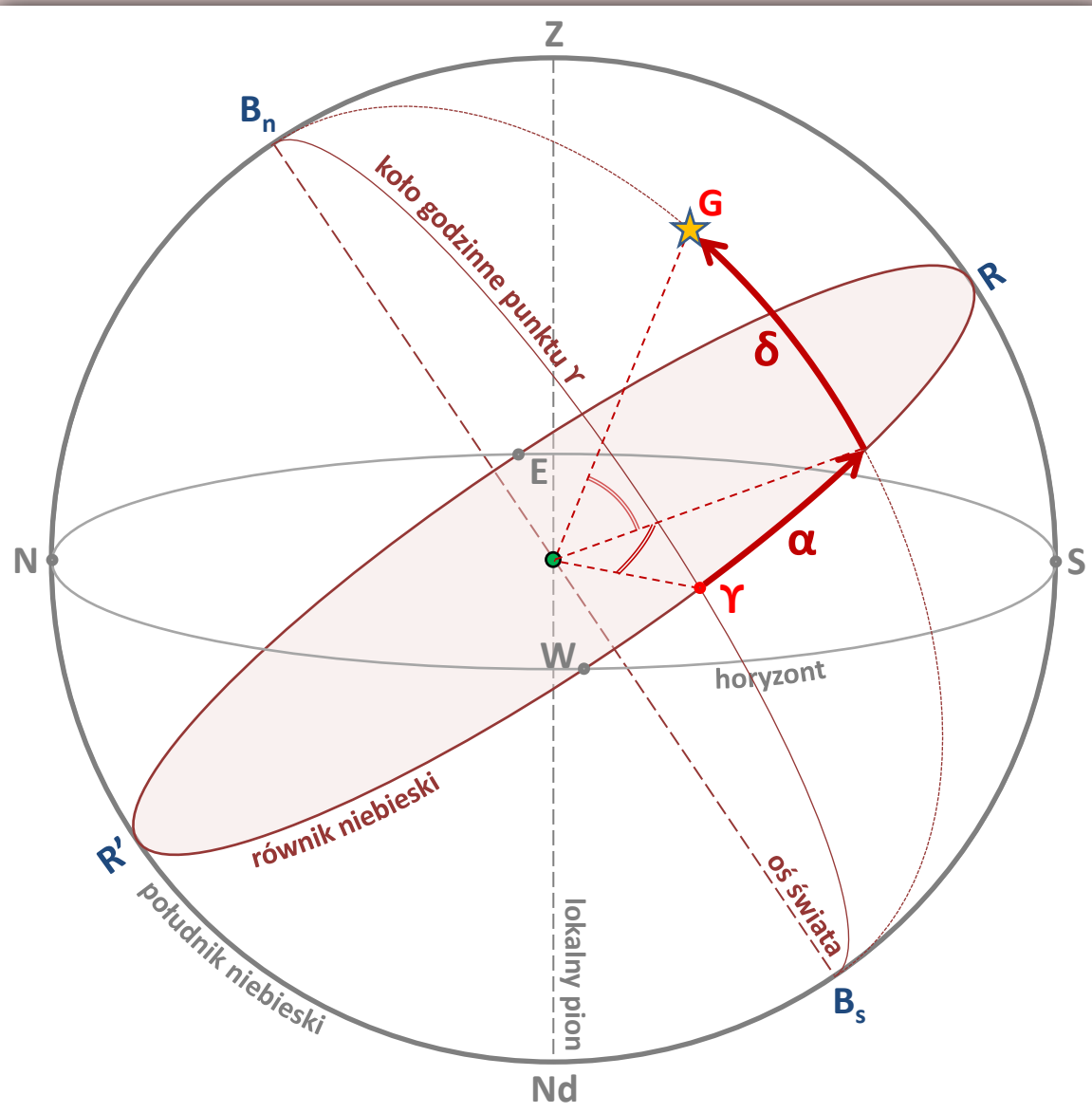
sfera niebieska

Elementy układu równikowego drugiego:

- **równik niebieski** – koło podstawowe układu (prostopadłe do osi świata)
- **oś świata** – oś główna układu wyznaczona przez oś obrotu Ziemi
- **bieguny niebieskie B_n, B_s** – wyznaczone przez kierunek osi świata
- **półkole godzinne punktu Υ** – półkole początkowe przechodzące przez punkt równonocy wiosennej
- **koło godzinne** – dowolne koło wielkie przechodzące przez bieguny niebieskie
- **równoleżnik niebieski** – dowolne koło małe prostopadłe od osi świata

