

# Wydział Geodezji i Kartografii

Przedmiot: **Wybrane zagadnienia geodezji wyższej**

Prowadzący: **mgr inż. Viktor Szabó**

Projekt: **Astronomia geodezyjna**

Kierunek: Geoinformatyka

Semestr 7

Student: Patrycja Tatar

Numer indeksu: 291578

## 1. Cel

Głównym celem zadania było pokazanie ruchu wybranej gwiazdy na niebie w ciągu doby dla trzech różnych miejsc na Ziemi. Kolejnym zadaniem jest pokazanie zależności wysokości oraz azymutu od czasu. Przy tym ćwiczeniu przeliczono współrzędne z układu równikowego ekwinokcjalego na układ horyzontalny związany z miejscem obserwacji.

## 2. Dane

Wybrano gwiazdę **Regulus** z gwiazdozbioru Lwa o rektascensji równej 10h 09min 31,23s oraz deklinacji równej  $11^{\circ} 51' 41.8''$ . Dane obiektu pobrano z programu Stellarium dnia 24.11.2021r. Tą gwiazdę widać gołym okiem z Ziemi a jej położenie wskazuje serce Lwa.

Wybrano następujące 3 miejsca na Ziemi:

- **Warszawa** (półkula północna, strefa czasowa UTC+01:00)

$$\Phi_1 = 52.2297700$$

$$\lambda_1 = 21.0117800$$

- **Wyspy Świętego Tomasza i Książęca** (okolice równika, strefa czasowa UTC±0)

$$\Phi_2 = 0.3365400$$

$$\lambda_2 = 6.7273200$$

- **Buenos Aires** (półkula południowa, strefa czasowa UTC-3:00)

$$\Phi_3 = -34.6131500;$$

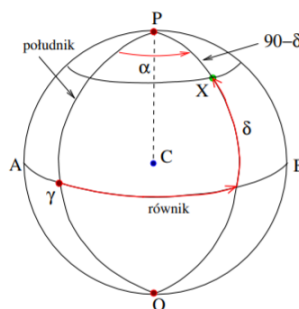
$$\lambda_3 = -58.3772300$$

## 3. Trochę teorii

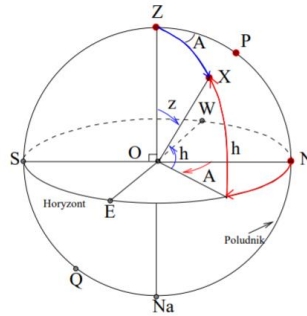
**Rektascensja [ $\alpha$ ]** – jedna ze współrzędnych równikowo ekwinokcjale; kąt między płaszczyzną zawierającą punkt Barana a płaszczyzną przechodzącą przez dany obiekt (w ćwiczeniu jest to gwiazda).

**Deklinacja [ $\delta$ ]** – jedna ze współrzędnych równikowo ekwinokcjale; odległość kątowa jaką tworzy promień wodzący od płaszczyzny równika niebieskiego do gwiazdy; przyjmuje wartości od  $-90^{\circ}$  do  $+90^{\circ}$ .

**Układ równikowy ekwinokcjale** – określa położenie gwiazd za pomocą deklinacji i rektascensji; współrzędne w tym układzie są niezależne od miejsca obserwacji i zależne tylko od ruchów własnych.



**Układ horyzontalny** – chwilowy układ, którego główną osią jest oś zenit – nadir; współrzędnymi tego układu jest zenit i azymut, które są zależne od miejsca obserwacji i czasu.



#### 4. Kolejne kroki ćwiczenia

I. *Zmiana daty na liczbę dni juliańskich*, w celu uniknięcia problemów związanych ze zmianą kalendarza w XVI wieku oraz braku roku zerowego. Pierwszy krok został wykonany dzięki poniższej funkcji umieszczonej w osobnym pliku „julday.m”.

