

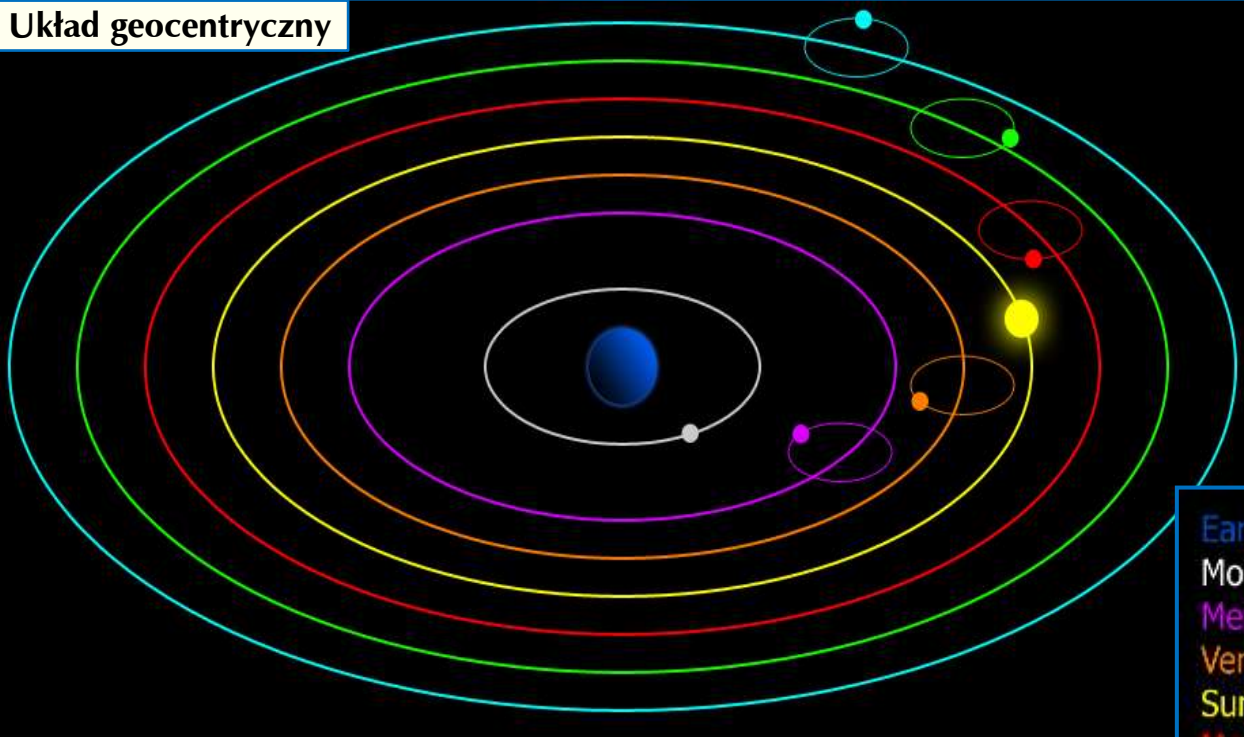
II. Ziemia we wszechświecie

2. Ruch obiegowy Ziemi

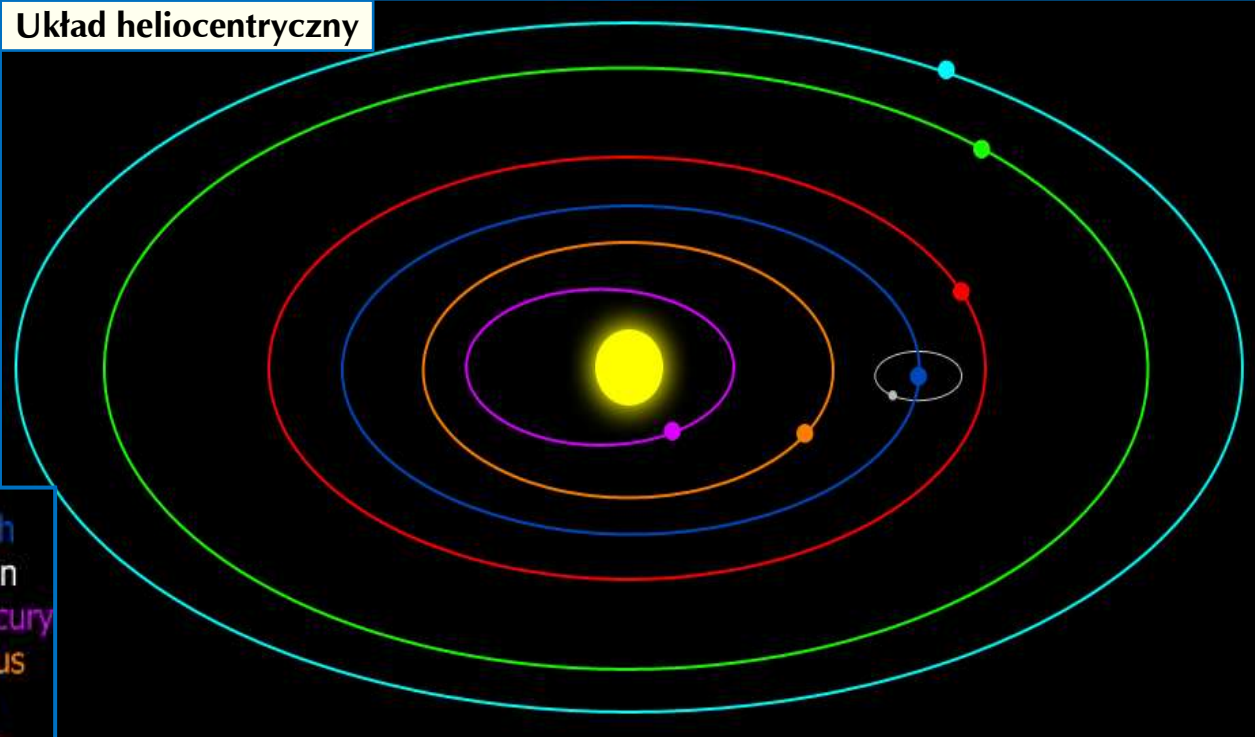
Ruch obiegowy Ziemi

- Ziemia obiega gwiazdę znajdującą się w środku naszego układu planetarnego, czyli Słońce.
- Ta konstatacja, dzisiaj absolutnie niekwestionowana, z trudem dochodziła do powszechnej świadomości, ponieważ dawniej myślano, że to Ziemia mieści się w centrum wszechświata, a wokół niej krążą pozostałe planety (**teoria geocentryczna**).
- W XVIII wieku **heliocentryczna koncepcja budowy świata**, stworzona przez Kopernika i udoskonalona przez innych naukowców i badaczy, była już jednak powszechnie przyjmowana.

Układ geocentryczny



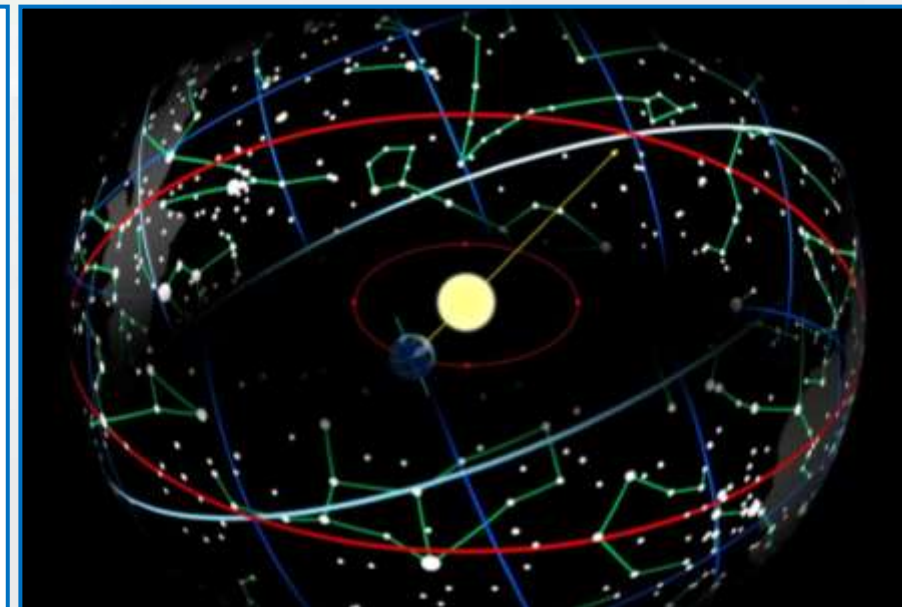
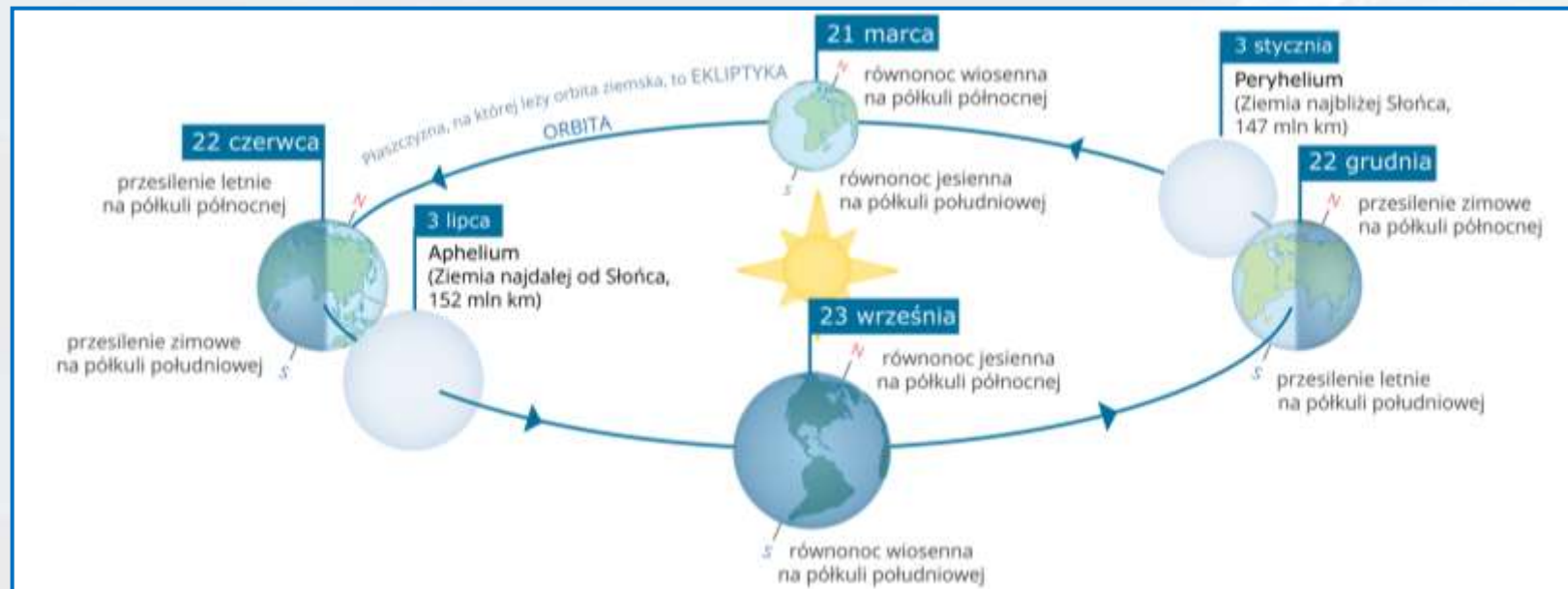
Układ heliocentryczny



Earth
Moon
Mercury
Venus
Sun
Mars
Jupiter
Saturn

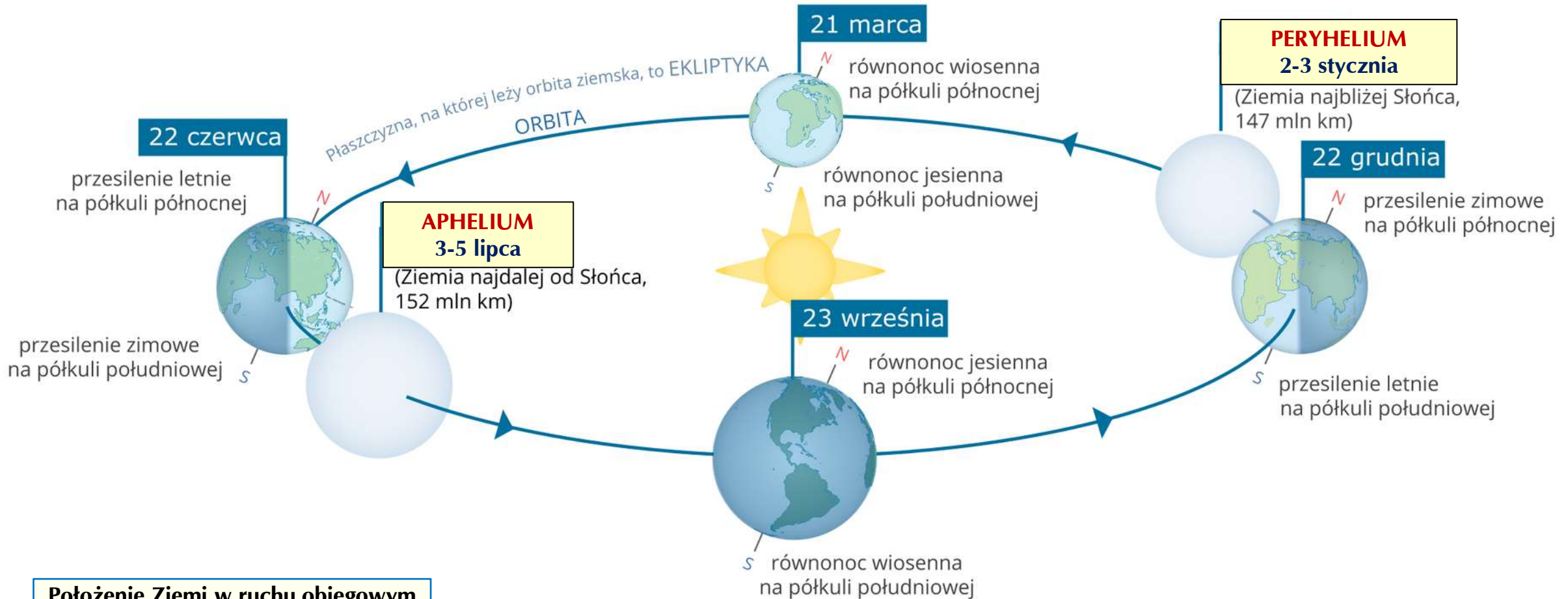
Kształt Orbity Ziemi

- **Mikołaj Kopernik** opisując ruch Ziemi wokół Słońca, posługiwał się **orbitą kołistą**.
 - Gdyby taki był rzeczywisty kształt orbity, to odległość Ziemi od Słońca byłaby w każdym miejscu jednakowa, tak samo zresztą, jak prędkość kątowna Ziemi.
 - Słońce w swym rocznym “ruchu” po sferze niebieskiej poruszałoby się również ze stałą prędkością kątowną.
 - Z obserwacji wykazano jednak dowody na **eliptyczny kształt orbity Ziemi**:
 - **widomy ruch roczny Słońca na niebie** jest niejednostajny;
 - **średnica kątowna Słońca** (wielkość tarczy) zmienia się w ciągu roku;
 - kiedy Ziemia znajduje się dalej od Słońca, tarcza ta jest mniejsza, a kiedy bliżej – większa;
 - obliczenia te pozwoliły Johannesowi Keplerowi (1571-1630) na stwierdzenie eliptycznego kształtu orbity Ziemi.
 - Z uwagi na grawitacyjne oddziaływania innych planet rzeczywisty kształt orbity Ziemi i orbit innych planet nieco **odbiega od kształtu elipsy** – zjawisko to nazywamy **perturbacją** (łac. “zaburzenie”).