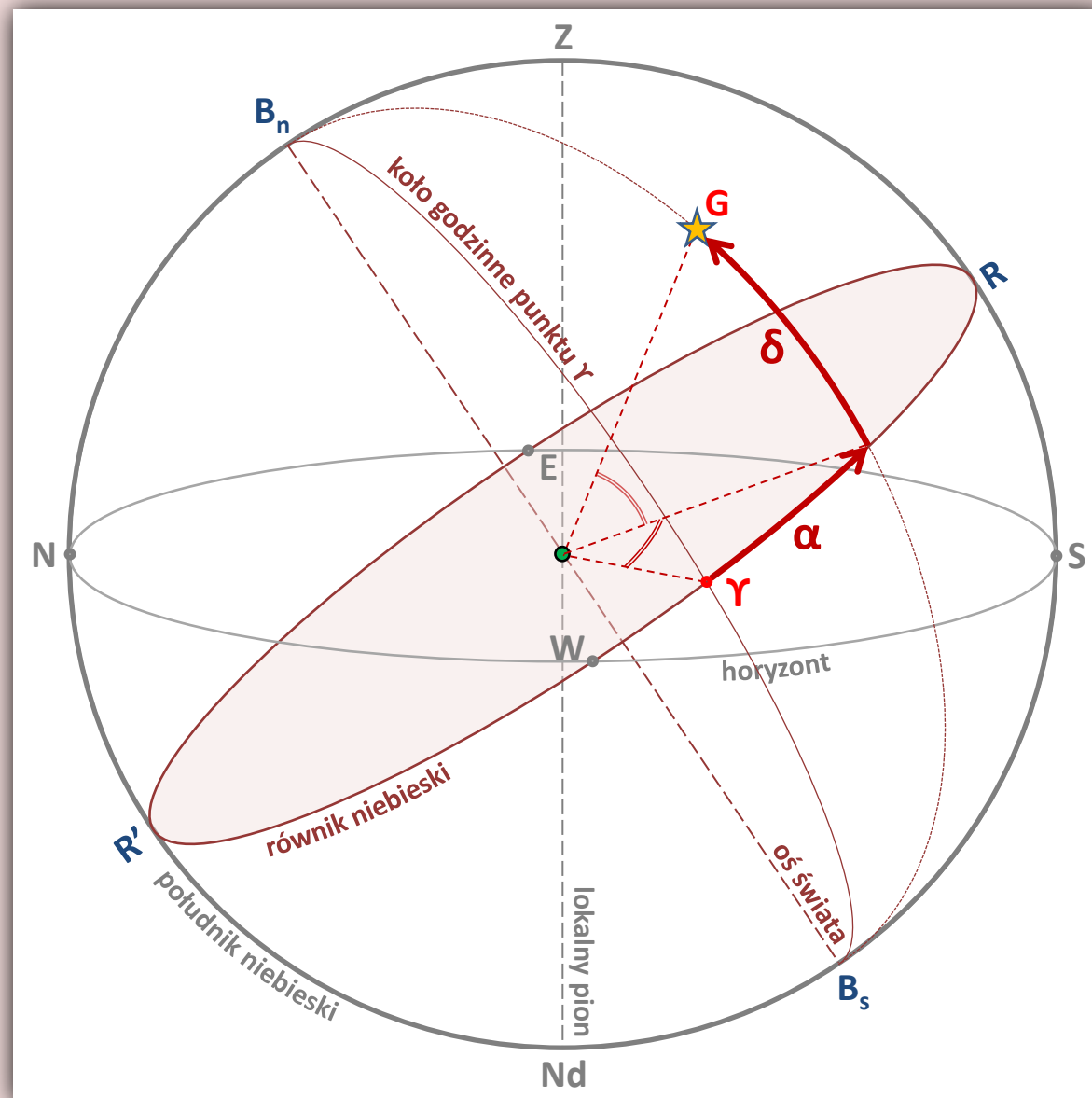
Współrzędne (α, δ):

- **rektascensja (α)** – kąt dwuścienny między półkolem godzinnym punktu Υ a półkolem godzinnym przechodzącym przez obiekt
- **deklinacja (δ)** – kąt pomiędzy płaszczyzną równika niebieskiego a kierunkiem na obiekt