**jd = julday(ye,m,d,0) [dni]**  
**ye** – rok; **m** – miesiąc; **d** – dzień

**II. Przeliczenie czasu słonecznego UT na czas gwiazdowy S oraz obliczenie kąta godzinnego dla pojedynczego miejsca.**

- średni czas gwiazdowy Greenwich  
 **$g = \text{GMST}(\text{jd})$**  [stopnie] (GMST to funkcja umieszczona w osobnym pliku „GMST.m”)
- czas uniwersalny UT1  
 **$\text{UT1} = h * 1.002737909350795$**  [godziny]  
**h** – godziny obserwacji podane w macierzy
- obliczenie czasu gwiazdowego  
 **$S = \text{UT1} * 15 + \text{lambda} + g$**  [stopnie]
- obliczenie kąta godzinnego  
 **$t = S - \text{rekt}$**  [stopnie]

### III. Rozwiązanie trójkąta paralaktycznego.

**Azymut (A)** – kąt między kierunkiem północnym, a kierunkiem na gwiazdę rzutowany na płaszczyznę.

**Odległość zenitalna (Z)** - kąt między kierunkiem na wybrany punkt na sferze niebieskiej, a kierunkiem zenitu.

- obliczenie odległości zenitalnej i azymutu

$$Z = \arccos(\sin(\Phi\_1) \cdot \sin(\text{deklinacja}) + \cos(\Phi\_1) \cdot \cos(\text{deklinacja}) \cdot \cos(t))$$

- obliczenie azymutu

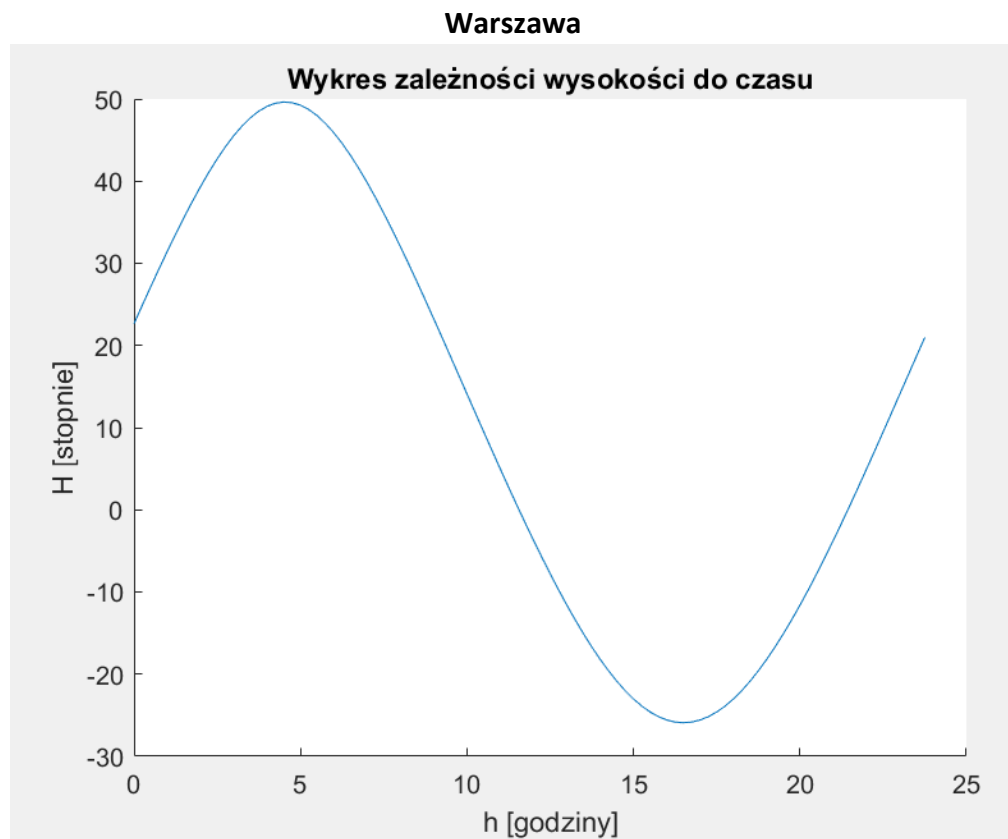
$$Az = \arctan(-\cos(\text{deklinacja}) \cdot \sin(t) / (\cos(\Phi) \cdot \sin(\text{deklinacja}) - \sin(\Phi) \cdot \cos(\text{deklinacja}) \cdot \cos(t)))$$