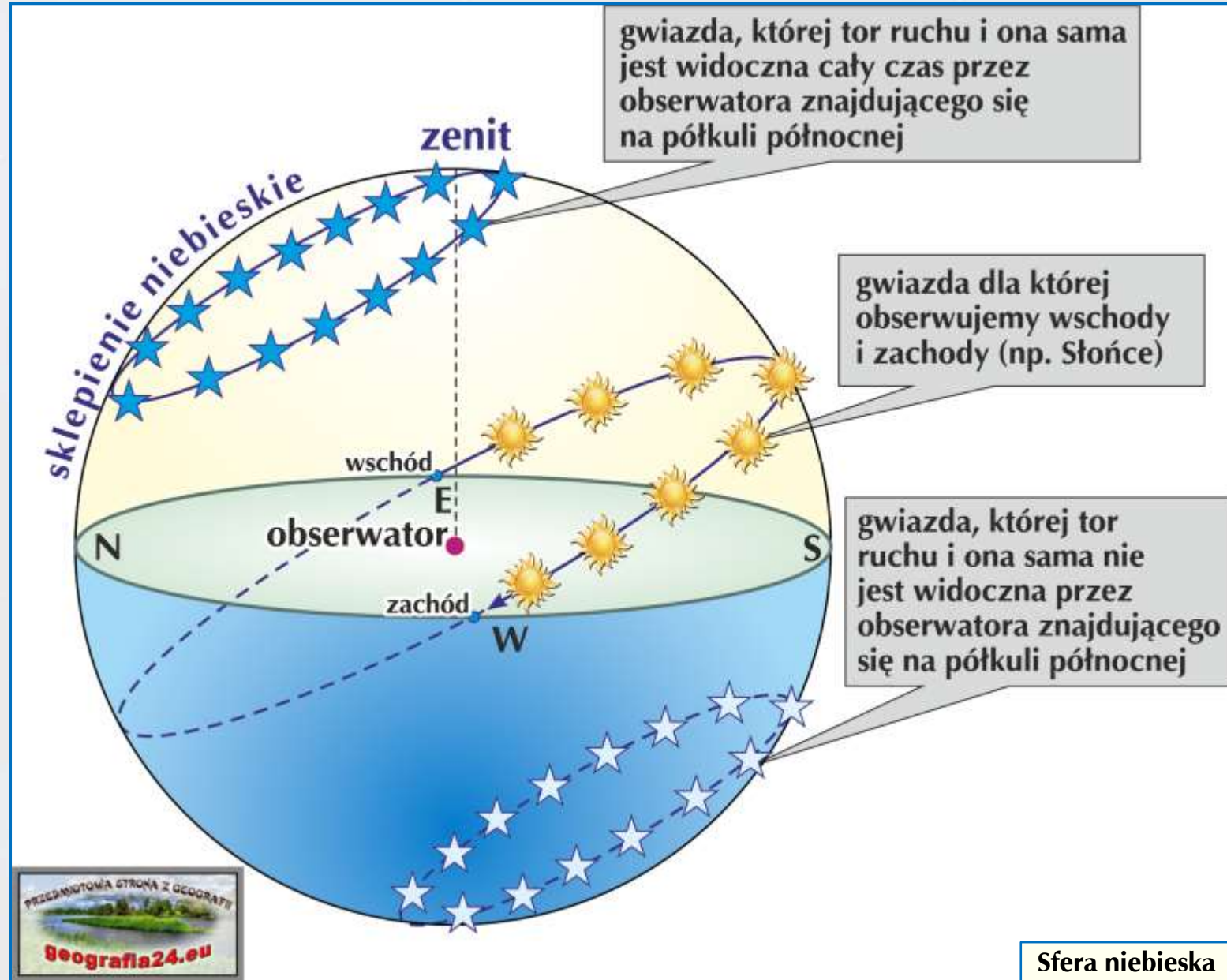
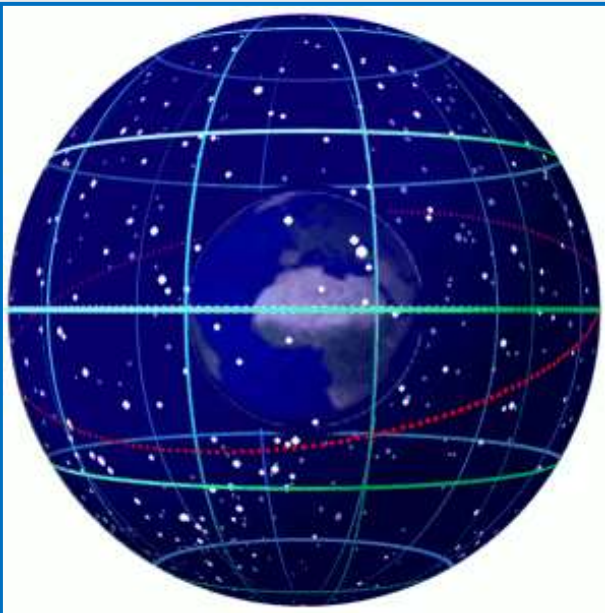
Odległość: Ziemia - Słońce

- Średnia odległość Ziemi od Słońca wynosi **149 600 000 km**.
- Wartość ta stanowi podstawę pomiarów odległości w Układzie Słonecznym i nazywamy ją **jednostką astronomiczną**.
- Ze względu na eliptyczny kształt orbity Ziemi odległość ta się zmienia - waha się:
 - od **147 milionów km** (**peryhelium** – punkt przy słoneczny – występuje 2-3 stycznia);
 - do **152 milionów km** (**aphelium** – punkt odsloneczny – występuje 3-5 lipca).



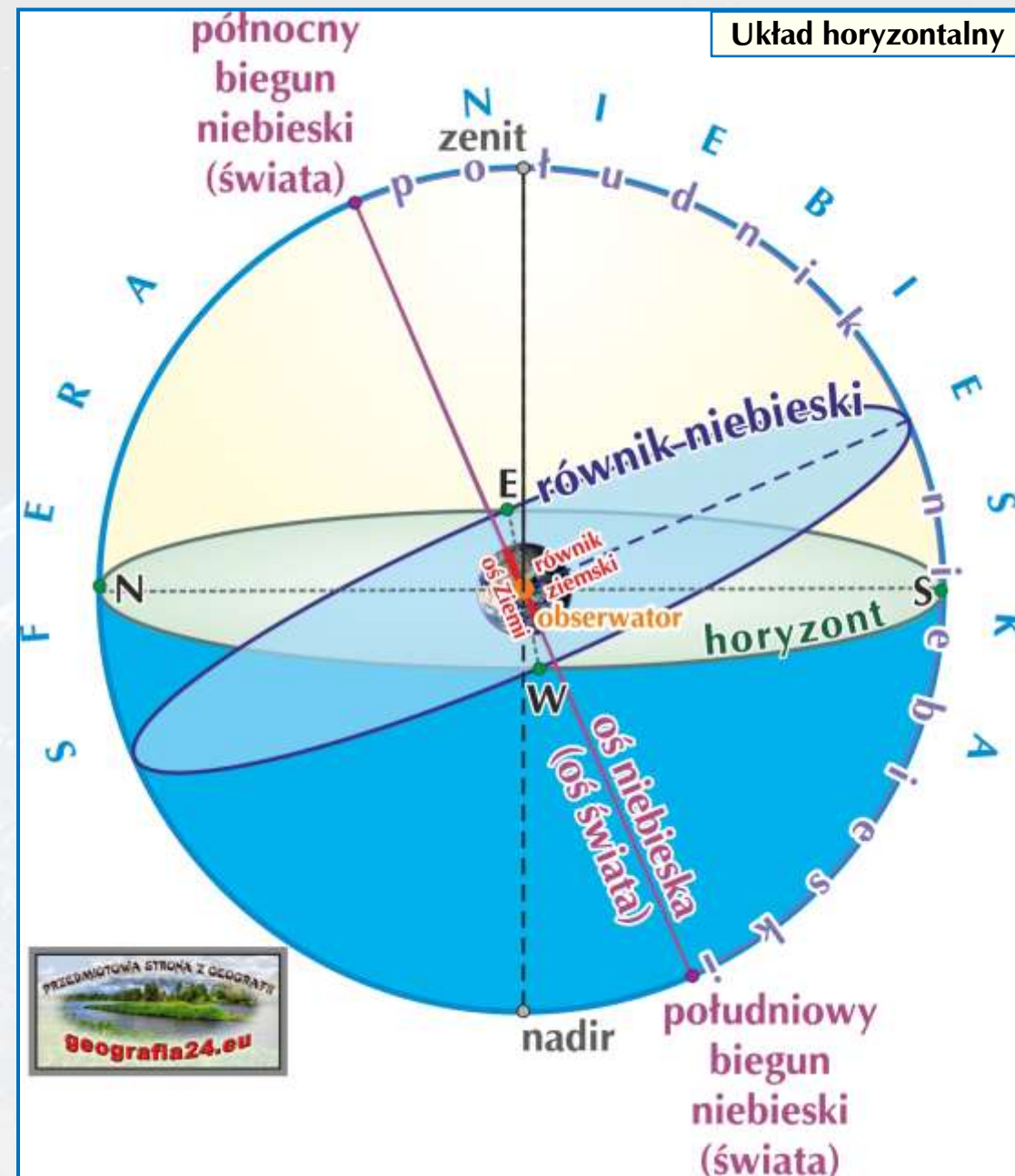
Sfera niebieska (firmament lub sklepienie niebieskie)

- **Sfera niebieska (firmament, sklepienie niebieskie)** – jest to wyobrażana (widoczna) sfera o nieokreślonym promieniu widoczna na niebie przez obserwatora znajdującego się na Ziemi.
- W dawnych czasach wierzono, że sfera niebieska jest rzeczywistą kopułą na której są “zawieszane” w takiej samej odległości wszystkie gwiazdy i inne obiekty.
- Obecnie dokładnie wiemy, że jest to tylko złudzenie optyczne któremu ulegamy.



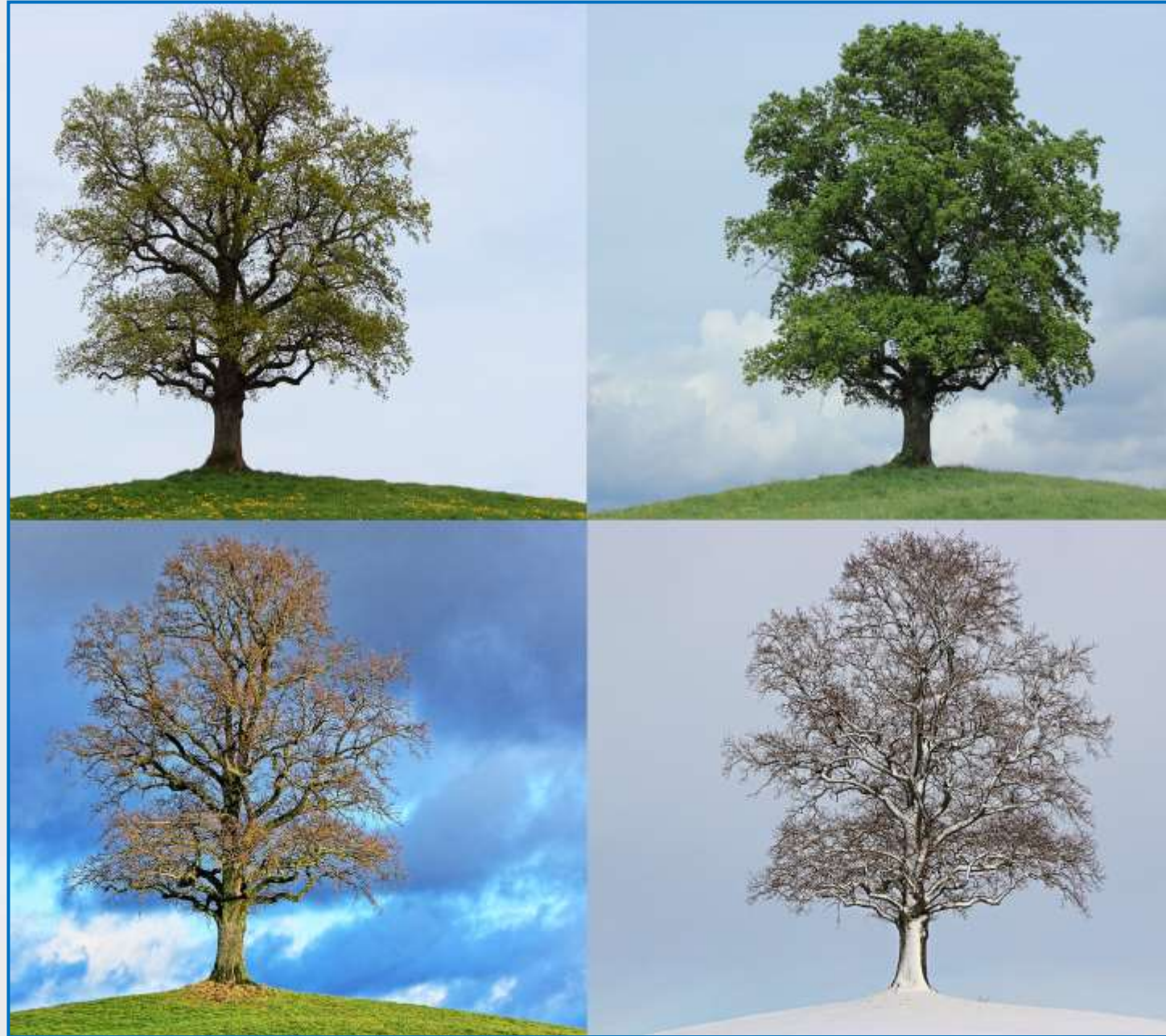
Układ horyzontalny

- Układ horyzontalny stosujemy w celu określenia chwilowego położenia gwiazd.
- W centrum tego układu znajduje się Ziemia z obserwatorem i wokół nich rysujemy:
 - **horyzont** (linię horyzontu lub widnokrąg) – linię oddzielającą część widoczną świata przed obserwatorem, od części niewidocznej,
 - **zenit** – punkt na sferze niebieskiej znajdujący się dokładnie nad obserwatorem,
 - **nadir** – punkt znajdujący się dokładnie pod obserwatorem (dla niego niewidoczny),
 - **południk niebieski** – najkrótszą linię łączącą bieguny niebieskie na sferze niebieskiej, przechodzącą przez punkty:
 - **biegun niebieski północny**,
 - **biegun niebieski południowy**,
 - **zenit** lub **nadir**,
 - **oś niebieską (oś świata)** – linię łączącą północny biegun niebieski z południowym (będącą przedłużeniem także osi naszej Ziemi), względem której prostopadle do niej następuje pozorny ruch całej sfery niebieskiej.