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

sfera niebieska



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

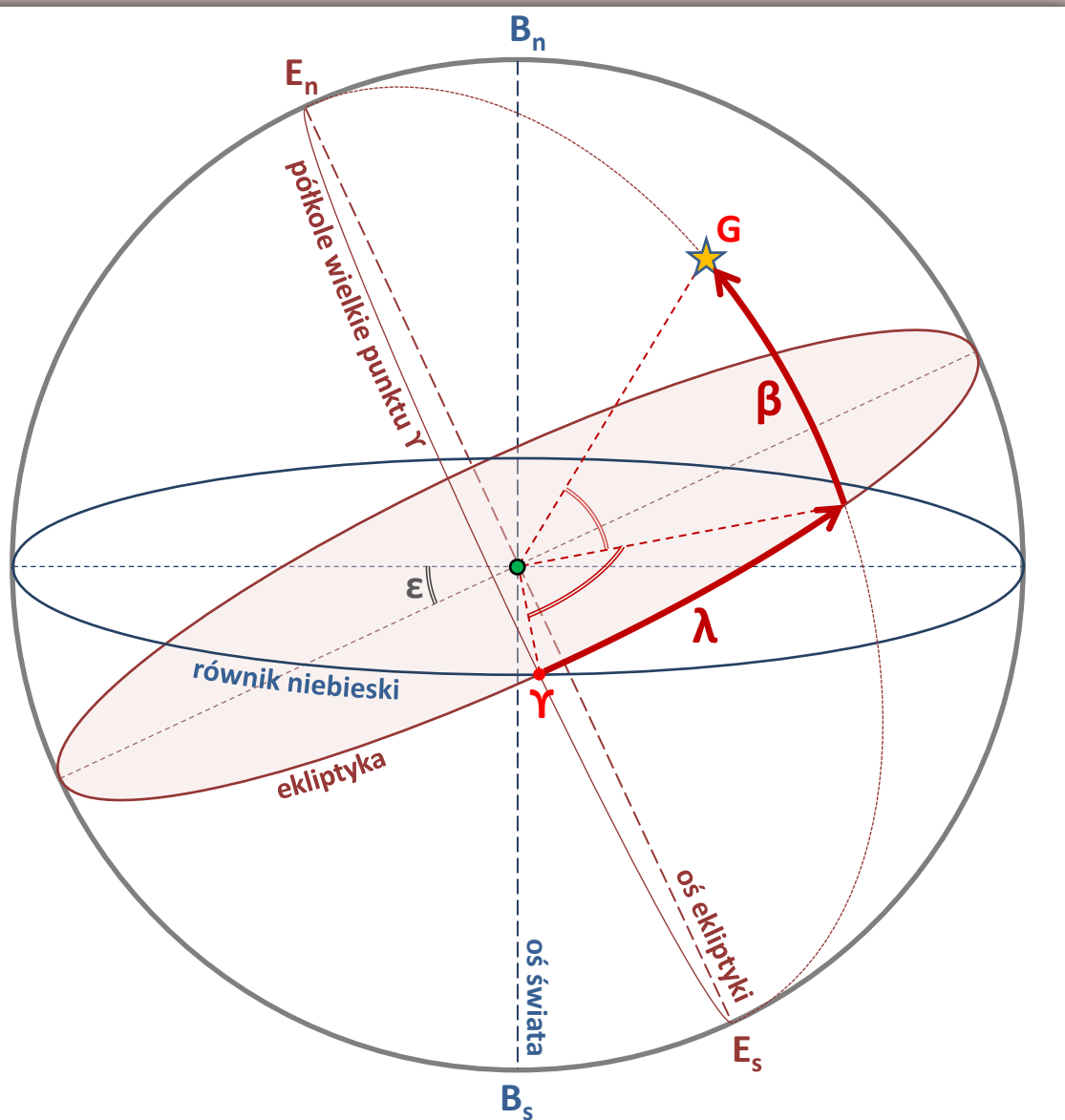
Jak są liczone współrzędne?

- **δ** : od 0° do $+90^\circ$ (nad równikiem niebieskim)
od 0° do -90° (pod równikiem niebieskim)
 $\delta = 0^\circ$ na równiku niebieskim
- **α** : od 0^h do 24^h (liczony w kierunku rocznego ruchu Słońca)
 $\alpha = 0^h$ na półkolu godzinnym punktu γ

Współrzędne (α , δ) odgrywają w astronomii rolę podobną do współrzędnych geograficznych w geografii (mapy nieba, atlasy), ale nie są stałe w czasie:

- precesja i nutacja
- ruchy własne obiektów
- paralaksa
- aberracja światła
- atmosfera (refrakcja)