#### IV. Obliczenie wysokości

**Wysokość (H)** – kąt między płaszczyzną horyzontu, a kierunkiem od obserwatora do ciała niebieskiego.

$$H = 90 - Z \text{ [stopnie]}$$

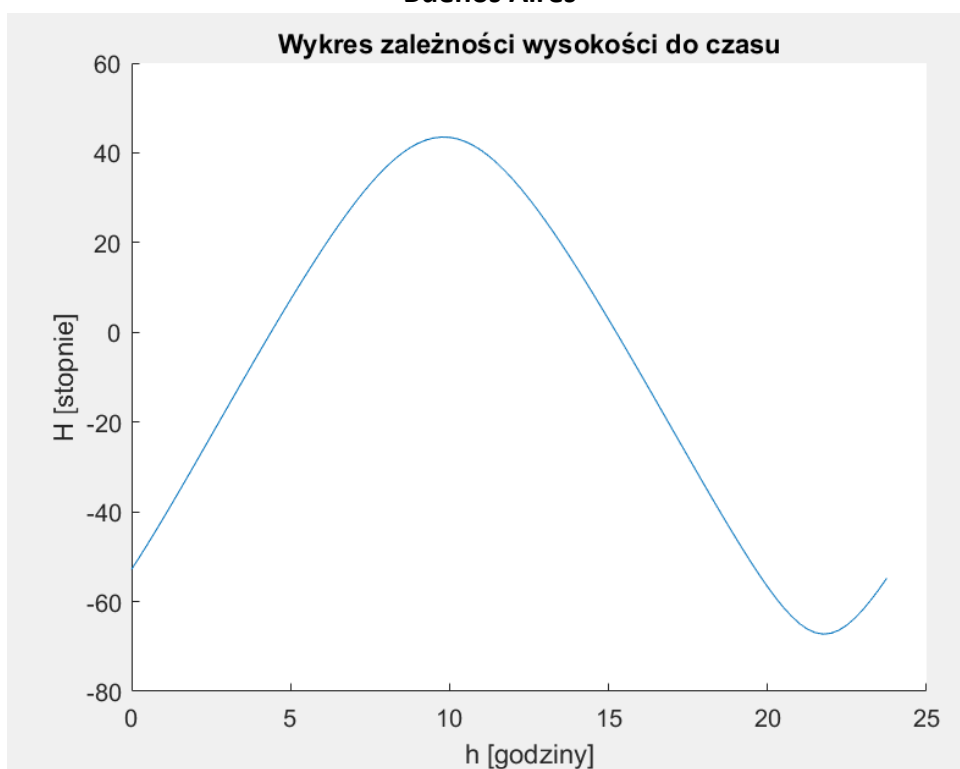
#### V. Wyznaczenie wykresu zależności wysokości od czasu.