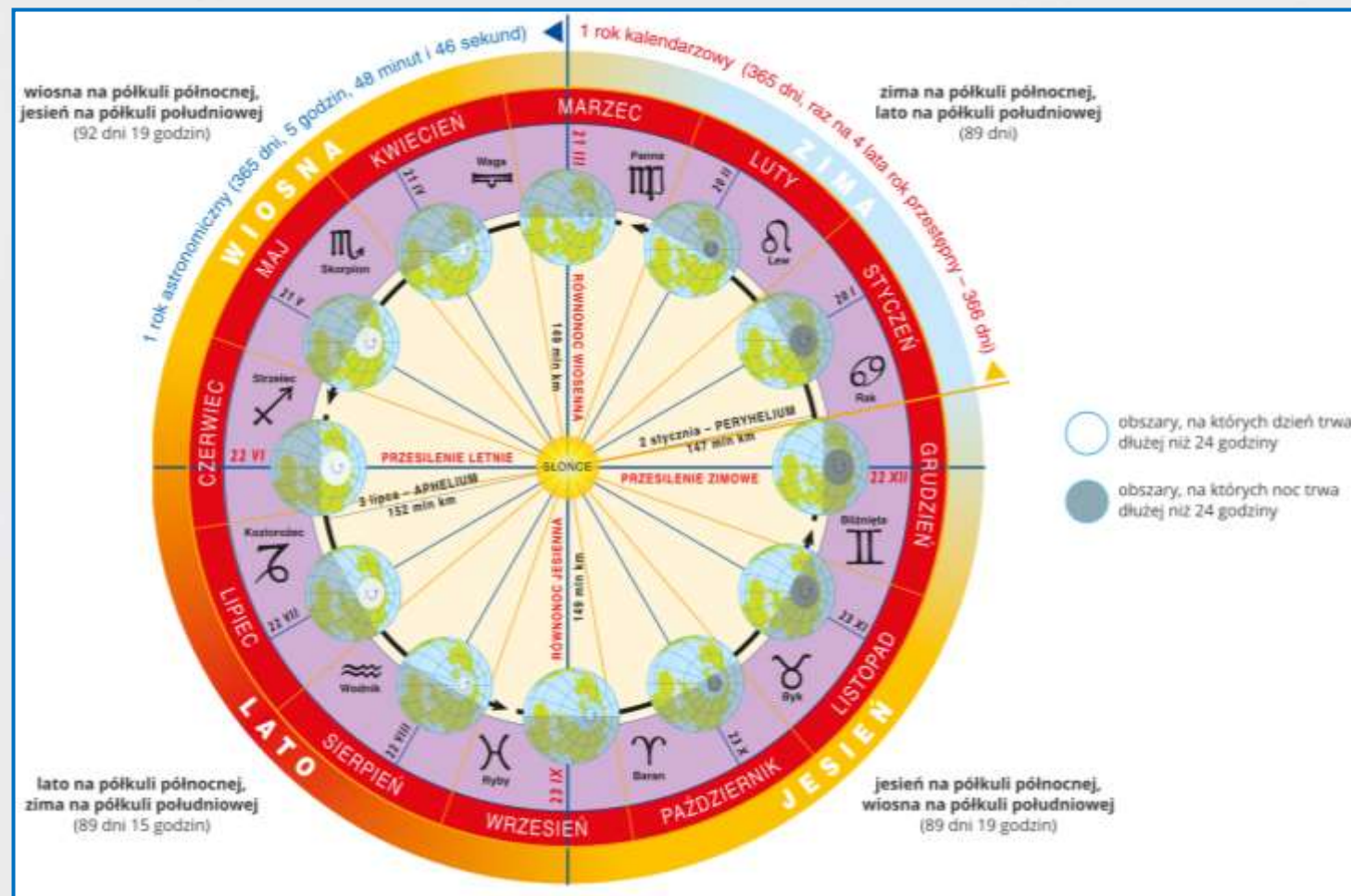
Ruch słońca po ekliptyce – astronomiczne pory roku

- Konsekwencją ruchu Ziemi po orbicie wokółsłonecznej jest **widoczny ruch Słońca po ekliptyce** i zmiany jego położenia w stosunku do gwiazdozbiorów Zodiaku.
- Na podstawie pozycji Słońca można wyznaczyć **astronomiczne pory roku**.
- W tym celu należy ustalić **długość ekliptyczną**, czyli kątowe oddalenie **od punktu Barana** (zawarte w przedziale 0° - 360° i narastające w kierunku pozornego ruchu Słońca), który znajduje się w miejscu przecięcia ekliptyki przez równik niebieski i stanowi początek układu ekliptycznego.



Ruch słońca po ekliptyce – astronomiczne pory roku

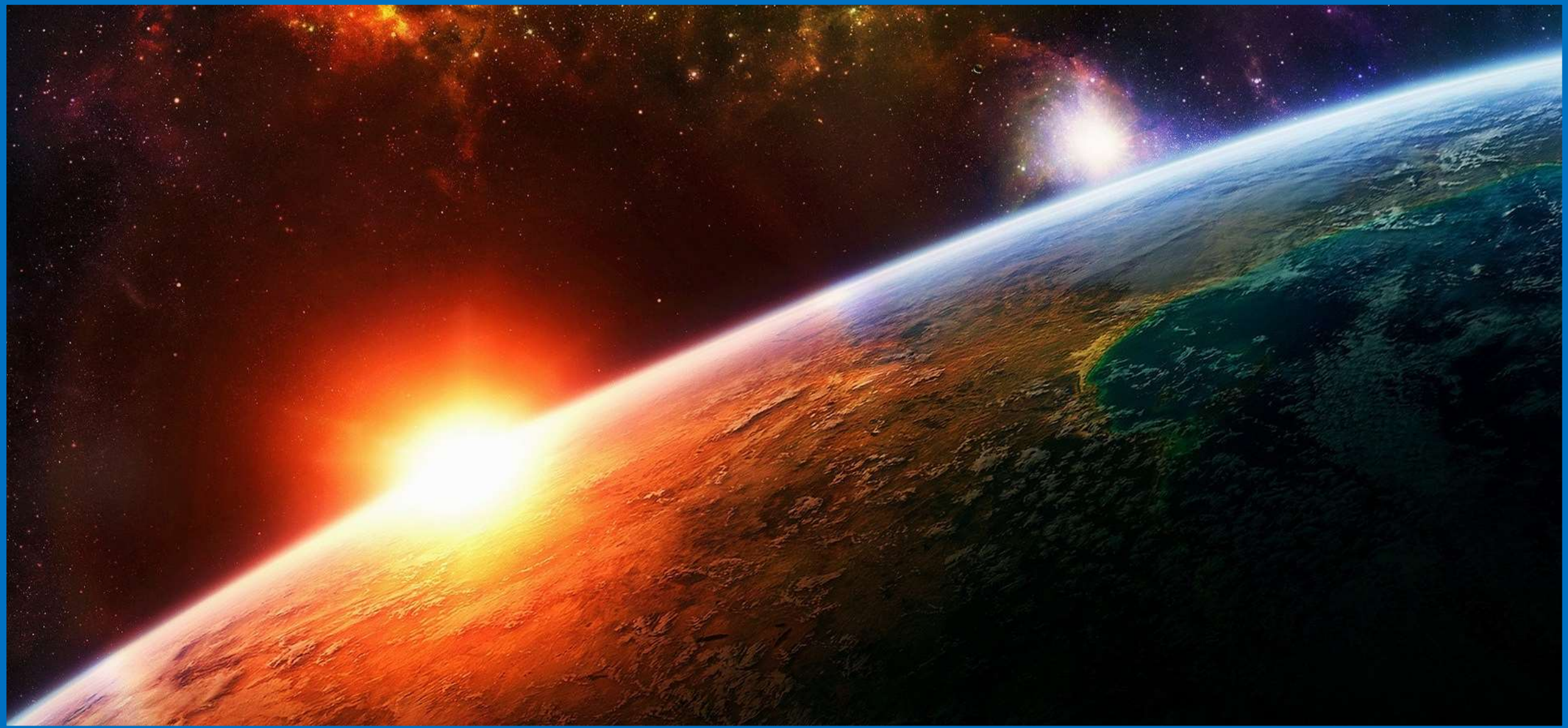
- Obserwacje przesuwania się środka tarczy słonecznej po ekliptyce dowodzą, że:
 - **21 marca** (długość ekliptyczna wynosi 0°) środek ten przechodzi przez równik niebieski w punkcie **Barana**, w tym momencie zaczyna się **astronomiczna wiosna** na półkuli północnej i **astronomiczna jesień** na półkuli południowej (trwa 92 dni i 19 godz.);
 - **22 czerwca** (90°) osiąga **punkt Raka**, na półkuli północnej zaczyna się wówczas **astronomiczne lato**, a na półkuli południowej **astronomiczna zima** (trwa 93 dni i 15 godz.);
 - **23 września** (180°) wchodzi ponownie na równik niebieski w **punkcie Wagi**, co oznacza początek **astronomicznej jesieni** na półkuli północnej i **astronomicznej wiosny** na półkuli południowej (trwa 89 dni i 19 godz.);
 - **22 grudnia** (270°) przechodzi przez **punkt Koziorożca**, na półkuli północnej zaczyna się wówczas **astronomiczna zima**, zaś na półkuli południowej **astronomiczne lato** (trwa 89 dni).



Kalendarzowe pory roku

- **Kalendarzowe pory roku** są związane z ilością energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi.
- Na naszej półkuli **astronomiczne pory roku** pokrywają się z **porami kalendarzowymi**,
 - zaś na półkuli południowej są wzajemnie przesunięte o pół roku, tzn. astronomicznemu latu odpowiada tam kalendarzowa zima.
 - Kalendarzowe pory roku są najwyraźniejsze w strefach umiarkowanych szerokości geograficznych.
- Kalendarzowe pory roku nie mają stałych dat rozpoczęcia;
 - Zaraz po roku przystępnym daty rozpoczęcia kalendarzowych pór roku są wcześniejsze od dat rozpoczęcia astronomicznych pór roku, przed rokiem przystępnym są późniejsze.
 - Moment zmiany pory roku wyznaczany jest za pomocą obliczeń astronomicznych i w rzeczywistości co roku wypada o innej porze dnia, a nawet innego dnia.
 - W związku z tym np. początek wiosny wypada czasami nie 21., a 20. lub 22. dnia marca.
 - Jest to wynikiem kumulowania się godzin na 29 lutego w roku przestępnym.





Strefy oświetlenia Ziemi

Strefy oświetlenia Ziemi

- Temperatura powietrza na Ziemi zależy od kąta padania promieni słonecznych.
- Ze względu na duże zróżnicowanie tego kąta wydzielono 5 stref oświetlenia:
 - **strefy zimne (podbiegunowe, polarne)** – leżą poza kołami podbiegunowymi, przynajmniej raz w roku Słońce tam nie wschodzi;
 - **strefy umiarkowane** – położone są między zwrotnikami a kołami podbiegunowymi, kąt padania promieni słonecznych jest tutaj w każdym dniu roku większy od 0° , a mniejszy od 90° ;
 - **strefa gorąca (międzyzwrotnikowa)** – znajduje się między zwrotnikami, przynajmniej raz w roku Słońce jest tam w zenicie.





Wysokość górowania Słońca

Wysokość górowania słońca w dniach równonocy

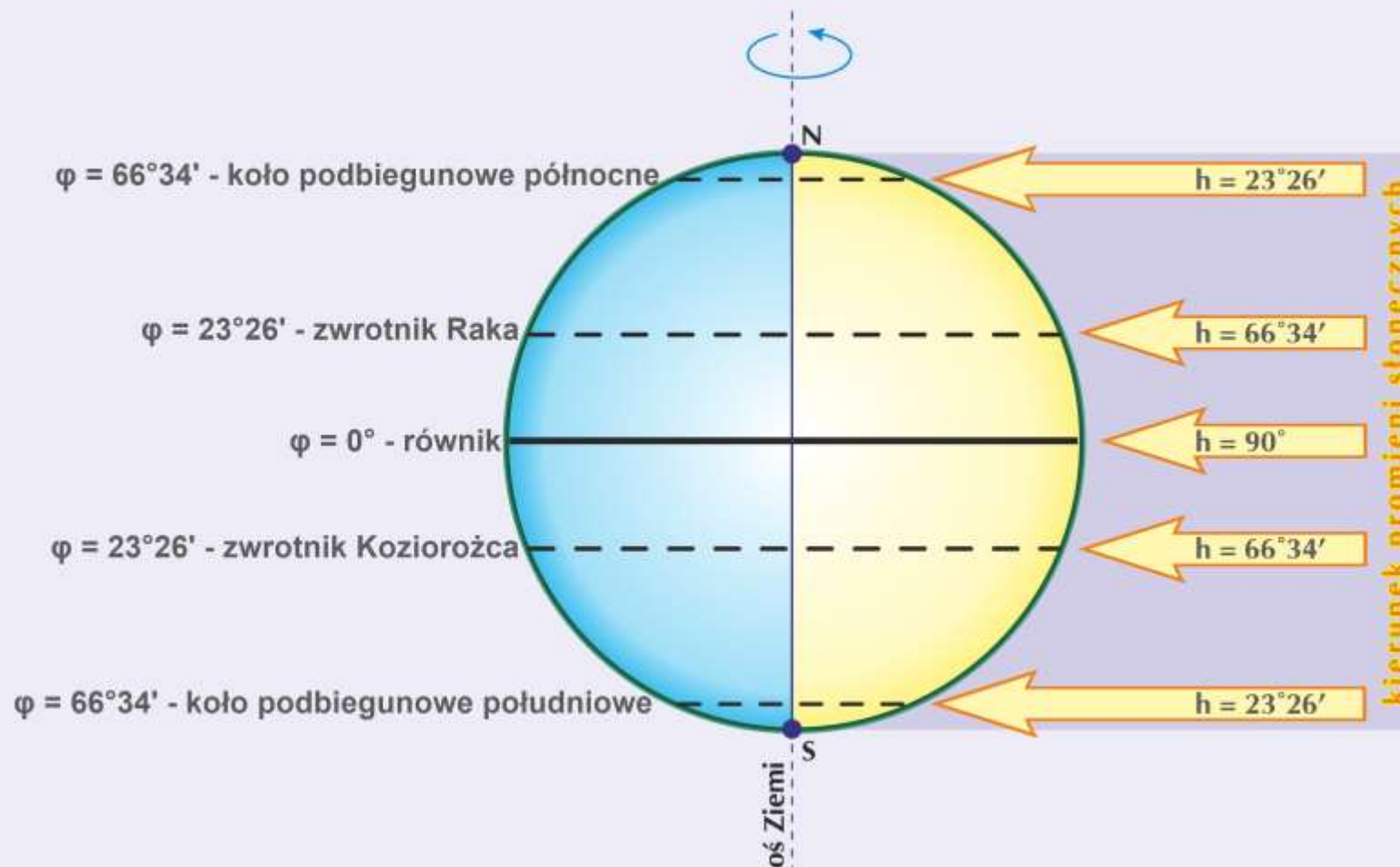
→ W **dniach równonocy (21 III i 23 IX)** promienie słoneczne padają prostopadle na równik.

→ Jeżeli oddalimy się od równika o 10° , to kąt padania promieni słonecznych zmniejszy się o 10° , jeżeli o 90° – zmniejszy się o tyle samo (Słońce znajdzie się na linii horyzontu).