sfera niebieska



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

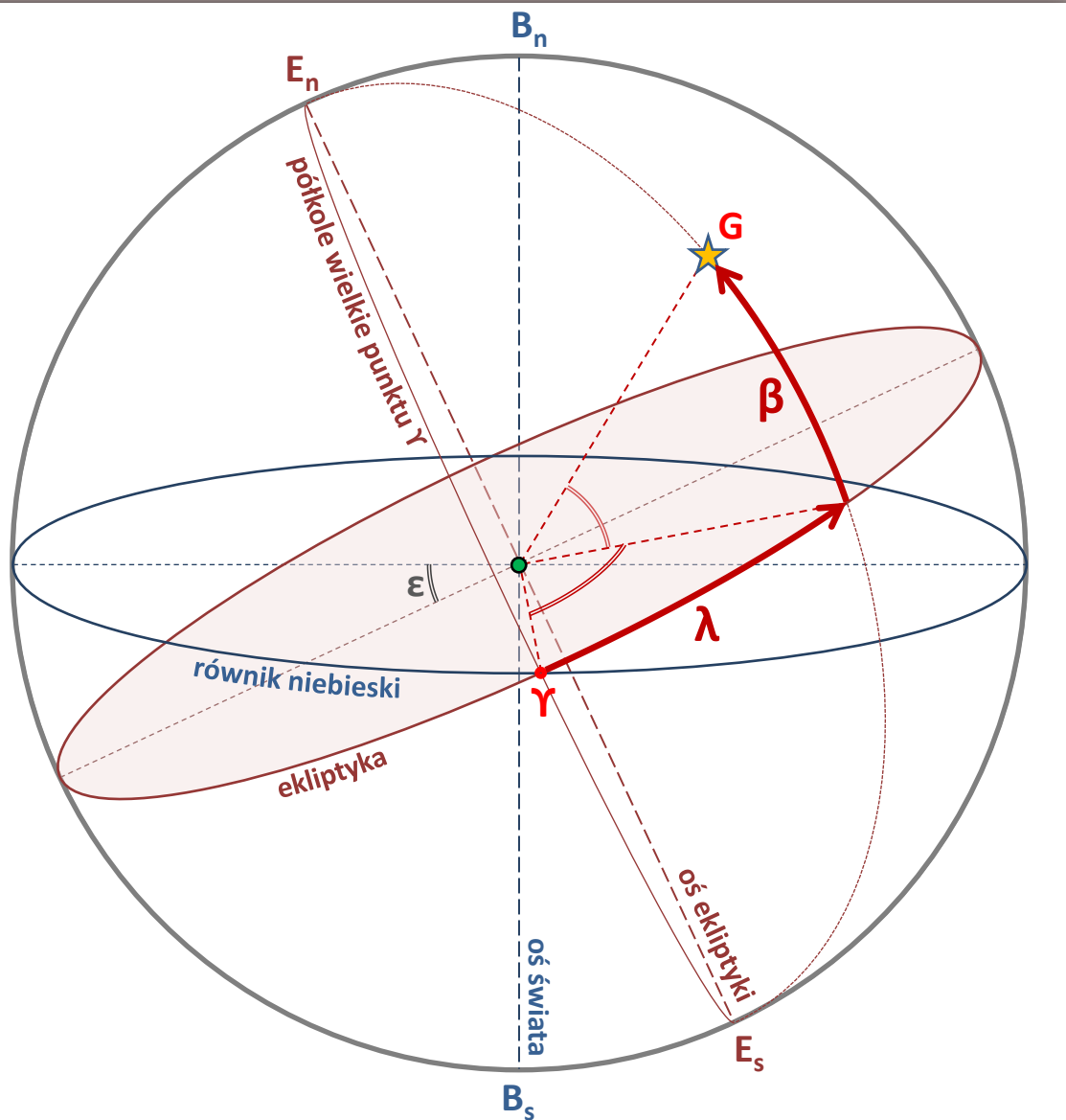
Elementy układu ekliptycznego:

- **ekliptyka** – koło podstawowe układu (płaszczyzna wyznaczona przez orbitę Ziemi)
- **półkole wielkie punktu γ** – półkole początkowe przechodzące przez punkt równonocy wiosennej
- **„południk ekliptyczny”** – dowolne półkole wielkie przechodzące przez bieguny ekliptyki
- **bieguny ekliptyki E_n, E_s** – wyznaczone przez kierunek osi ekliptyki (oś prostopadła do płaszczyzny ekliptyki)

Współrzędne (λ, β):

- **długość ekliptyczna (λ)** – kąt dwuścienny między półkolem wielkim punktu γ a półkolem wielkim przechodzącym przez obiekt
- **szerokość ekliptyczna (β)** – kąt pomiędzy płaszczyzną ekliptyki a kierunkiem na obiekt

sfera niebieska



widok z zewnątrz sfery – obserwator jest w punkcie ●

Jak są liczone współrzędne?

- β : od 0° do $+90^\circ$ (nad ekliptyką)
od 0° do -90° (pod ekliptyką)
 $\beta = 0^\circ$ na ekliptyce
- λ : od 0° do 360° (liczony w kierunku rocznego ruchu Słońca)
 $\lambda = 0^\circ$ na półkolu wielkim punktu γ

Współrzędne (λ , β) używane są najczęściej do opisu położenia obiektów Układu Słonecznego. Stosowane już w starożytności.

Dla Słońca zawsze $\beta = 0^\circ$

Dla planet β zawiera się w wąskim przedziale około $(-8^\circ, +8^\circ)$