### Wyspy Świętego Tomasza i Książęca

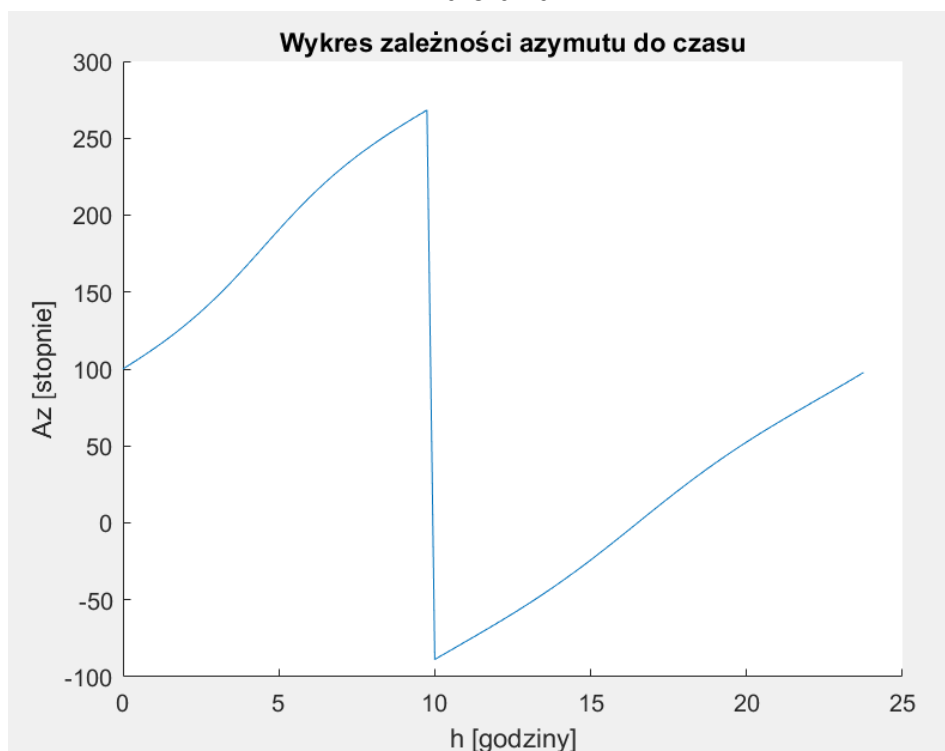


### Buenos Aires

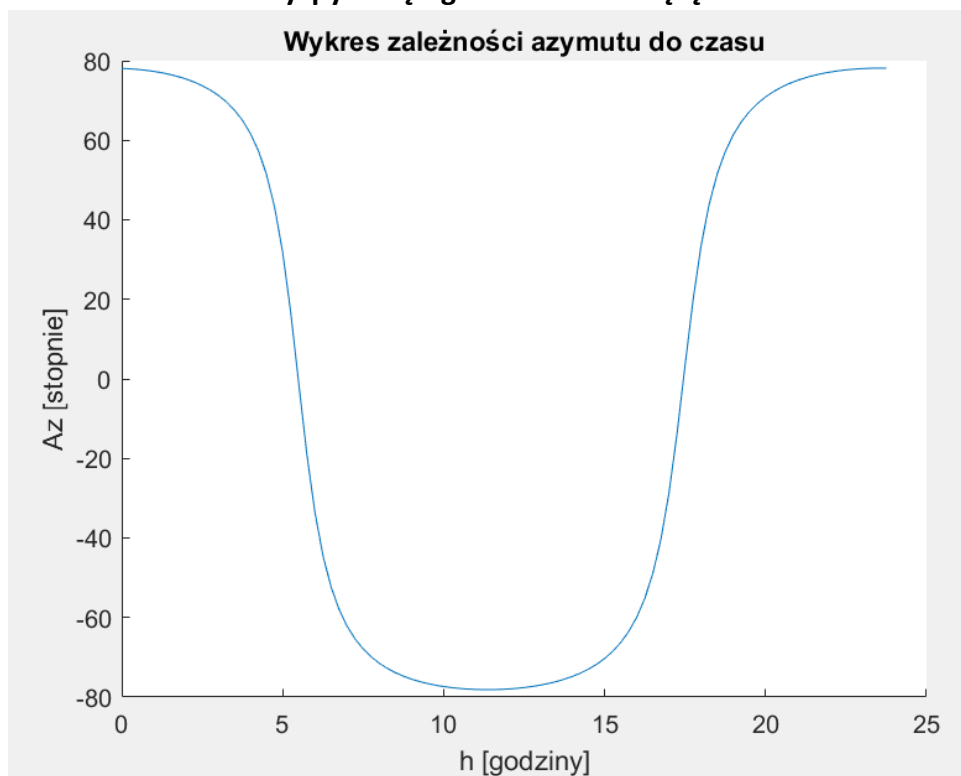


**VI. Wyznaczenie wykresu zależności azymutu do czasu**

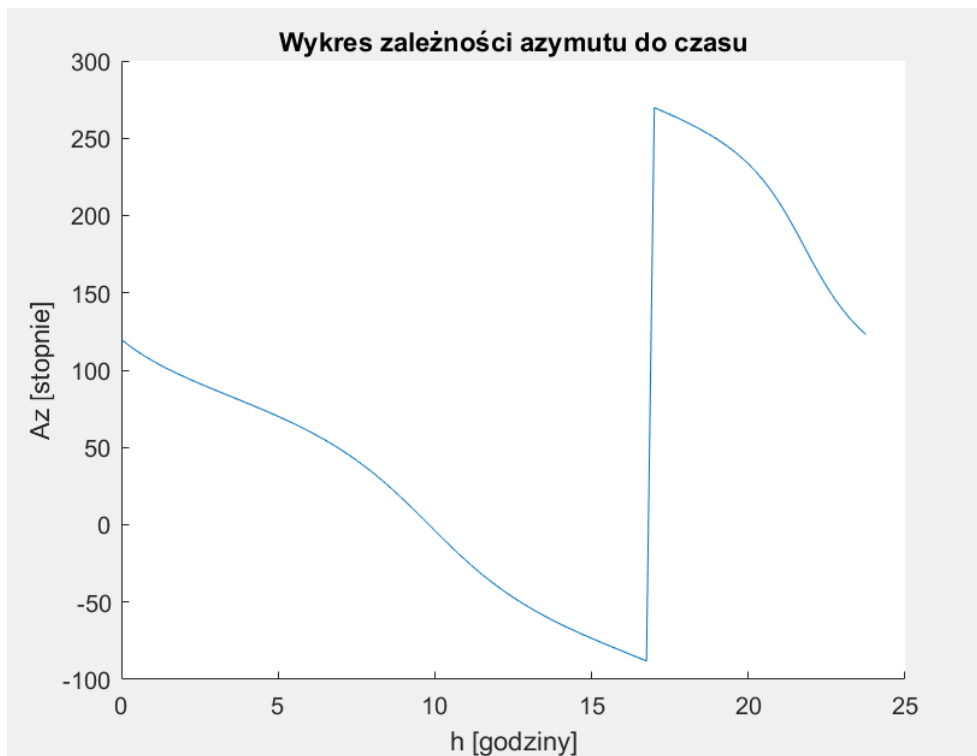