Wysokość górowania słońca w dniach równonocy

21 marca i 23 września

wzór wysokości
górowania Słońca
dla dowolnych
szerokości geograficznych



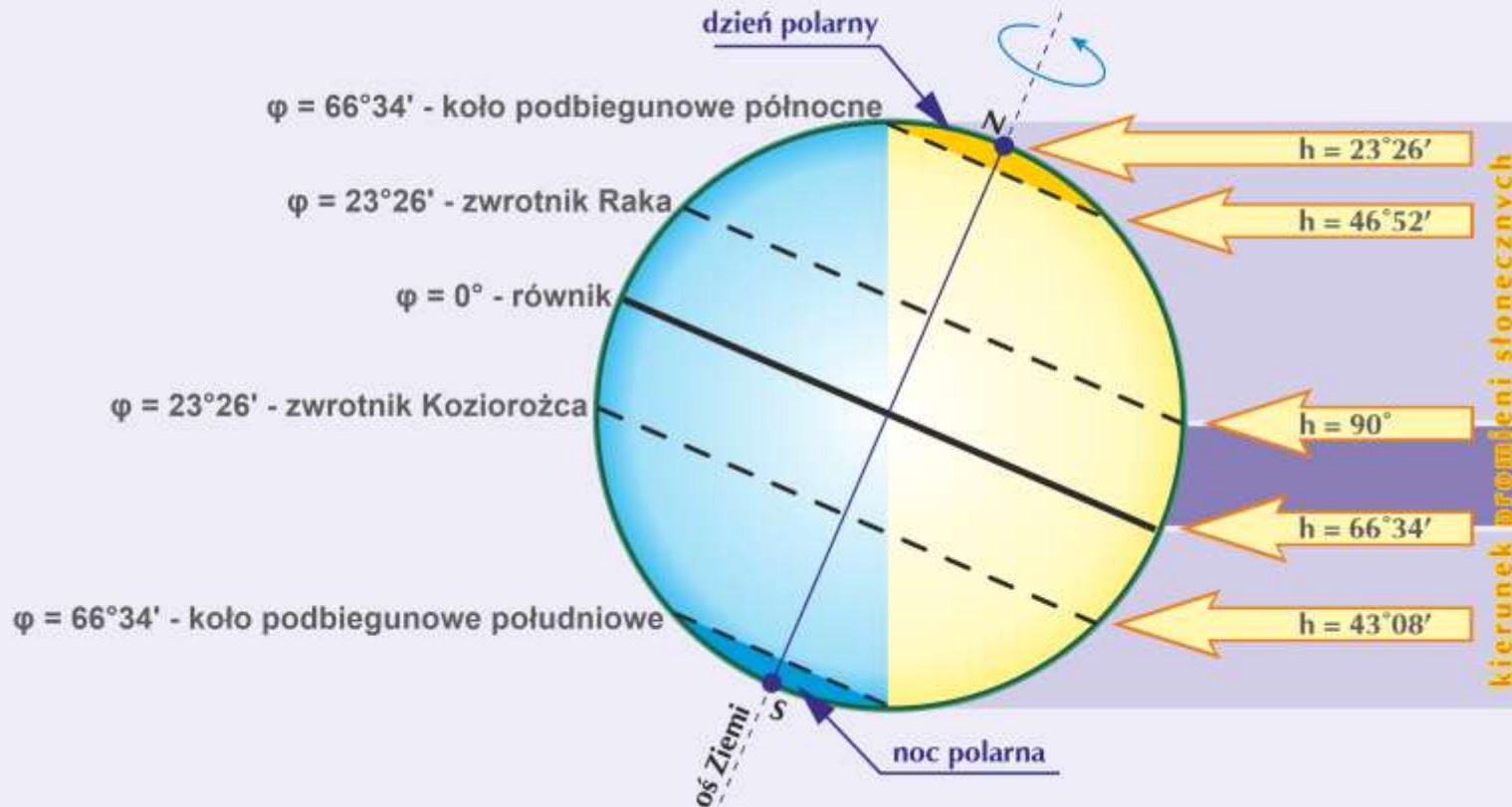
$$h = 90^\circ - \varphi$$



Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia letniego

- **22 VI (przesilenie letnie)** – promienie słoneczne padają prostopadle na zwrotnik Raka – cały układ przesunął się o $23^{\circ}26'$ na północ.
- W miejscowościach położonych na północ od zwrotnika Raka kąt będzie większy o $23^{\circ}26'$ niż w dniach równonocy.
- W szerokościach położonych na południe od równika będzie o tyle samo mniejszy.

Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia letniego



22 czerwca

wzór wysokości górowania Słońca dla miejscowości leżących pomiędzy:

zwrotnikiem Raka a biegunem PN

$$h = 90^{\circ} - \varphi + 23^{\circ}26'$$

równikiem a zwrotnikiem Raka

$$h = 90^{\circ} + \varphi - 23^{\circ}26'$$

równikiem a biegunem PD

$$h = 90^{\circ} - \varphi - 23^{\circ}26'$$

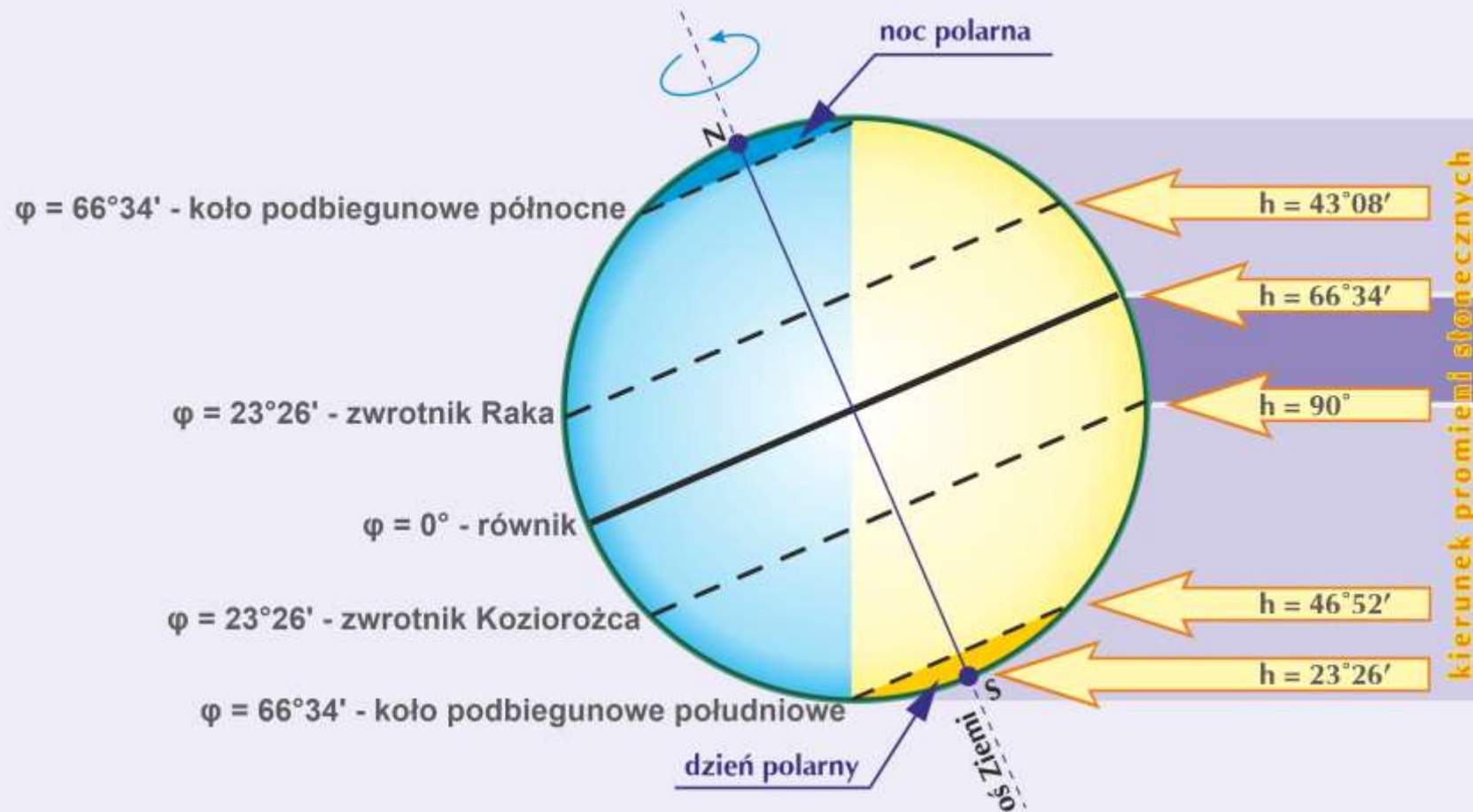
kierunek promieni słonecznych

Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia zimowego

- **22 XII (przesilenie zimowe)** - promienie słoneczne padają prostopadle na zwrotnik Koziorożca.
- Układ oświetlenia Ziemi przesuwa się o kąt $23^{\circ}26'$ na południe w stosunku do dni równonocy.

Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia zimowego

22 grudnia



wzór wysokości górowania Słońca dla miejscowości leżących pomiędzy:

równikiem a biegunem PN
 $h = 90^{\circ} - \varphi - 23^{\circ}26'$

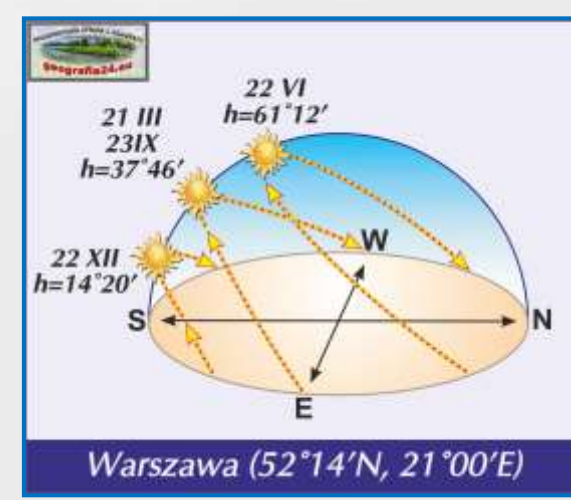
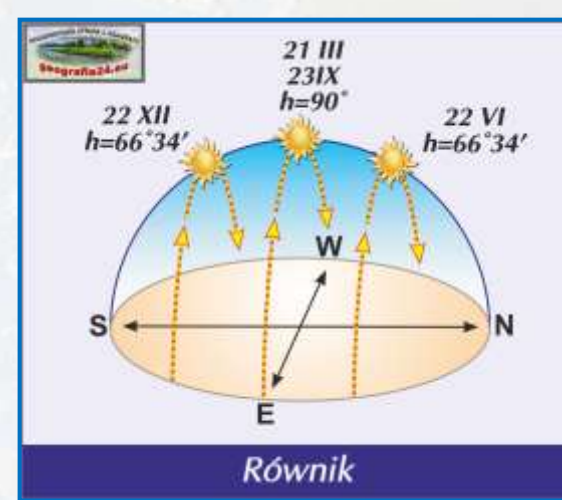
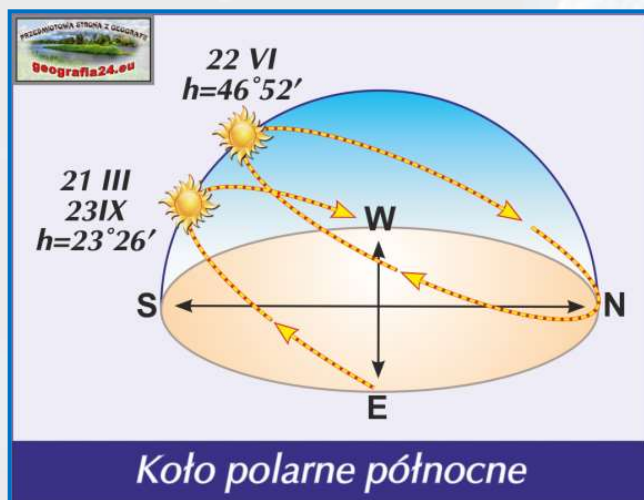
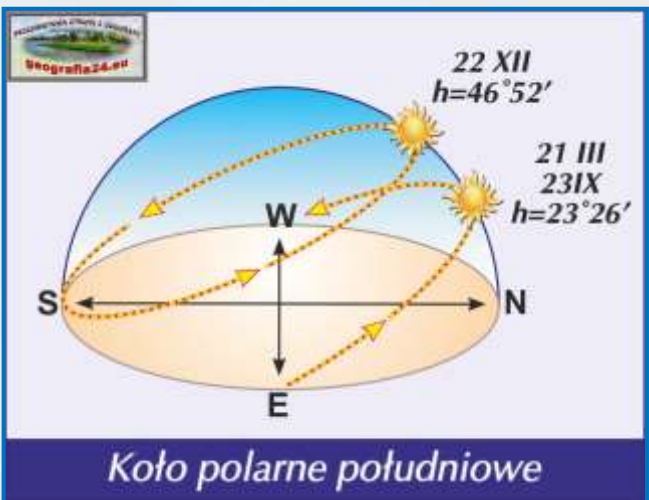
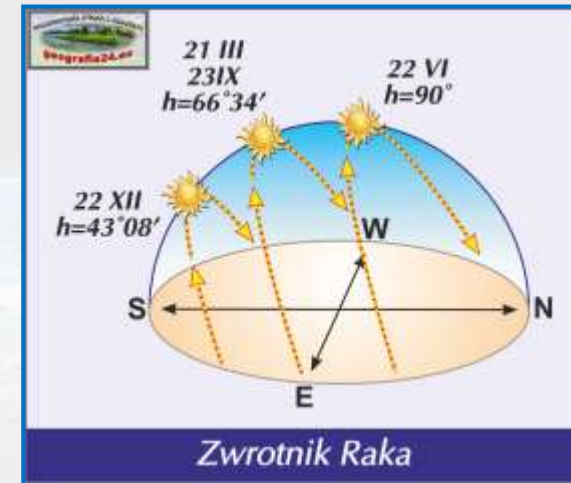
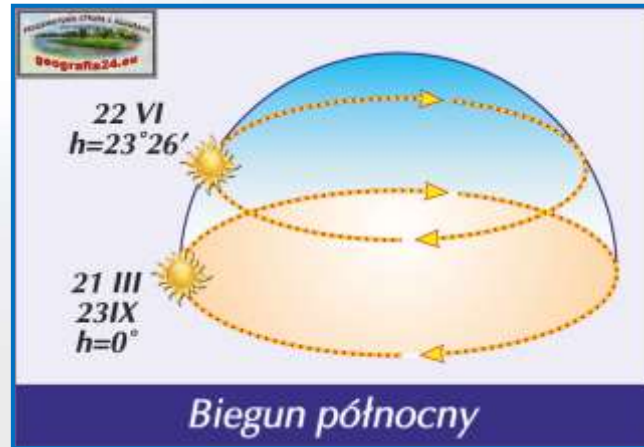
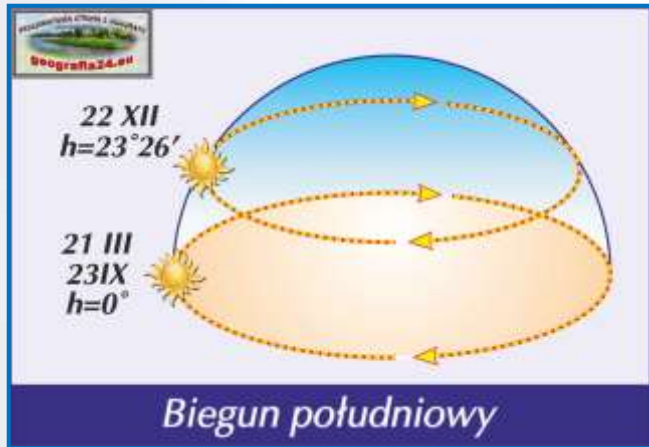
$h = 90^{\circ} + \varphi - 23^{\circ}26'$
równikiem a zwrotnikiem Koziorożca

$h = 90^{\circ} - \varphi + 23^{\circ}26'$
zwrotnikiem Koziorożca a biegunem PD

Pozorna wędrówka Słońca po sferze niebieskiej

→ W wyniku ruchu obrotowego Ziemi Słońce wykonuje **pozorną drogę po sferze niebieskiej**.