**Warszawa**



**Wyspy Świętego Tomasza i Książęca**



**Buenos Aires**



**VII. Transformacja współrzędnych oraz przedstawienie ruchu gwiazdy na sferze**

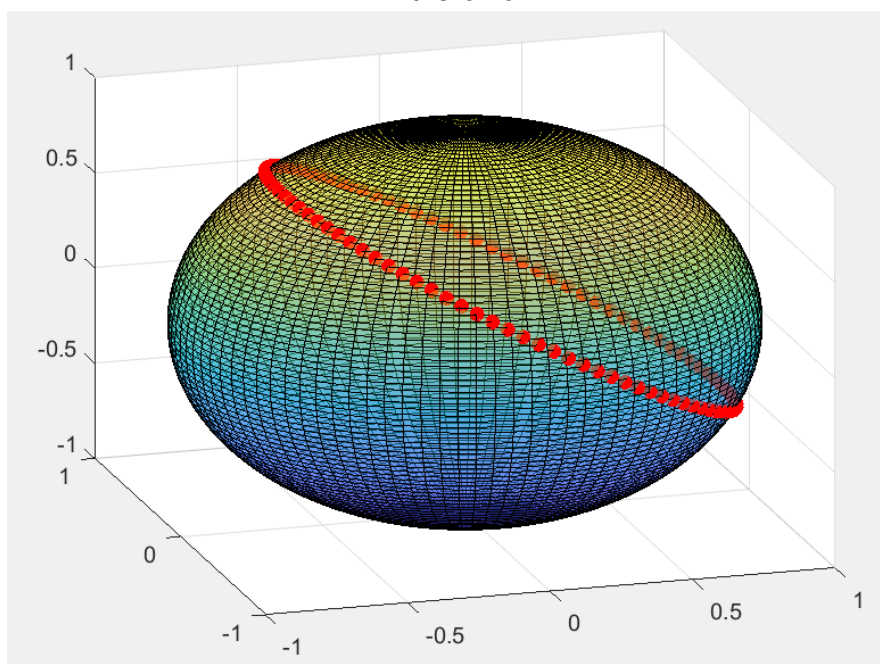
$r = 1$  (odległość gwiazdy od obserwatora, przyjmujemy stałą wartość)

$$x = r \cdot \sin(Z) \cdot \cos(Az)$$

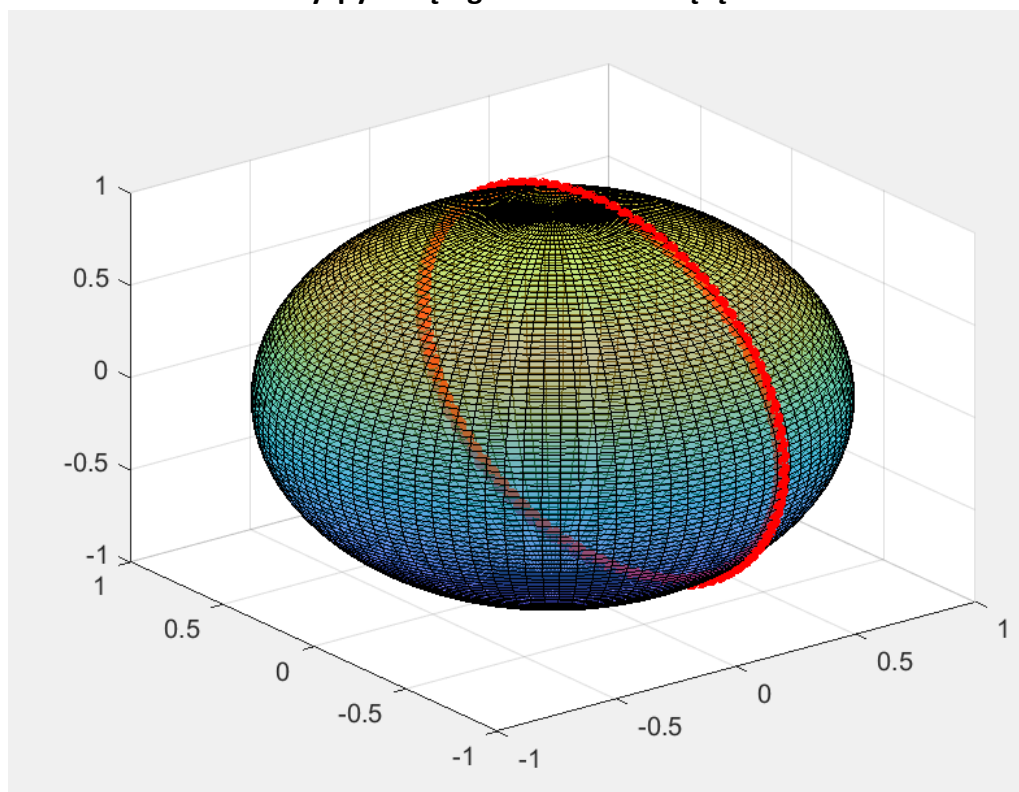
$$y = r \cdot \sin(Z) \cdot \sin(Az)$$

$$z = r \cdot \cos(Z)$$

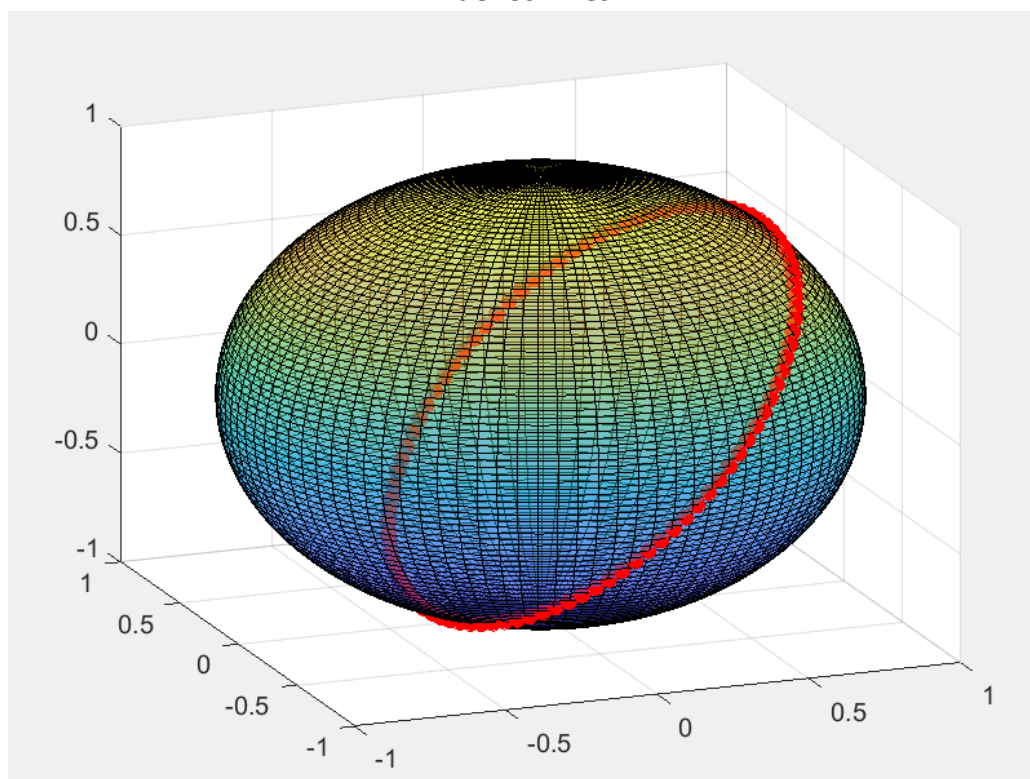
**Warszawa**



**Wyspy Świętego Tomasza i Książęca**



**Buenos Aires**





### VIII. Wyznaczenie momentu zachodu i wschodu gwiazdy

Odległość zenitalna przyjmuje wartości od  $0^\circ$  do  $180^\circ$ :

- dla wartości od  $0^\circ$  do  $90^\circ$  obiekt znajduje się na horyzoncie;
- dla wartości od  $90^\circ$  do  $180^\circ$  obiekt znajduje się pod horyzontem.

Kiedy wartość odległości zenitalnej spada poniżej  $90^\circ$  następuje wschód gwiazdy, a gdy wartość rośnie powyżej  $90^\circ$  gwiazda zachodzi.

- Moment zachodu

#### Buenos Aires

Kolejność punktu	60	<b>61</b>	<b>62</b>	63	64
Zenit (Z)	84.17181	<b>87.12075</b>	<b>90.10326</b>	93.11446	96.14979

Zachód gwiazdy Regulus nastąpił pomiędzy 15h 15min a 15h 30min od początku obserwacji.

#### Wyspy Świętego Tomasza i Książęca

Kolejność punktu	45	<b>46</b>	<b>47</b>	48	49
Zenit (Z)	83.05559	<b>86.73523</b>	<b>90.41518</b>	94.09475	97.77327

Zachód gwiazdy Regulus nastąpił pomiędzy 11h 30min a 11h 45min od początku obserwacji.

#### Warszawa

Kolejność punktu	45	46	<b>47</b>	<b>48</b>	49