→ Pojawia się nad płaszczyzną horyzontu (wchodzi), góruje i chowa się pod płaszczyzną (zachodzi) oraz dołuje (jest najniżej pod płaszczyzną horyzontu).





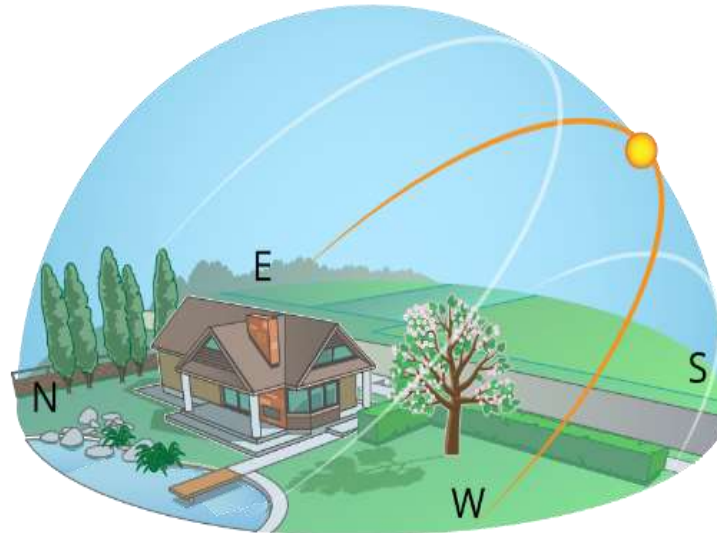
Zmiany długości dni i nocy

Zmiany długości dnia i nocy w ciągu roku

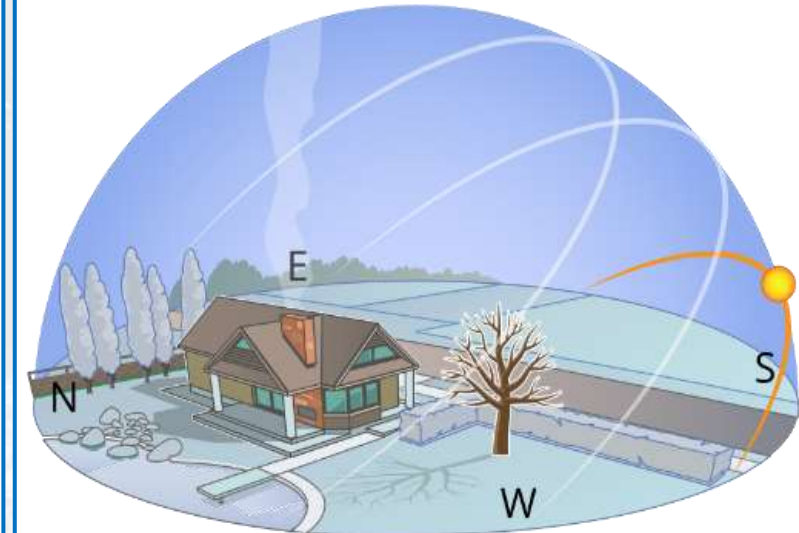
→ Ruchy Ziemi (obiegowy i obrotowy) i nachylenie jej osi do płaszczyzny ekliptyki determinują **zmiany długości dnia i nocy w ciągu roku** we wszystkich miejscowościach, poza leżącymi na równiku.

→ Jedynie w momentach równonocy wiosennej i jesiennej, gdy promienie słoneczne padają prostopadłe na równik, a **terminator** (czyli linia dzieląca powierzchnię ciała niebieskiego na oświetloną i nieoświetloną przez Słońce) pokrywa się z łukami kolejnych południków, dzień i noc trwają wszędzie tyle samo (po ok. **12 godzin**).

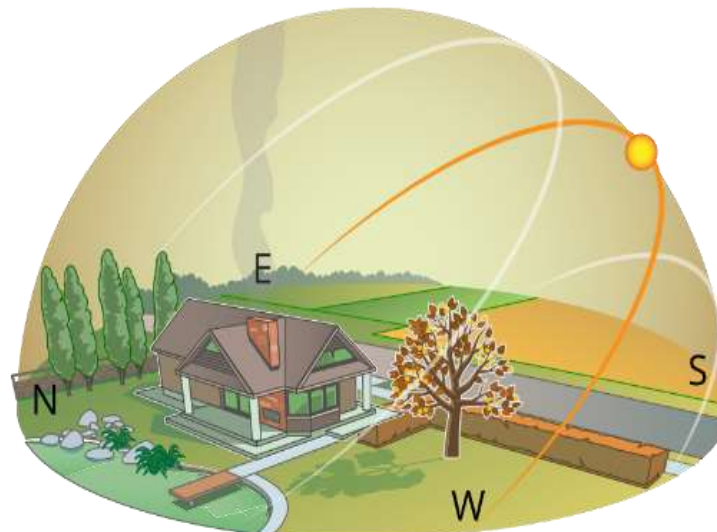
→ W pozostałe dni w roku długość dnia i nocy jest różna.



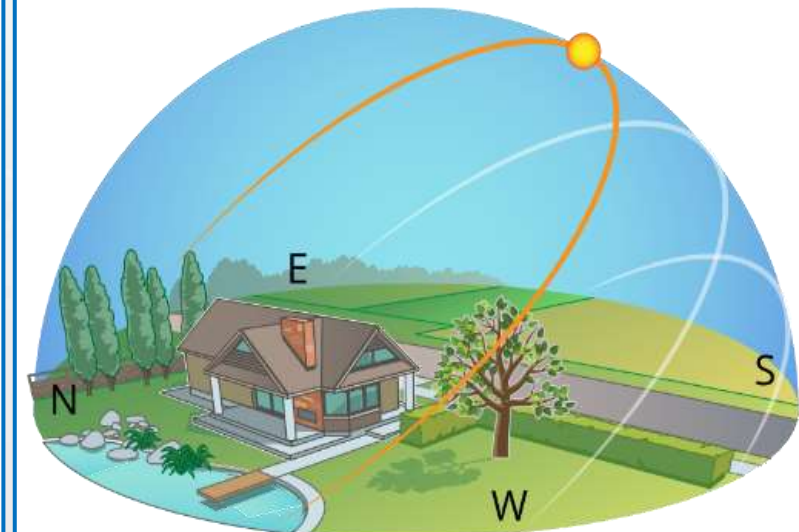
21 marca – początek wiosny (równonoc wiosenna)



22 grudnia – początek zimy (przesilenie zimowe)



23 września – początek jesieni (równonoc jesienna)



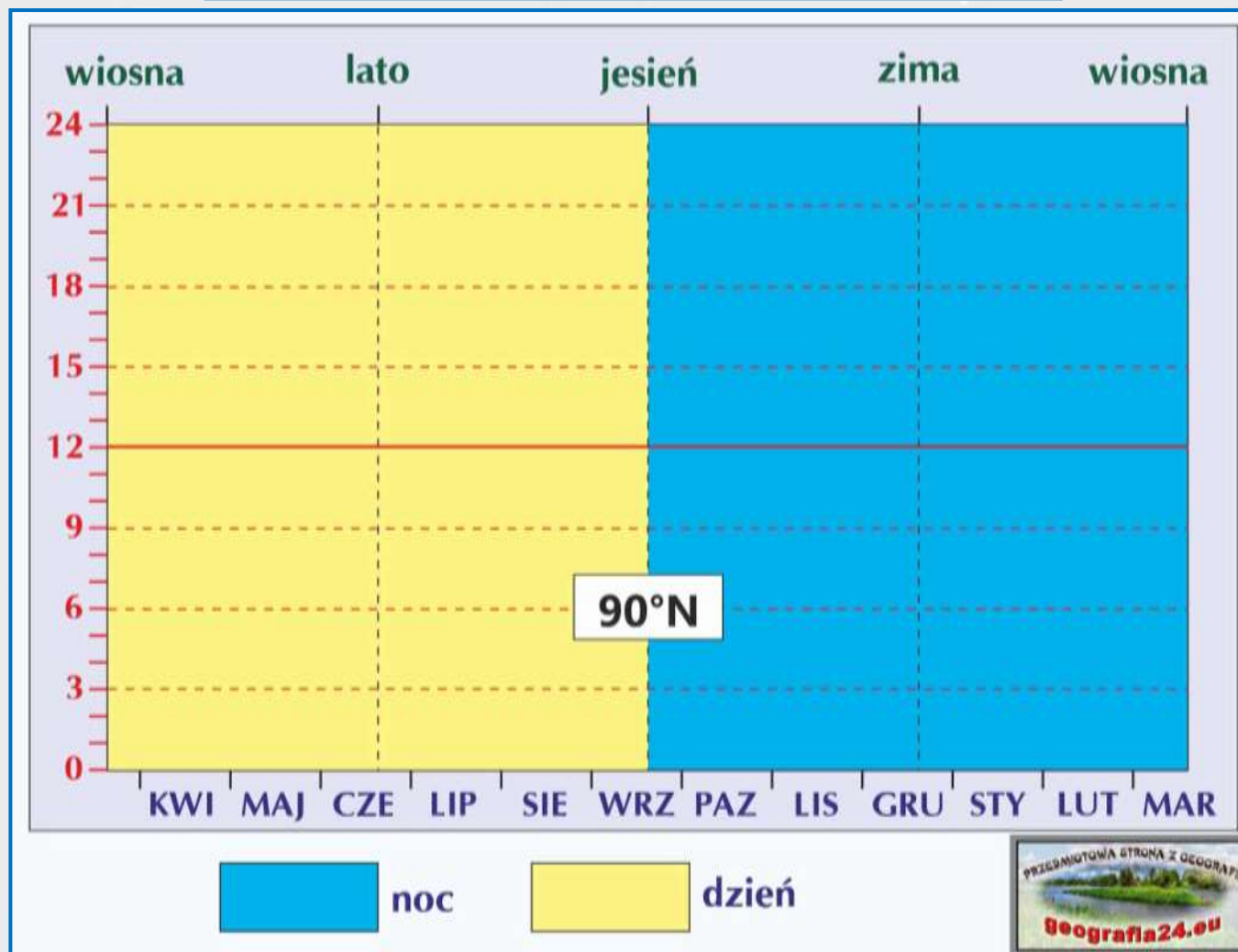
22 czerwca – początek lata (przesilenie letnie)