Zenit (Z)	85.02375	87.25391	<b>89.45165</b>	<b>91.61084</b>	93.72521

Zachód gwiazdy Regulus nastąpił pomiędzy 11h 45min a 12h 00min od początku obserwacji.

- Moment wschodu

#### Buenos Aires

Kolejność punktu	16	17	<b>18</b>	<b>19</b>	20
Zenit (Z)	97.66122	94.61553	<b>91.59182</b>	<b>88.59451</b>	85.62830

Wschód gwiazdy Regulus nastąpił pomiędzy 04h 30min a 04h 45min od początku obserwacji.

#### Wyspy Świętego Tomasza i Książęca

Kolejność punktu	92	93	<b>94</b>	<b>95</b>	96
Zenit (Z)	100.00051	96.32298	<b>92.64397</b>	<b>88.96417</b>	85.28426

Wschód gwiazdy Regulus nastąpił pomiędzy 23h 30min a 23h 45min od początku obserwacji.

#### Warszawa

Kolejność punktu	84	85	<b>86</b>	<b>87</b>	88
Zenit (Z)	95.80480	93.74218	<b>91.62820</b>	<b>89.46934</b>	87.27190

Wschód gwiazdy Regulus nastąpił pomiędzy 21h 30min a 21h 45min od początku obserwacji.

## 5. Wnioski

Ruch pozorny gwiazdy na niebie zależy od:

- rektascensji i deklinacji gwiazdy;
- współrzędnych  $\Phi, \lambda$  miejsca obserwacji na Ziemi;
- czasu obserwacji.

Wszystkie gwiazdy są nieruchome i posiadają stałe wartości (rektascensja i deklinacja).

Ruch ciał niebieskich obserwowany z Ziemi jest pozorny. Efekt ruchu gwiazdy jest spowodowany ruchem Ziemi.