Długość dnia i nocy w zależności od pory roku i szerokości geograficznej

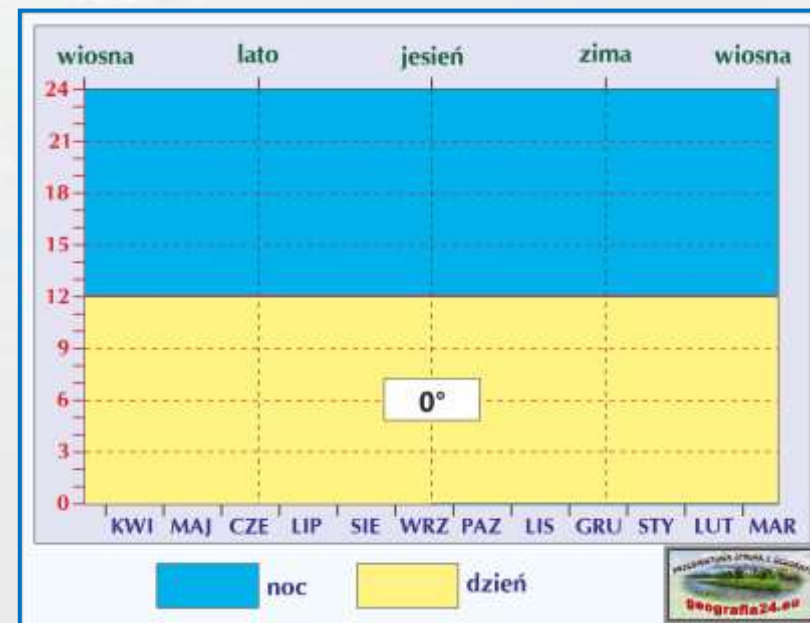
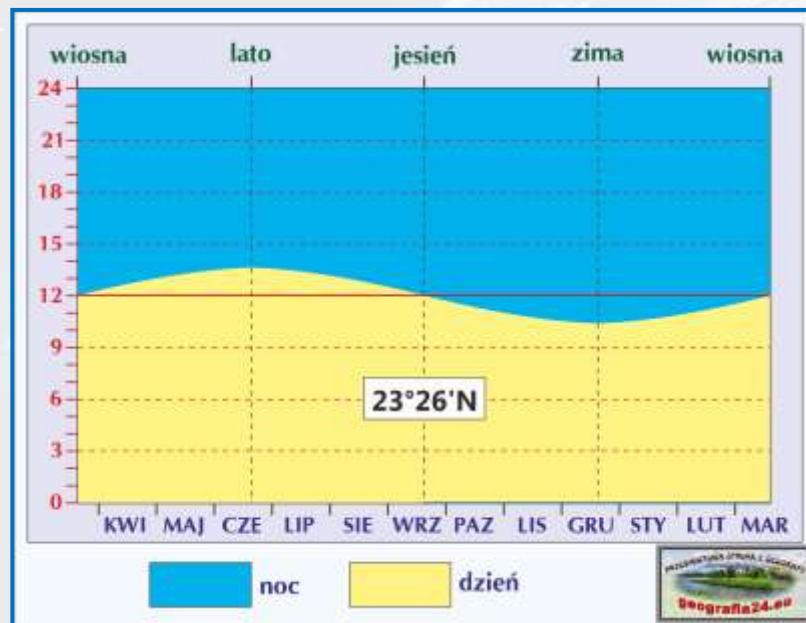
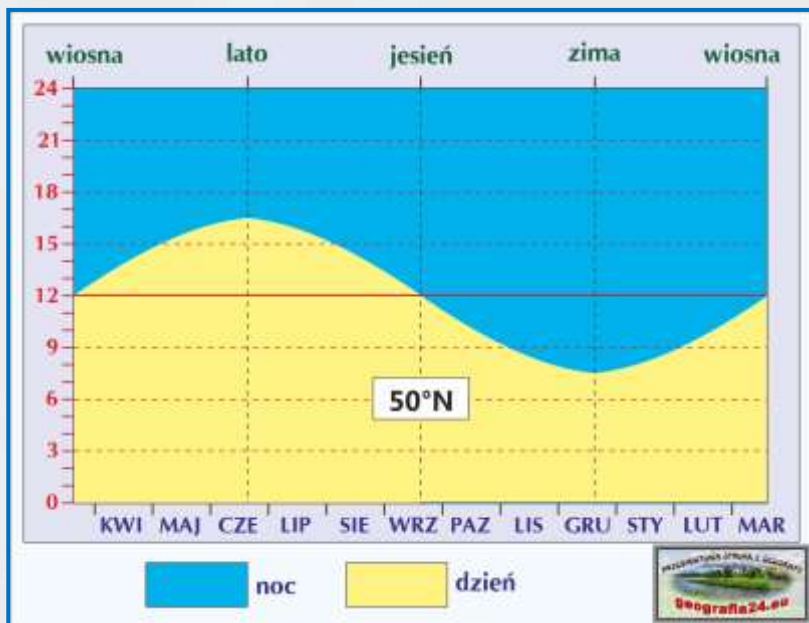
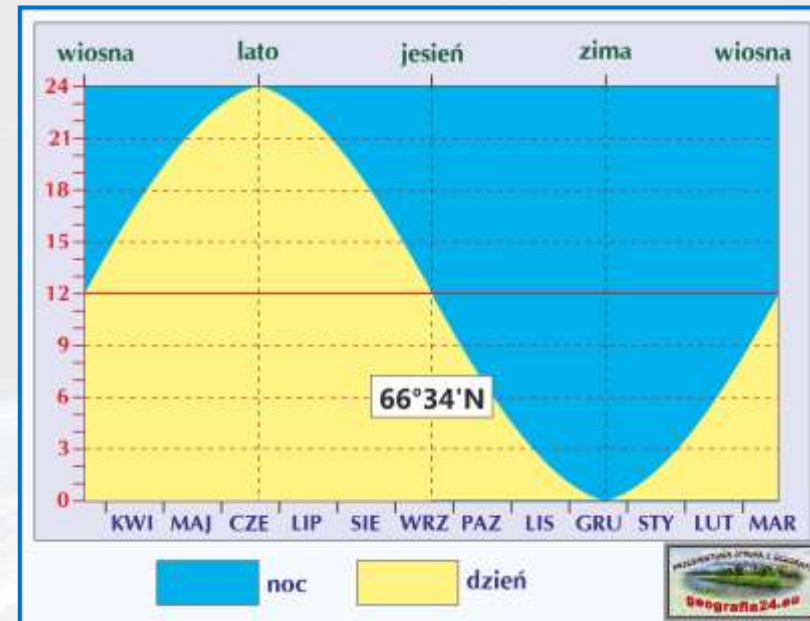
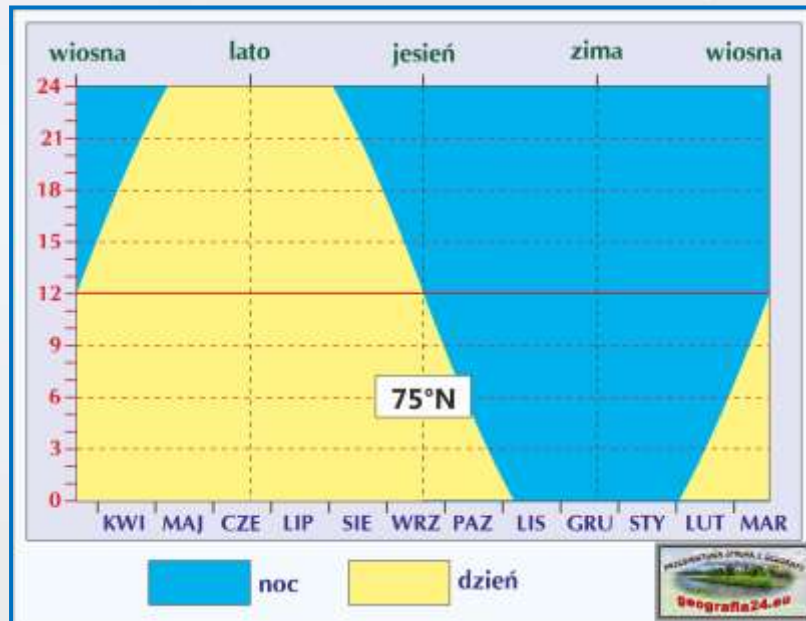
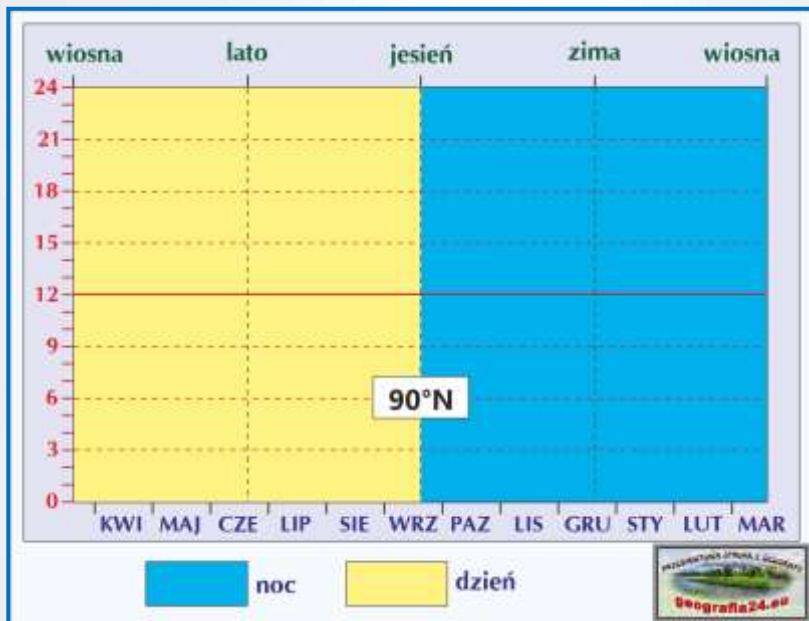
→ Narastanie odpowiednich różnic na obu półkulach można ująć w uproszczeniu następująco:

- w ciągu astronomicznego lata (i dalej jesieni) długość dnia wzrasta od ok. 12 godzin na równiku do 24 godzin za kołem podbiegunowym północnym (albo południowym),
 - zatem im wyższa jest szerokość geograficzna, tym dłużej trwa dzień, a krócej noc;
- w ciągu astronomicznej zimy (i dalej wiosny) długość dnia maleje od ok. 12 godzin na równiku do 0 godzin za kołem podbiegunowym północnym (albo południowym),
 - więc im wyższa jest szerokość geograficzna, tym krócej trwa dzień, a dłużej noc.
- Z powyższego wynika, że w danej miejscowości dzień jest zawsze tym dłuższy, im wyżej nad horyzontem góruje środek Słońca.

Zmiana długości dnia i nocy w zależności od pory roku i szerokości geograficznej



Długość dnia i nocy w zależności od pory roku i szerokości geograficznej

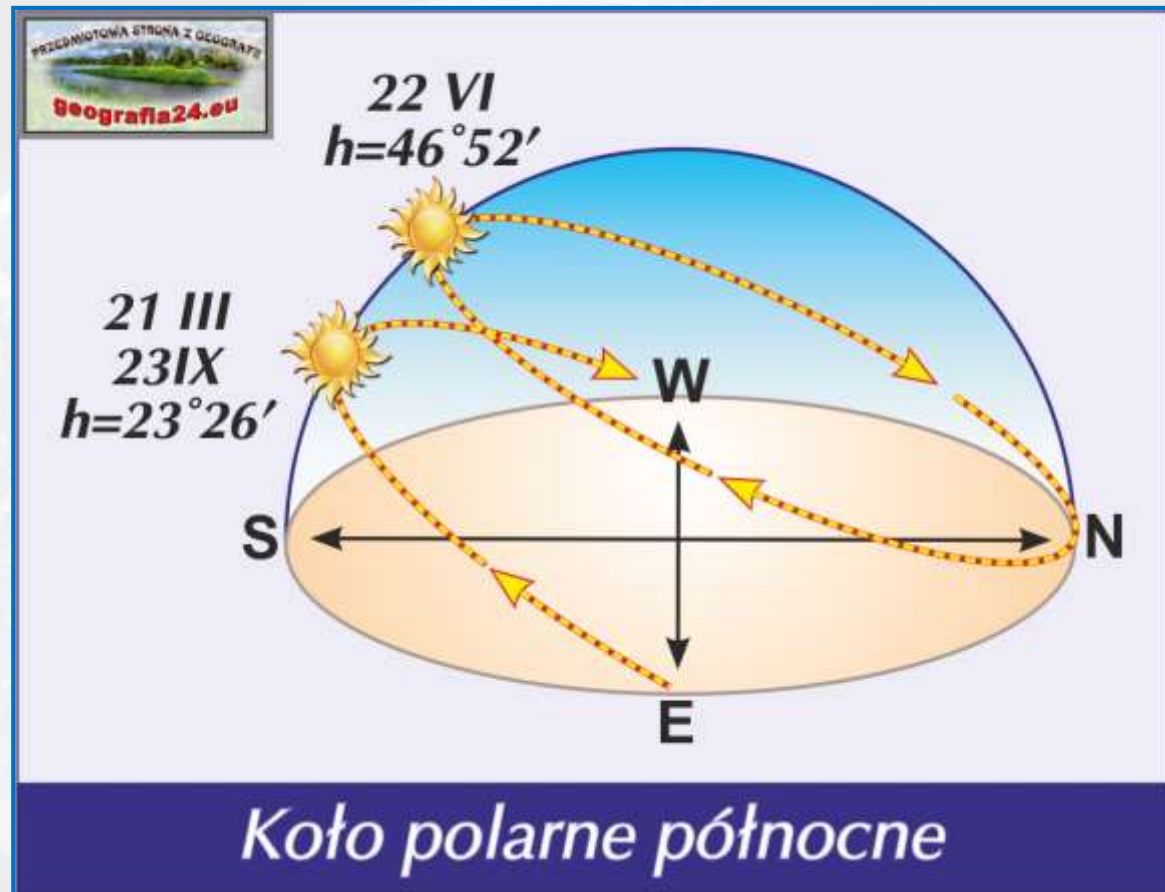




Dni i noce polarne

Dni i noce polarne

- Dzień lub noc trwające co najmniej dobę nazywamy dniem polarnym lub nocą polarną.
- Dni i noce polarne występują za kołami podbiegunowymi, zarówno na półkuli północnej, jak i południowej.
- Na biegunach rok dzieli się na dzień polarny i noc polarną, trwające po 6 miesięcy.
- Na kołach podbiegunowych dzień i noc polarna trwają dobę.

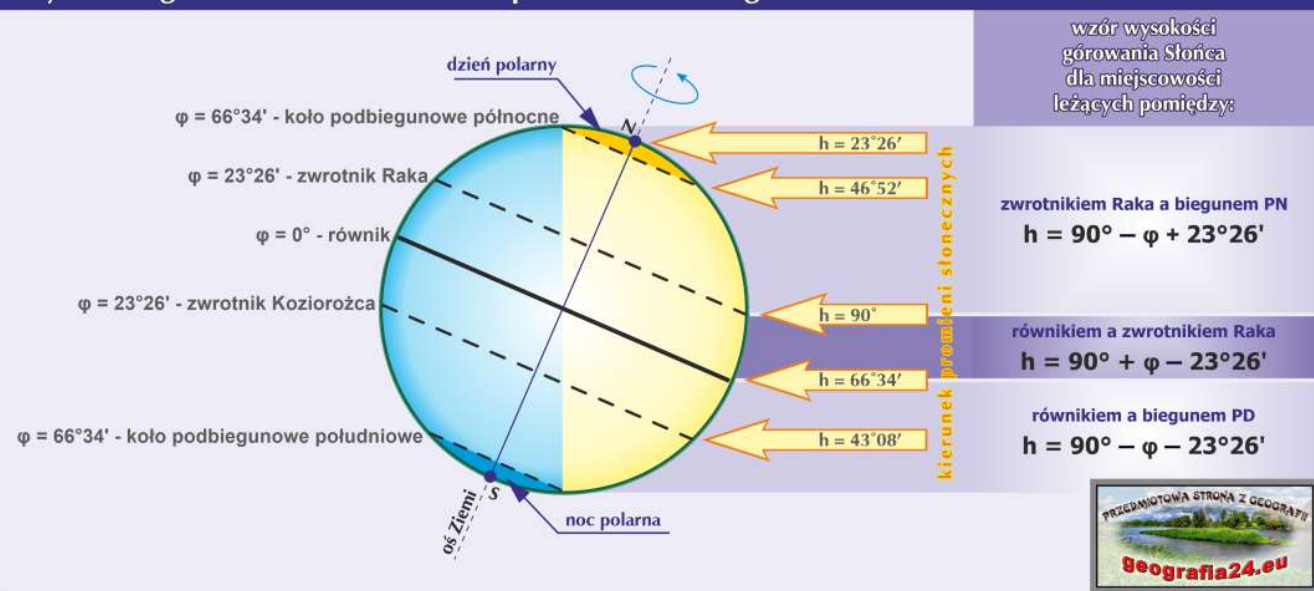


Dni i noce polarne

→ **22 VI** promienie słoneczne padają prostopadle na **zwrotnik Raka**:

- na obszarze od koła podbiegunowego N do bieguna N jest dzień polarny,
- na obszarze od koła podbiegunowego S do bieguna S jest noc polarna.

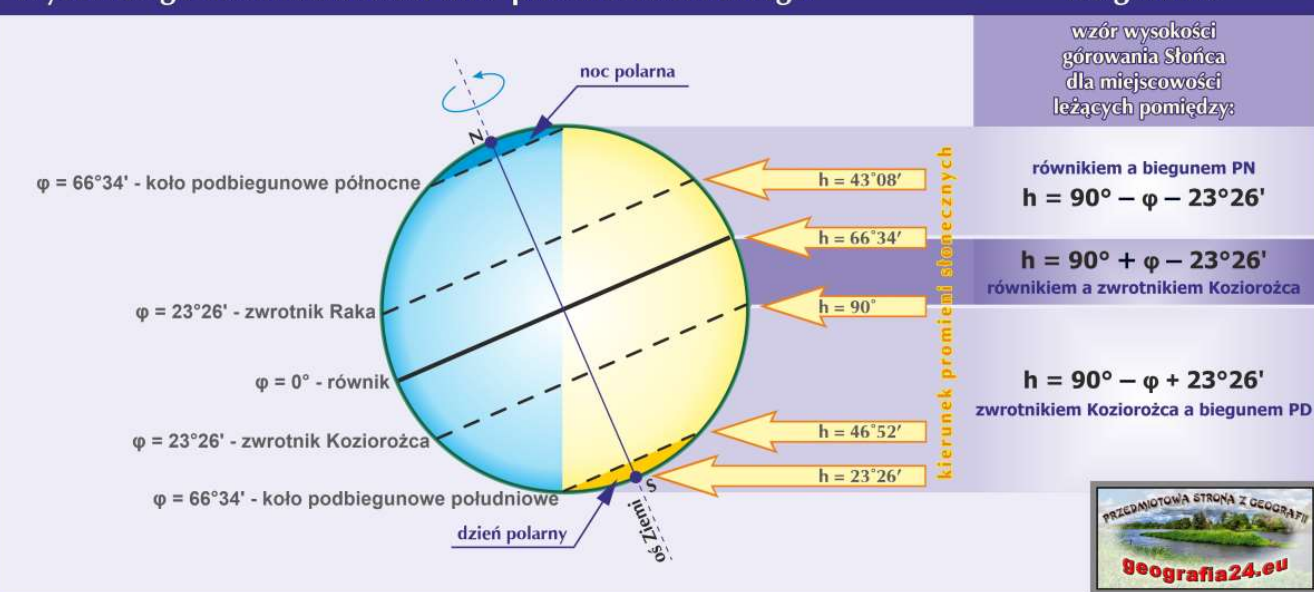
Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia letniego



→ **22 XII** promienie słoneczne padają prostopadle na **zwrotnik Koziorożca**:

- na obszarze od koła podbiegunowego S do bieguna S jest dzień polarny,
- na obszarze od koła podbiegunowego N do bieguna N jest noc polarna.

Wysokość górowania słońca w dniu przesilenia zimowego





Konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi

Konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi

- Najważniejsze konsekwencje ruchu obiegowego Ziemi:
 - **rok** jako podstawowa jednostka czasu (na półkuli południowej astronomiczne pory roku przesunięte są w stosunku do półkuli północnej o pół roku);
 - **strefy oświetlenia ziemi** (międzyzwrotnikowa, umiarkowana i okołobiegunowa - polarna);
 - **strefy klimatyczne** związane ze strefami oświetlenia ziemi;
 - **dzień i noc polarna**;
 - **pory roku** i zróżnicowanie czasu i ich trwania;
 - **roczne zmiany temperatury powietrza** (im większa szerokość geograficzna, tym mniejsze nagrzanie terenu w ciągu roku);
 - **występowanie stref glebowych i roślinnych**;
 - **wpływ na działalność człowieka** (rolnictwo, turystyka);
 - **zmiana wysokości słońca nad horyzontem** w różnych szerokościach geograficznych **w ciągu roku**;
 - **zmiana miejsca wschodu i zachodu słońca** na horyzoncie **w ciągu roku**.





ZADANIA

Zadanie 1

→ Oblicz wysokość górowania Słońca nad horyzontem dnia 22 czerwca w Bogocie ($07^{\circ}30'N$; $74^{\circ}24'W$). Wykonaj rysunek pomocniczy.

Dane:

.....
.....

Szukane:

.....

Miejsce na obliczenia:

→ Wzór na wysokość górowania Słońca nad horyzontem dla danego zdarzenia w Bogocie:

→

→ Obliczenie wysokości górowania Słońca w Bogocie:

→

Odp.:

Zadanie 1 - odpowiedź

→ Oblicz wysokość górowania Słońca nad horyzontem dnia 22 czerwca w Bogocie (07°30'N; 74°24'W). Wykonaj rysunek pomocniczy.

Dane:

Bogota 07°30'N

Dzień 22.06 – przesilenie letnie

Szukane:

$h_{\text{Bogota}} = ?$

Bogota:
 $\varphi = 07^{\circ}30'N$
 $h_{\text{Bogota}} = ? = 74^{\circ}04'$

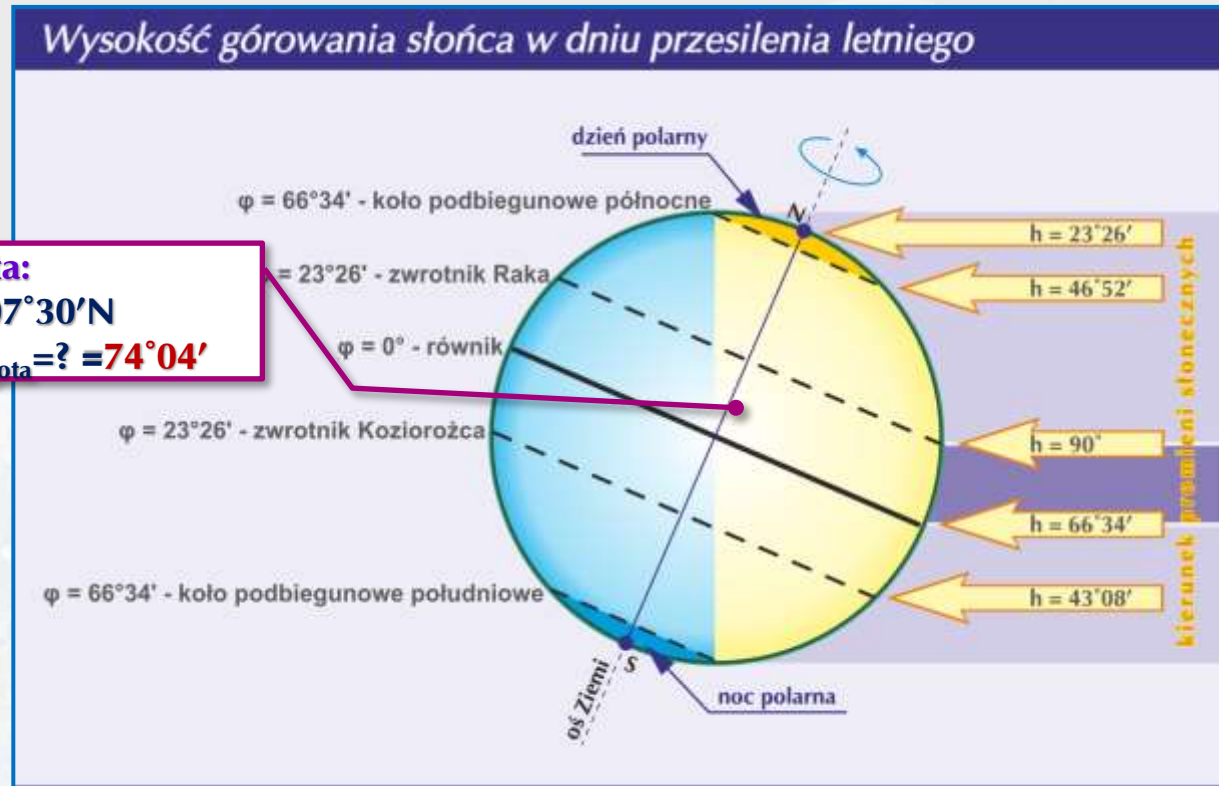
Miejsce na obliczenia:

→ Wzór na wysokość górowania Słońca nad horyzontem dla danego zdarzenia w Bogocie:

$$\rightarrow h_{\text{Bogota}} = 90^{\circ} + \varphi - 23^{\circ}26'$$

→ Obliczenie wysokości górowania Słońca w Bogocie:

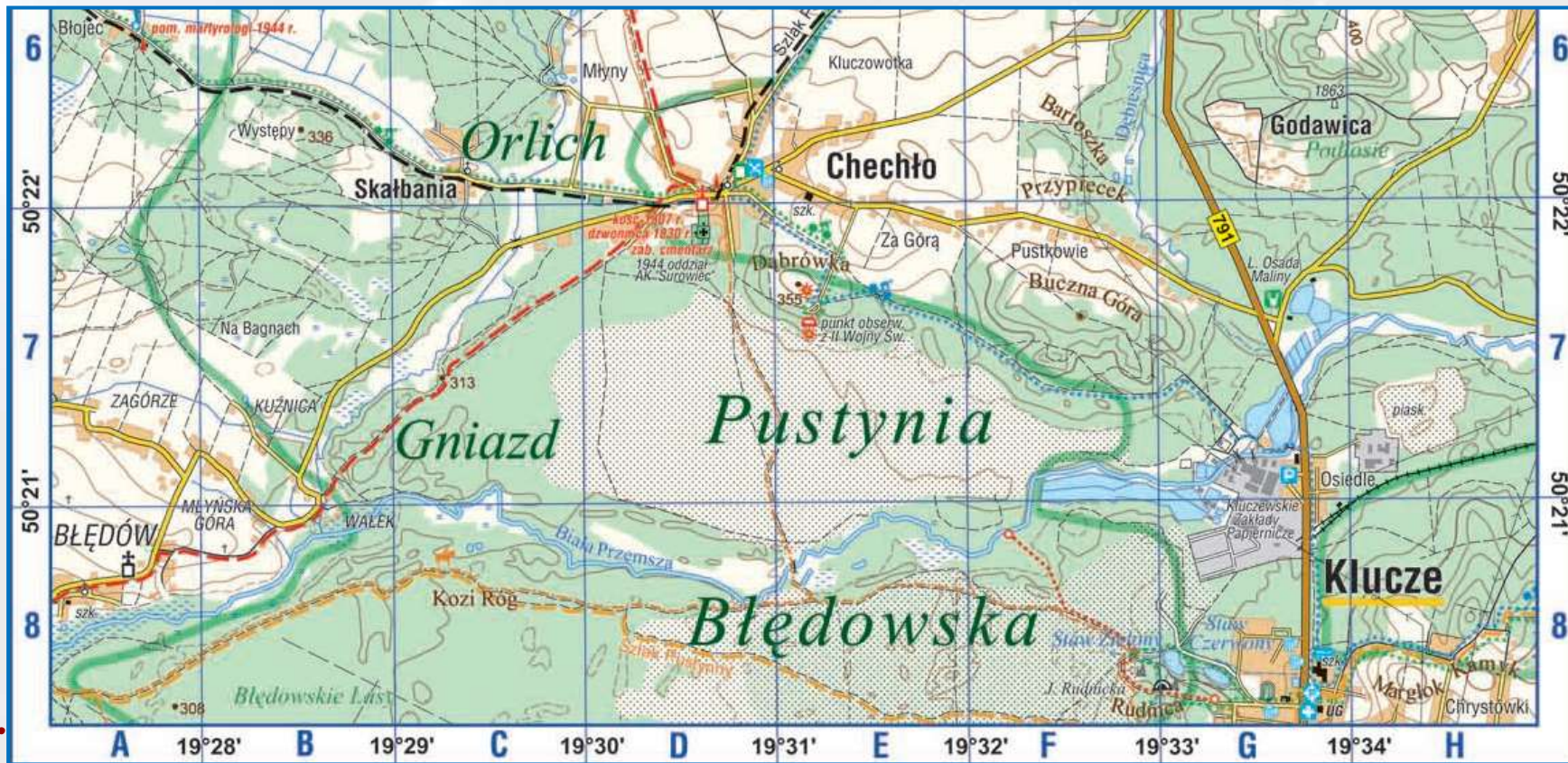
$$\rightarrow h_{\text{Bogota}} = 90^{\circ} + 07^{\circ}30' - 23^{\circ}26' \Leftrightarrow h_{\text{Bogota}} = 66^{\circ}34' + 07^{\circ}30' \Leftrightarrow h_{\text{Bogota}} = 74^{\circ}04'$$



Odp.: Słońce w dniu 22 czerwca góruje w Bogocie na wysokości 74°04'.

Zadanie 2

→ Oblicz wysokość górowania Słońca w dniu przesilenia zimowego dla miejsca, w którym znajduje się szkoła w Chechle (E6). Zapisz obliczenia.



Dane:

Szukane:

.....

.....

.....

.....

Miejsce na obliczenia:

→

→

→

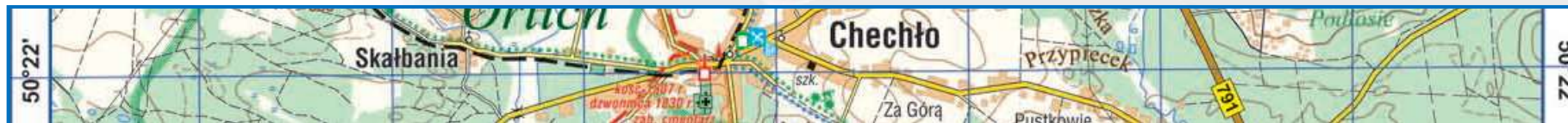
→

→

Odp.:

Zadanie 2 - odpowiedź

→ Oblicz wysokość górowania Słońca w dniu przesilenia zimowego dla miejsca, w którym znajduje się szkoła w Chechle (E6). Zapisz obliczenia.



Dane:

Dzień 22.12
(przesilenie zimowe)

Szukane:

$h_{\text{Chechło}} = ?$

Miejsce na obliczenia:

→ Wzór na wysokość górowania Słońca nad horyzontem dla danego zdarzenia w Chechle:

$$\rightarrow h_{\text{Chechło}} = 90^\circ - \varphi - 23^\circ 26'$$

→ Odczytujemy z mapy szerokość geograficzną dla Chechła: $50^\circ 22' \text{N}$

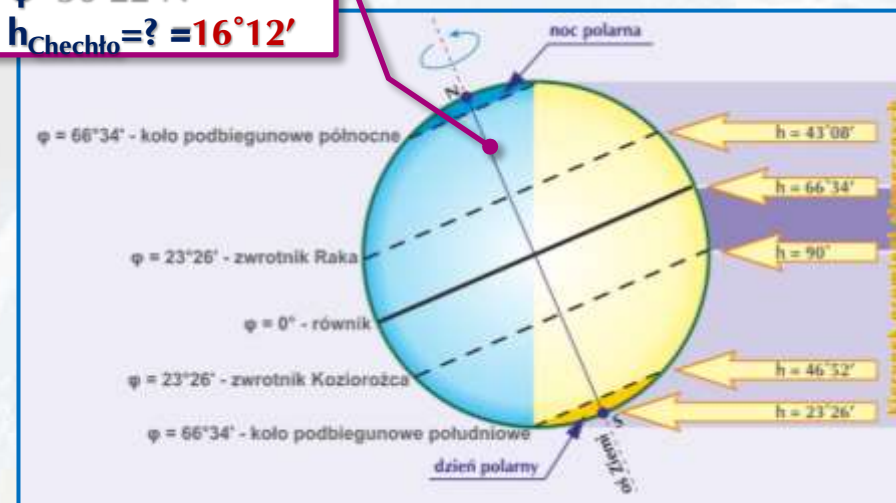
→ Obliczenie wysokości górowania Słońca w Chechle :

$$\rightarrow h_{\text{Chechło}} = 90^\circ - 50^\circ 22' - 23^\circ 26' \Leftrightarrow h_{\text{Chechło}} = 66^\circ 34' - 50^\circ 22' \Leftrightarrow h_{\text{Chechło}} = 16^\circ 12'$$

Chechło:

$$\varphi = 50^\circ 22' \text{N}$$

$$h_{\text{Chechło}} = ? = 16^\circ 12'$$



Odp.: Słońce w dniu 22 grudnia góruje w Chechle na wysokości $16^\circ 12'$.

Zadanie 3 (długość dnia i nocy)

→ Spośród podanych niżej miejscowości, wybierz i wpisz w odpowiednie miejsce tę, w której:

a) w lecie długość dnia jest większa niż w pozostałych:

b) w zimie długość dnia jest większa niż w pozostałych:

A. Słubice	52°20' N	14°22' E
B. Brześć	52°07' N	23°40' E
C. Łeba	54°40' N	17°30' E
D. Zakopane	49°20' N	19°50' E



Zadanie 3 (długość dnia i nocy) - odpowiedź

→ Spośród podanych niżej miejscowości, wybierz i wpisz w odpowiednie miejsce tę, w której:

a) w lecie długość dnia jest większa niż w pozostałych: **C. ŁEBA**

b) w zimie długość dnia jest większa niż w pozostałych: **D. ZAKOPANE**

A. Słubice	52°20' N	14°22' E
B. Brześć	52°07' N	23°40' E
C. Łeba	54°40' N	17°30' E
D. Zakopane	49°20' N	19°50' E

Wyjaśnienie do zadania

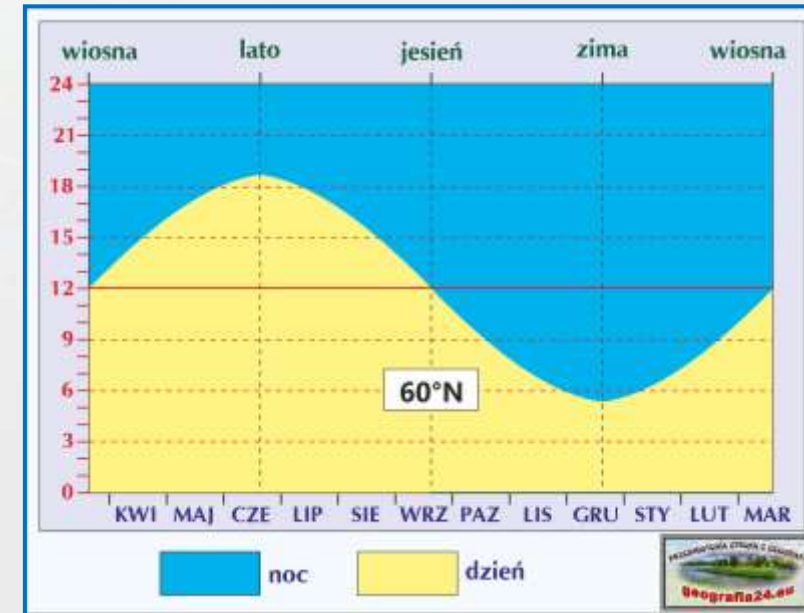
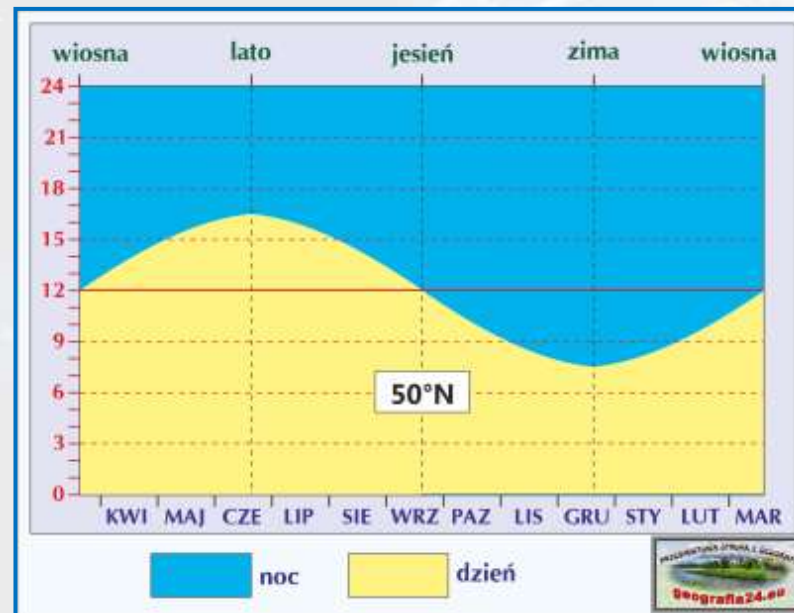
Długość dnia jest najdłuższa:

- w lecie – na północy Polski (im bardziej na północ tym długość dnia jest dłuższa)

--- **C. ŁEBA**

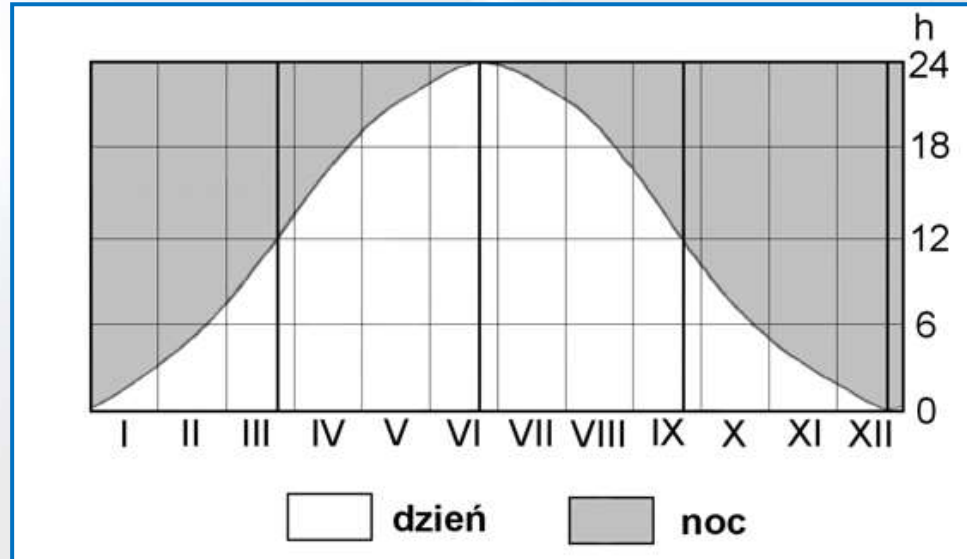
- na zimie – na południu Polski (im bardziej na południe, tym długość dnia jest dłuższa)

--- **D. ZAKOPANE**



Zadanie 4 (długość dnia i nocy)

→ Na rysunku przedstawiono długości trwania dnia i nocy w ciągu roku w wybranym miejscu kuli ziemskiej.



a) Podaj na podstawie rysunku, ile godzin trwa dzień w tym miejscu podczas przesilenia letniego.

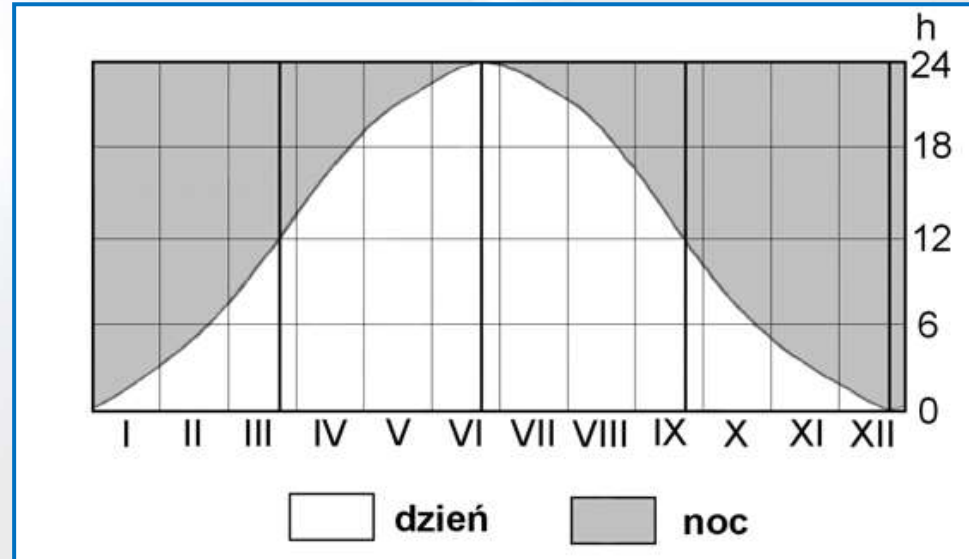
Odpowiedź: godz.

b) Spośród podanych niżej miejsc wybierz to, dla którego przedstawiono na rysunku czas trwania dnia i nocy w ciągu roku.
biegun północny, koło podbiegunowe północne, równik, zwrotnik Raka

Odpowiedź:

Zadanie 4 (długość dnia i nocy) - odpowiedź

→ Na rysunku przedstawiono długości trwania dnia i nocy w ciągu roku w wybranym miejscu kuli ziemskiej.



a) Podaj na podstawie rysunku, ile godzin trwa dzień w tym miejscu podczas przesilenia letniego.

Odpowiedź: **24godz.**

b) Spośród podanych niżej miejsc wybierz to, dla którego przedstawiono na rysunku czas trwania dnia i nocy w ciągu roku.
biegun północny, koło podbiegunowe północne, równik, zwrotnik Raka

Odpowiedź: **koło podbiegunowe północne**

Zadanie 5

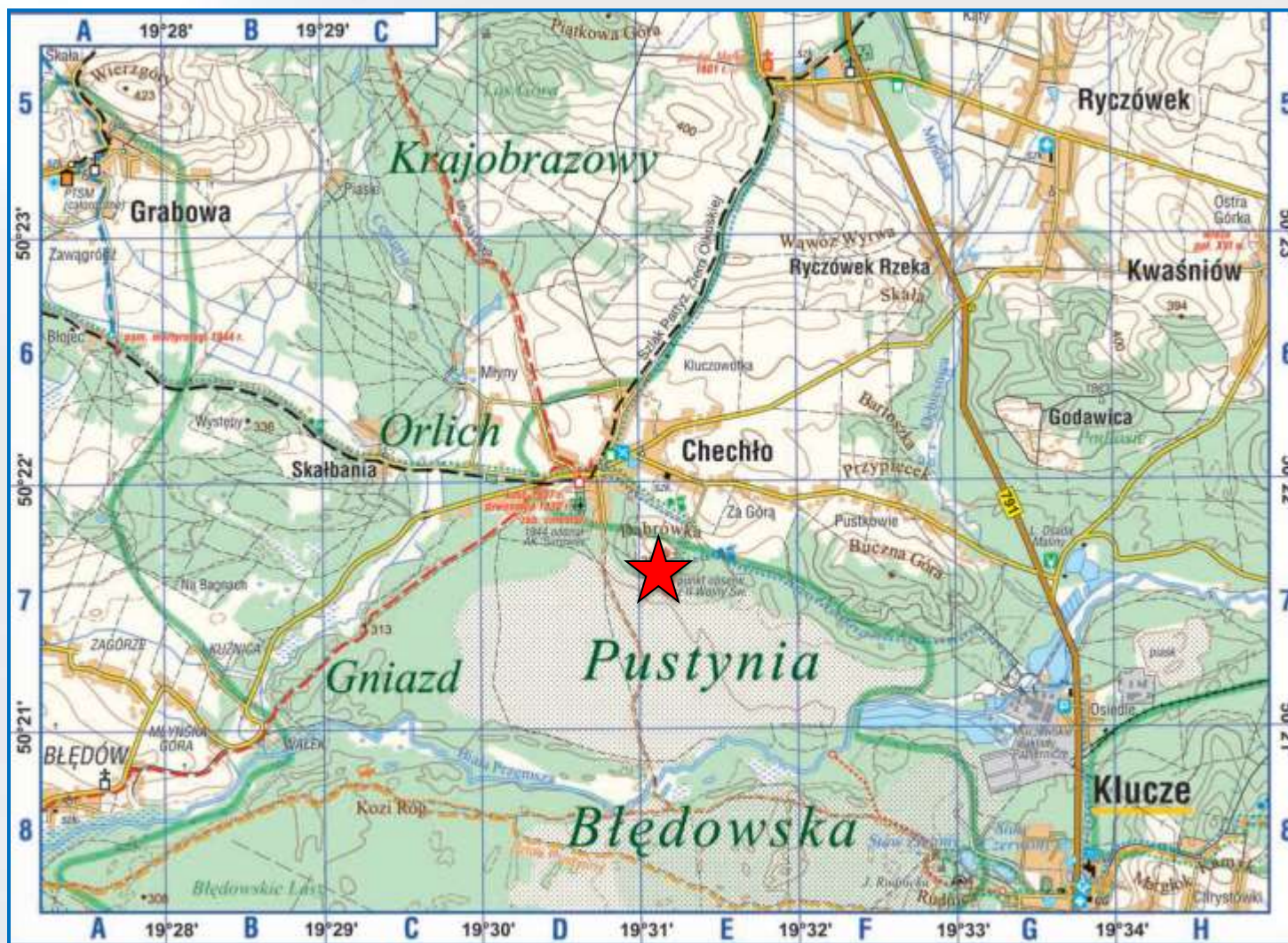
→ Ze wzniesienia Dąbrówka (pole E7) turysta może w dniu 22 czerwca obserwować zachód Słońca, patrząc w kierunku miejscowości.

A. Błędów

B. Klucze

C. Kwaśniów

D. Grabowa



Zadanie 5 - odpowiedź

→ Ze wzniesienia Dąbrówka (pole E7) turysta może w dniu 22 czerwca obserwować zachód Słońca, patrząc w kierunku miejscowości.

A. Błędów

B. Klucze

C. Kwaśniów

D. Grabowa

LATO
zachód Słońca
(kierunek północny-zachód)

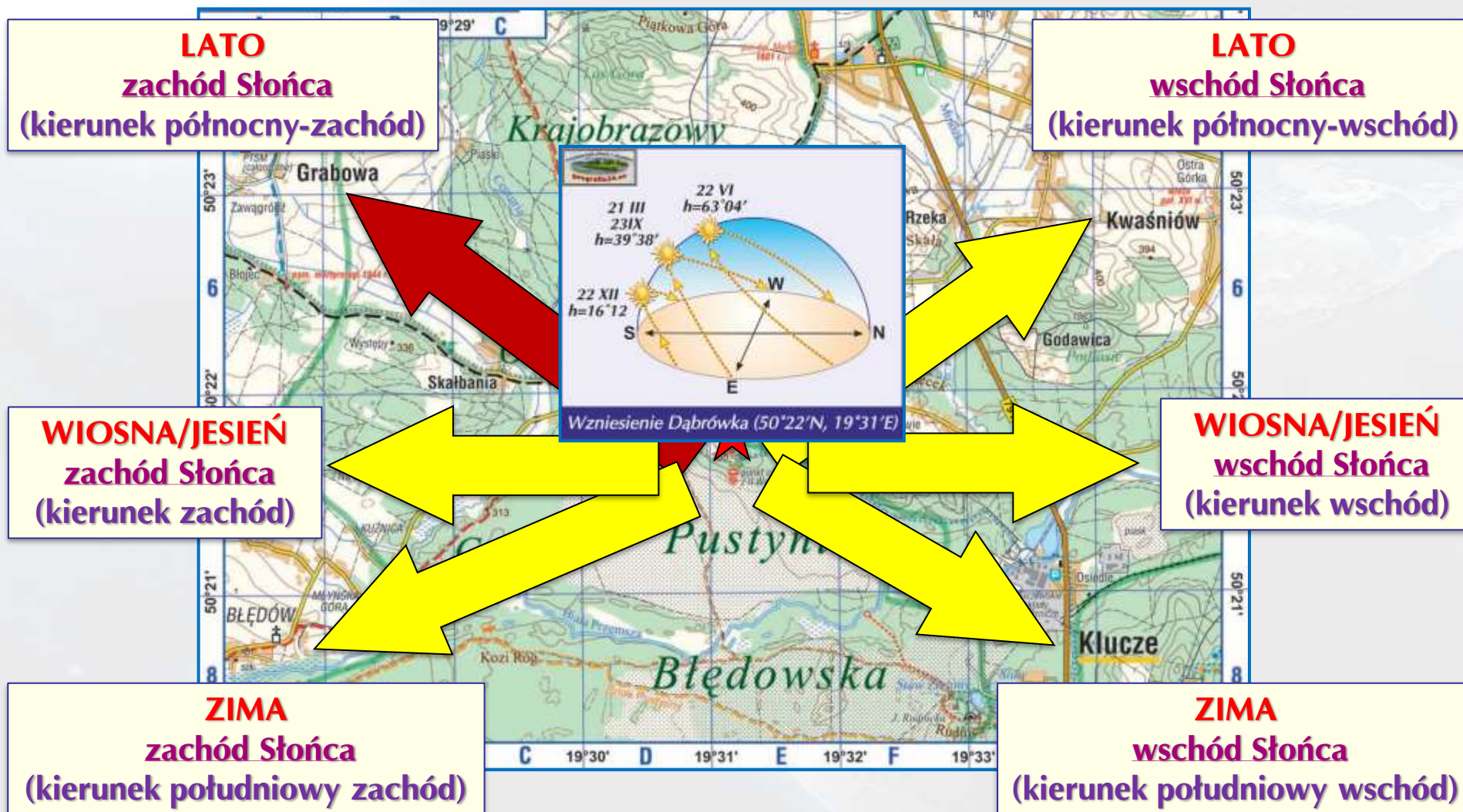
LATO
wschód Słońca
(kierunek północny-wschód)

WIOSNA/JESIEŃ
zachód Słońca
(kierunek zachód)

WIOSNA/JESIEŃ
wschód Słońca
(kierunek wschód)

ZIMA
zachód Słońca
(kierunek południowy zachód)

ZIMA
wschód Słońca
(kierunek południowy wschód)



KONIEC



Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -