

Transformacja współrzędnych gwiazdy z układu równikowego do horyzontalnego

1. Dane do zadania

Julia Zapła 325710 nr. 25		
	DEKLINACJA	REKTASCENZJA
GWIAZDA 524	77° 26' 13.24''	14 h 8' 47.507''
SŁOŃCE	23° 8' 11.85''	6 h 37' 43.973''

	DŁUGOŚĆ GEOGRAFICZNA	SZEROKOŚĆ GEOGRAFICZNA
OKOLICE WARSZAWY	21°	52°
RÓWNIK	21°	0°

2. Cel zadania

Celem zadania było wyznaczenie położenia gwiazdy w układzie horyzontalnym dla całej doby - 1 lipca 2023 roku, w godzinnych interwałach, a następnie wykonanie wizualizacji.

3. Wstęp teoretyczny

W astronomii często konieczne jest zastosowanie różnych układów współrzędnych. Ważnym aspektem jest transformacja współrzędnych gwiazdy z układu równikowego do układu horyzontalnego. W pierwszym z nich podstawowymi płaszczyznami są płaszczyzna równika niebieskiego oraz płaszczyzna południka miejscowego. Współrzędne opisujące punkt w tym układzie to: **deklinacja** (δ), czyli kąt zawarty pomiędzy płaszczyzną równika niebieskiego a kierunkiem do danej gwiazdy i **rektascenzja** (α), czyli kąt zawarty między płaszczyznami południka punktu Barana i południka danej gwiazdy. Z kolei w drugim układzie występują następujące współrzędne: **azymut** (**Az**), czyli kąt dwuścienny zawarty między półpłaszczyznami północnego ramienia południka miejscowego i wertykału rozpatrywanego punktu sfery niebieskiej i **wysokość** (**h**), czyli kąt między płaszczyzną horyzontu a kierunkiem rozpatrywanego punktu na sferze niebieskiej. Transformacja między układami jest możliwa dzięki specjalnemu rodzajowi trójkąta sferycznego, trójkąta paralaktycznego, czyli trójkąta o wierzchołkach w biegunie, zenicie oraz w miejscu interesującego nas ciała niebieskiego.

4. Wykonanie zadania

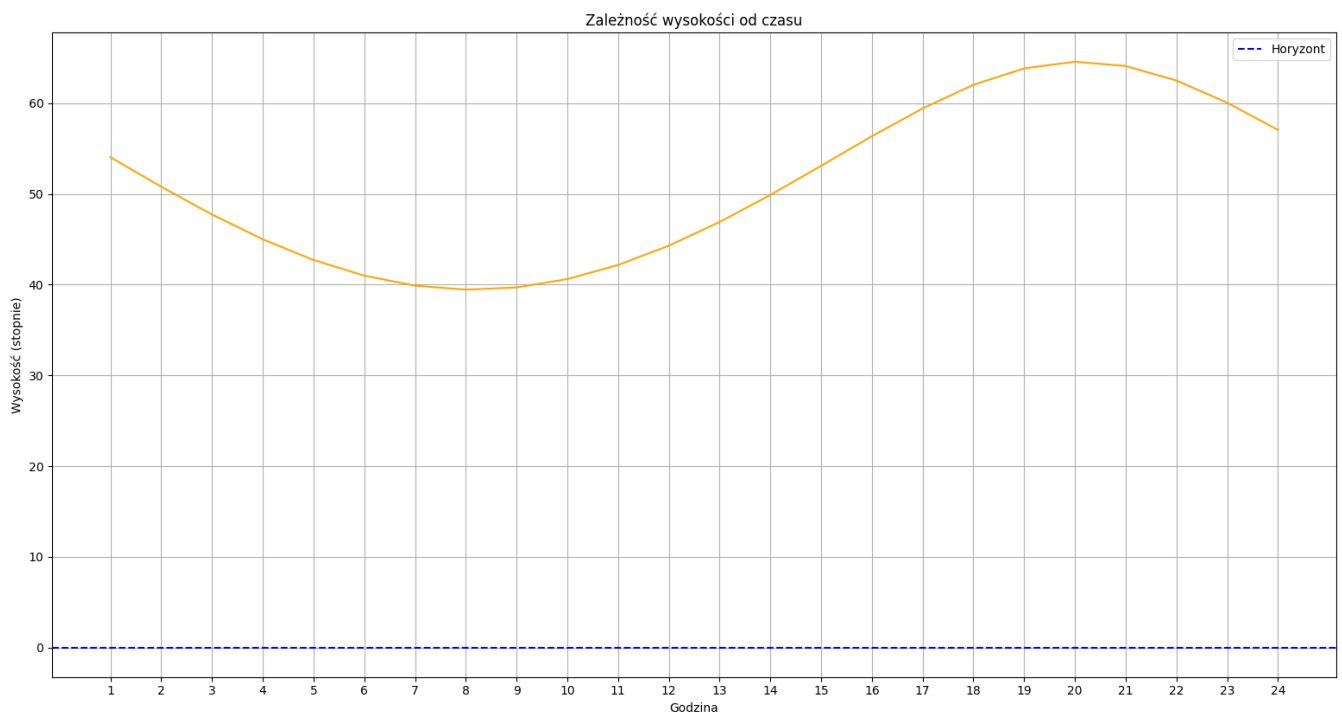
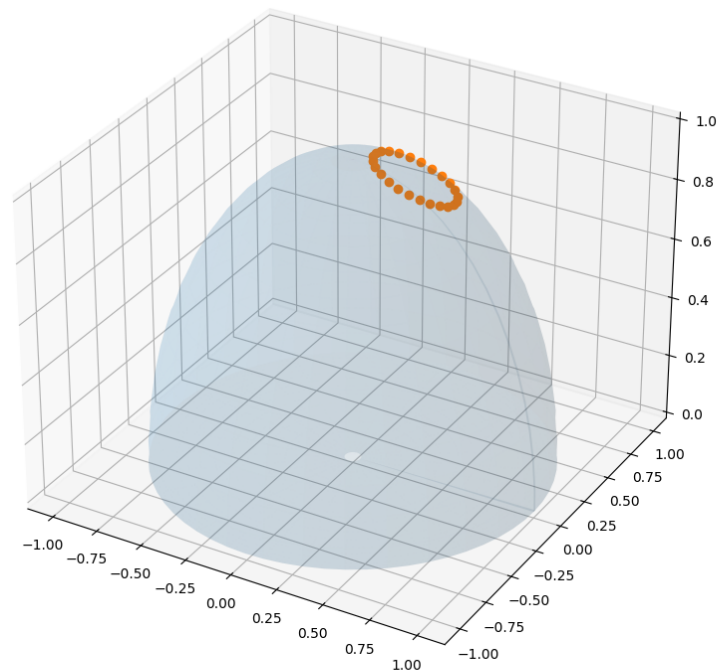
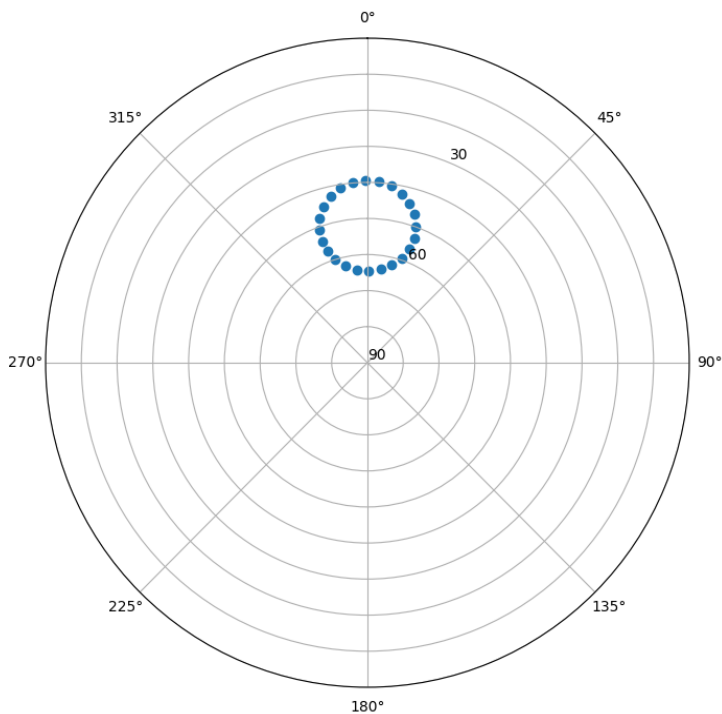
Zadanie zostało wykonane za pomocą programu napisanego w python z wykorzystaniem dostarczonego z treścią zadania kodu. Najpierw z uwzględnieniem różnicy czasu między strefami czasowymi UTC i UTC+2 obliczono datę juliańską, czyli zliczenie dni i ich części

od początku roku -4712. Następnie został obliczony czas średni gwiazdowy Greenwich (GMST), a na jego podstawie lokalny czas gwiazdowy (LST). Na podstawie poprzednich obliczeń i rektascenzji gwiazdy wyznaczono kąt godzinny (t). Wykorzystano go przy transformacji współrzędnych równikowych do współrzędnych horyzontalnych (obliczenie Az i h). Przed wykonaniem ostatecznych obliczeń wykorzystywane dane zamieniono za pomocą dostępnych funkcji na radiany. Ostatecznie wykonane obliczenia posłużyły do wykonania wizualizacji na wykresie typu „Skyplot”, 3D sfery niebieskiej i wykresu zależności wysokości od czasu. Obliczenia zostały wykonane dla gwiazdy 524, Słońca, gwiazdozbioru Wielkiego Wozu i Kasjopei.

5. Wizualizacje i wnioski

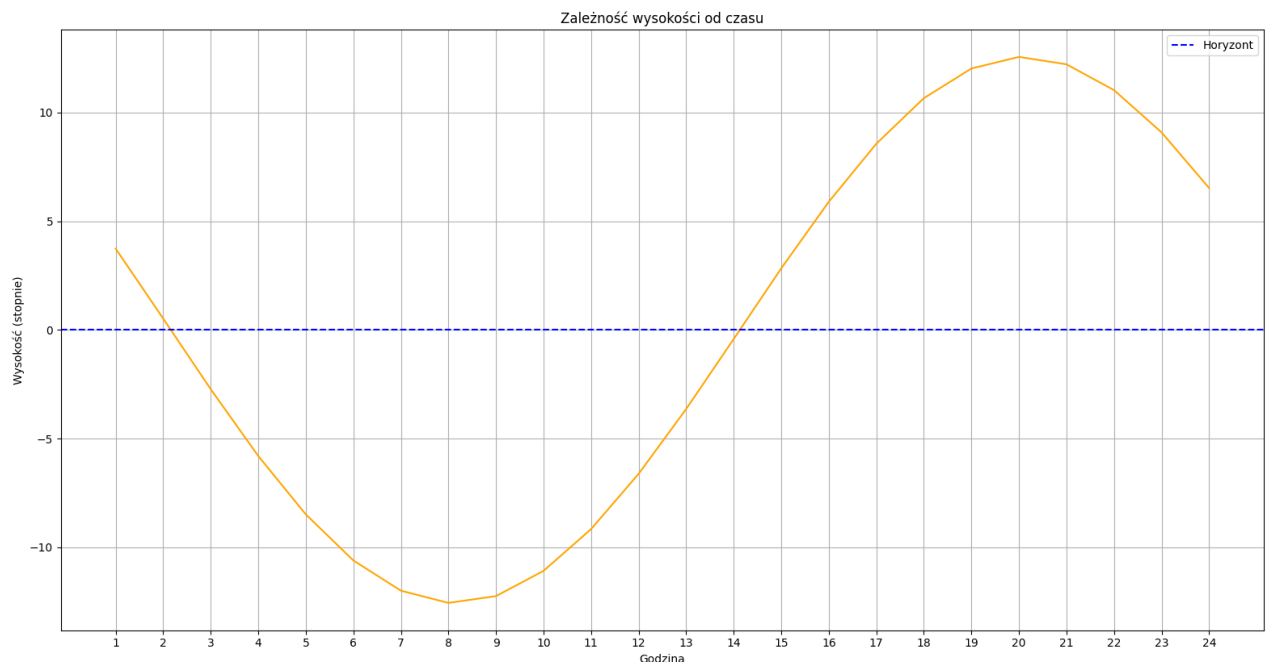
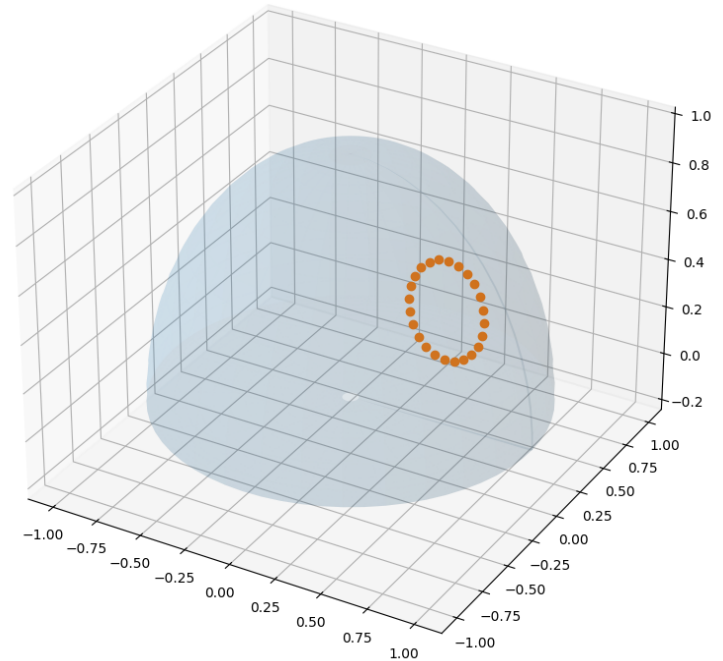
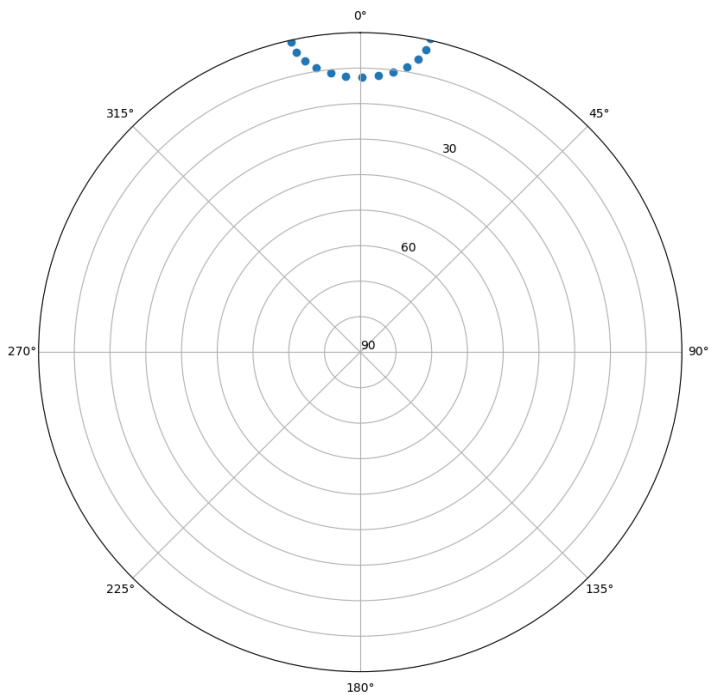
5.1. Wizualizacja dla gwiazdy 524

5.1.1. Położenie 1: okolice Warszawy



Gwiazda 524 nad okolicami Warszawy w omawianej dacie nie wschodzi, ani nie zachodzi, nie znika znad horyzontu. Gwiazda nie przechodzi również przez I wertykał.

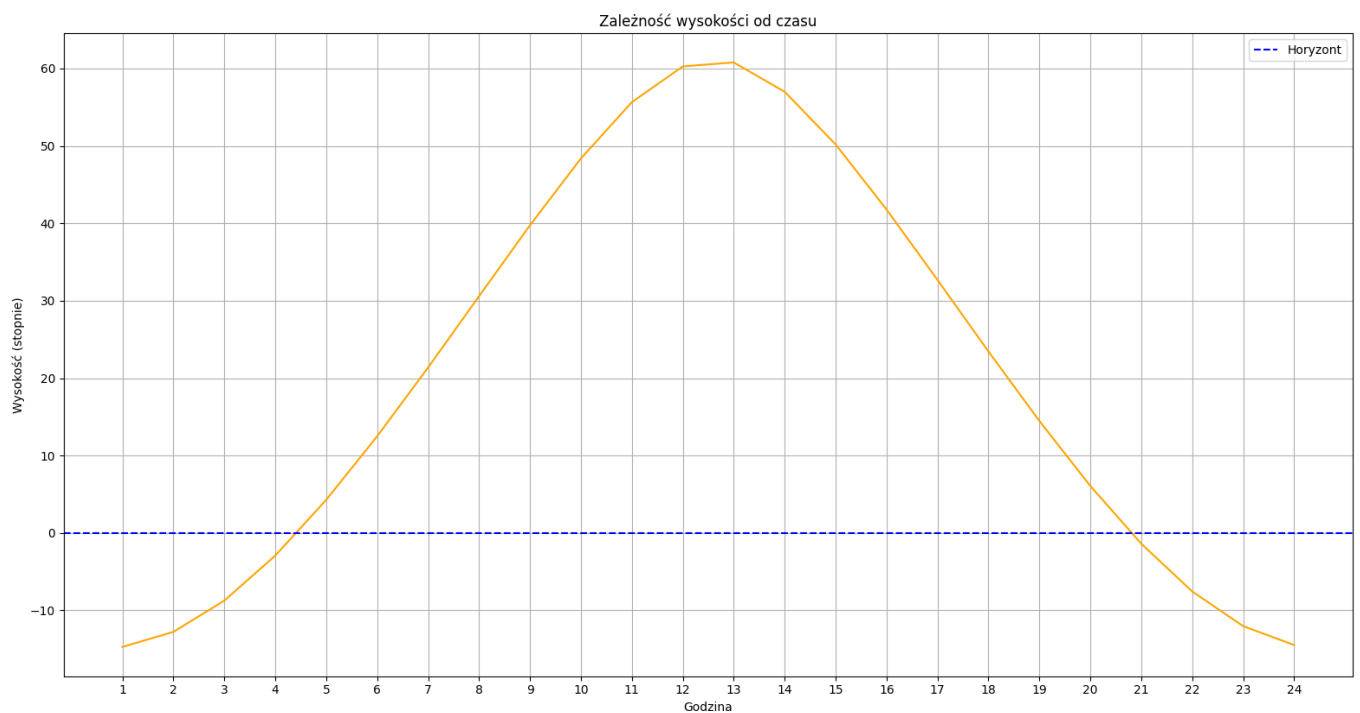
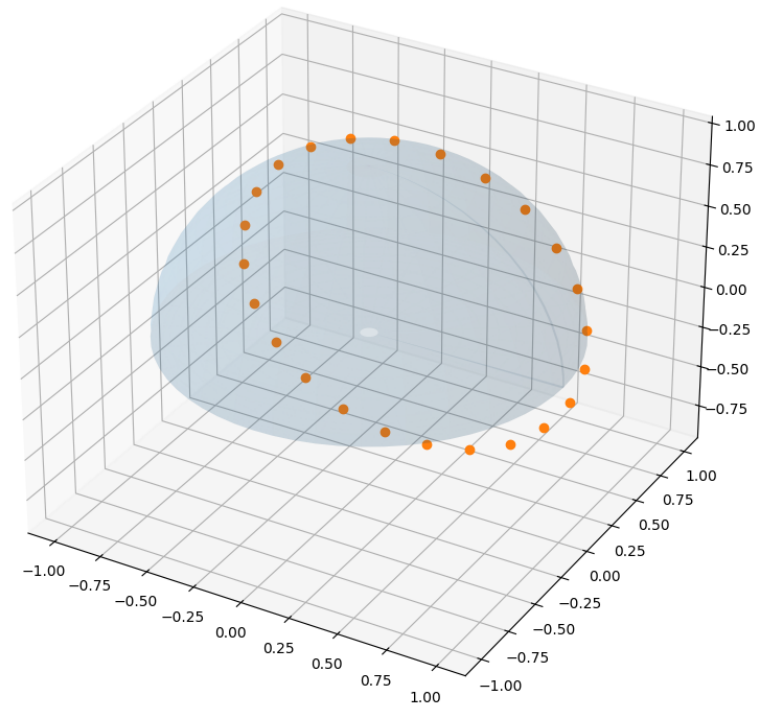
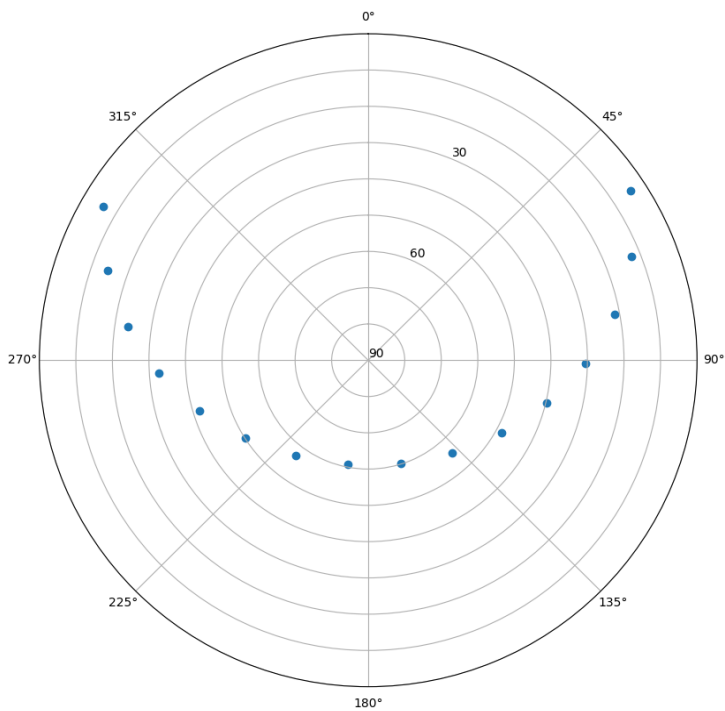
5.1.2 Położenie 2: równik dla tej samej długości geograficznej



Gwiazda 524 nad równikiem, nad tą samą długością geograficzną co okolice Warszawy w omawianej dacie wschodzi i zachodzi. Jest widoczna po północnej stronie nieba. Gwiazda nie przechodzi przez I wertykał.

5.2. Wizualizacja dla Słońca

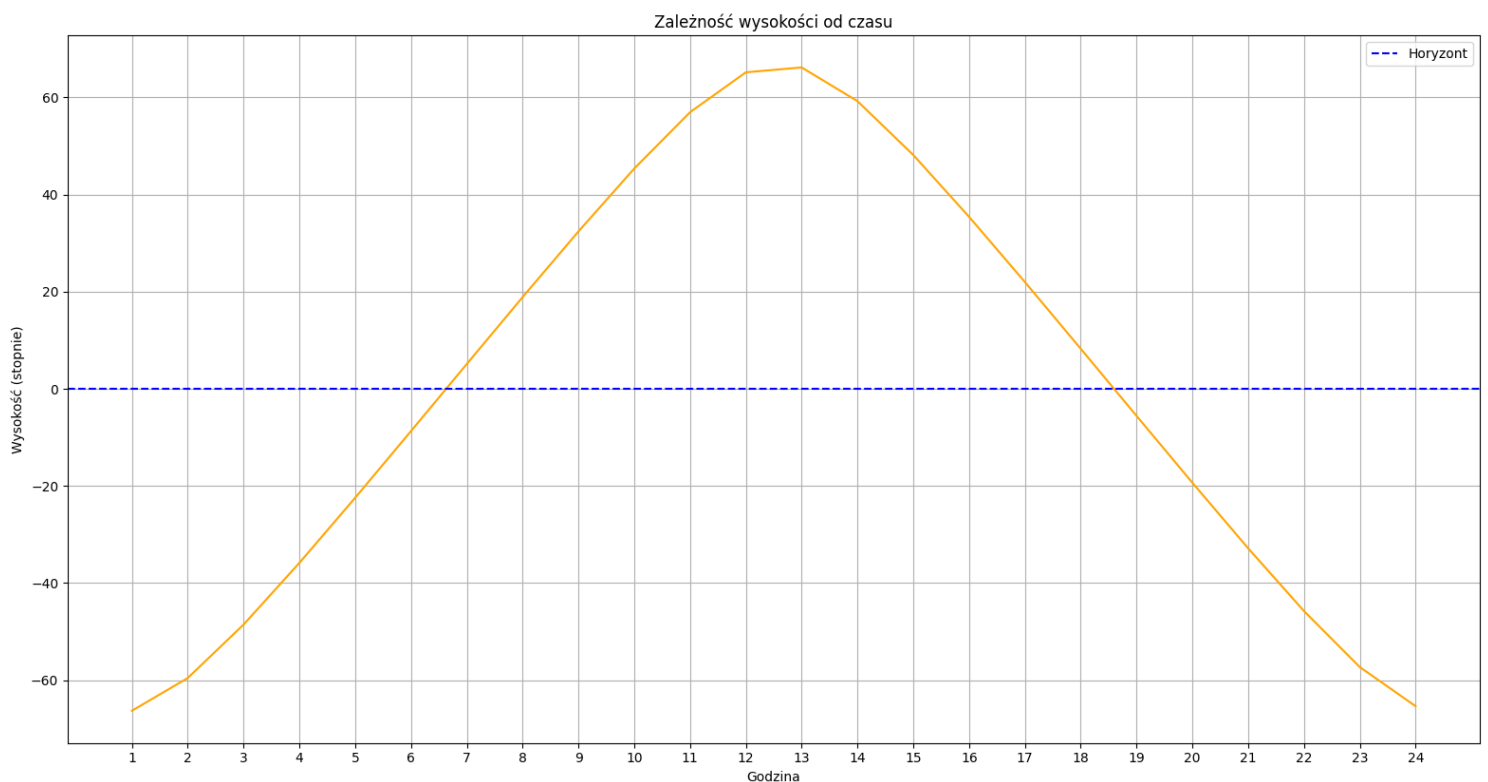
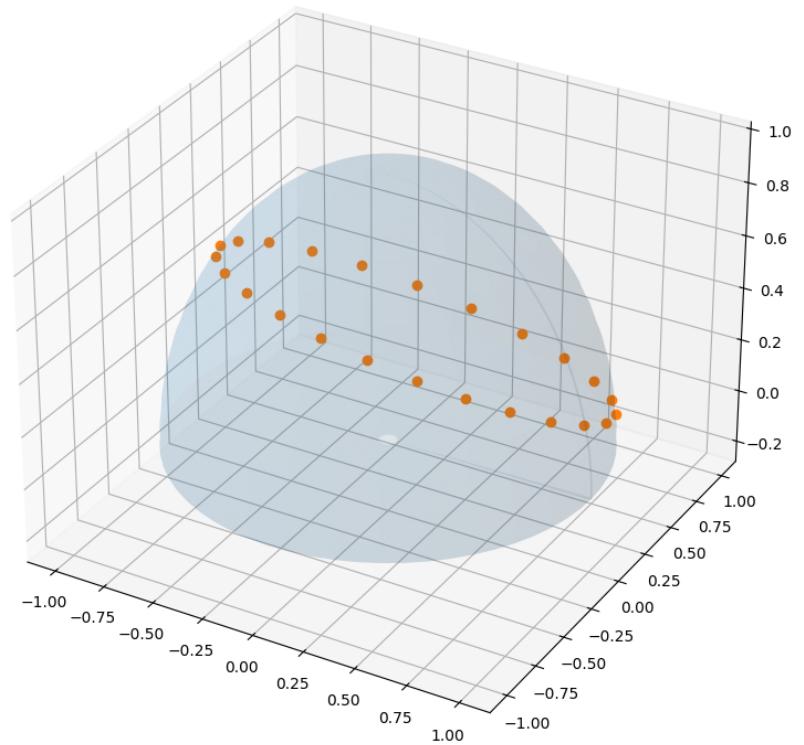
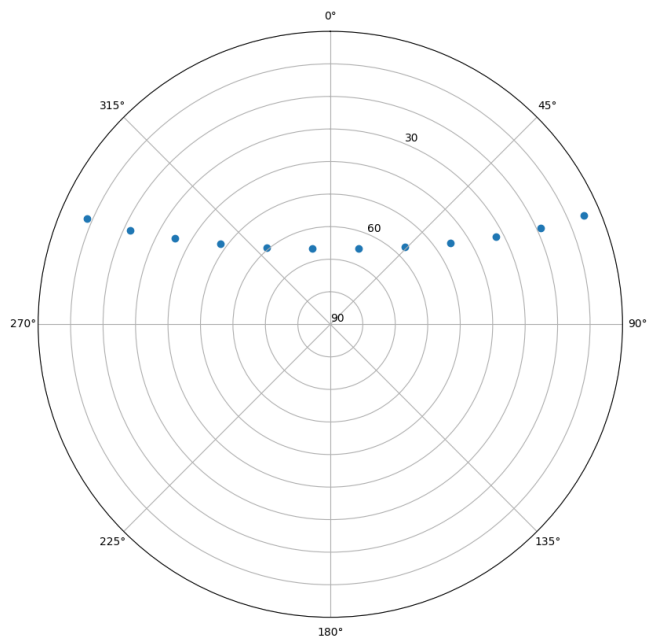
5.2.1. Położenie 1: okolice Warszawy



Słońce nad okolicami Warszawy w omawianej dacie wschodzi po północno-wschodniej stronie nieba i zachodzi po północno-zachodniej stronie nieba. Słońce nie przechodzi przez I wertykał. Jest widoczne na niebie przez około 16 godzin.

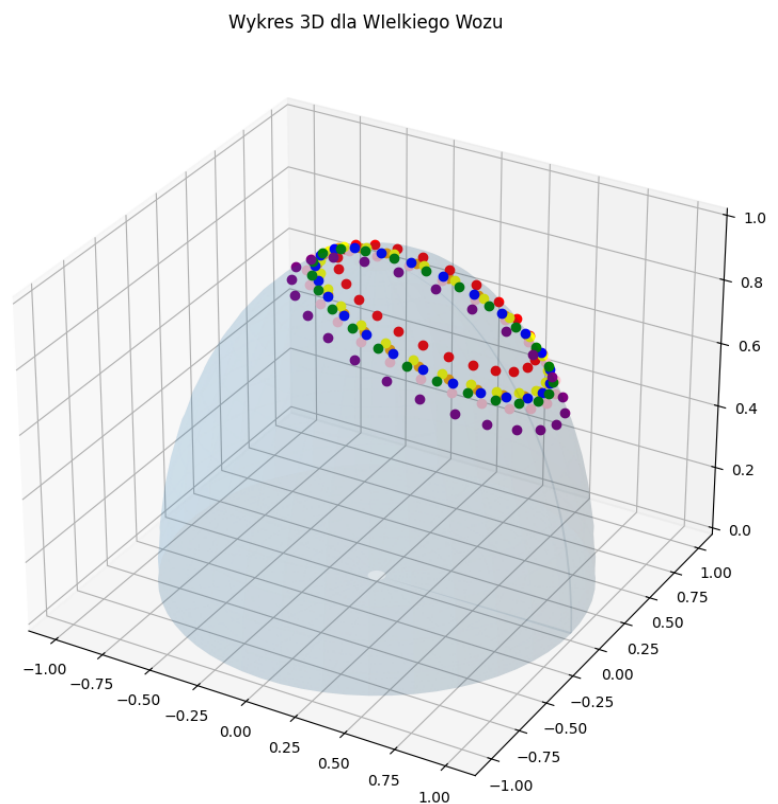
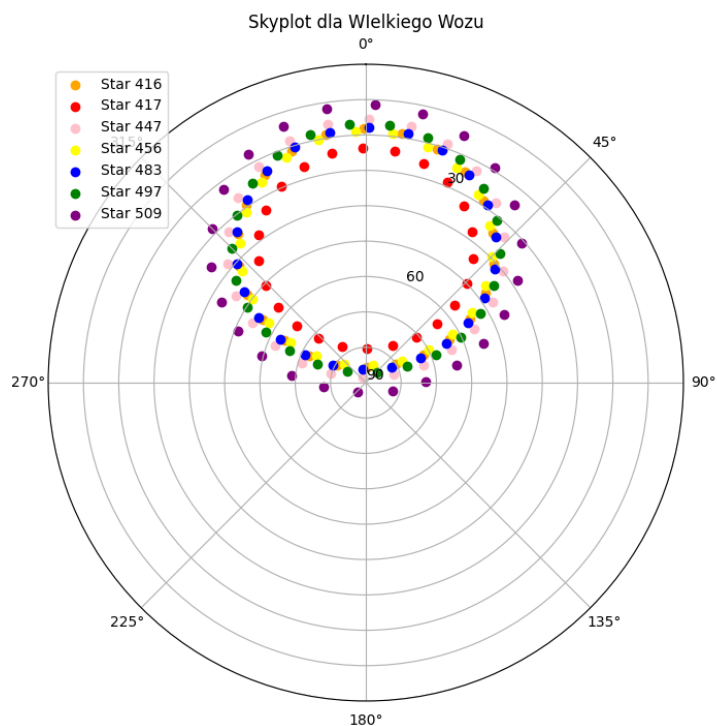
5.2.2. Położenie 2: równik dla tej samej długości geograficznej

Słońce nad równikiem, nad tą samą długością geograficzną co okolice Warszawy w omawianej dacie wschodzi po północno-wschodniej stronie nieba i zachodzi po północno-zachodniej stronie nieba. Słońce nie przechodzi przez I wertykał. Jest widoczne na niebie przez około 12 godzin.



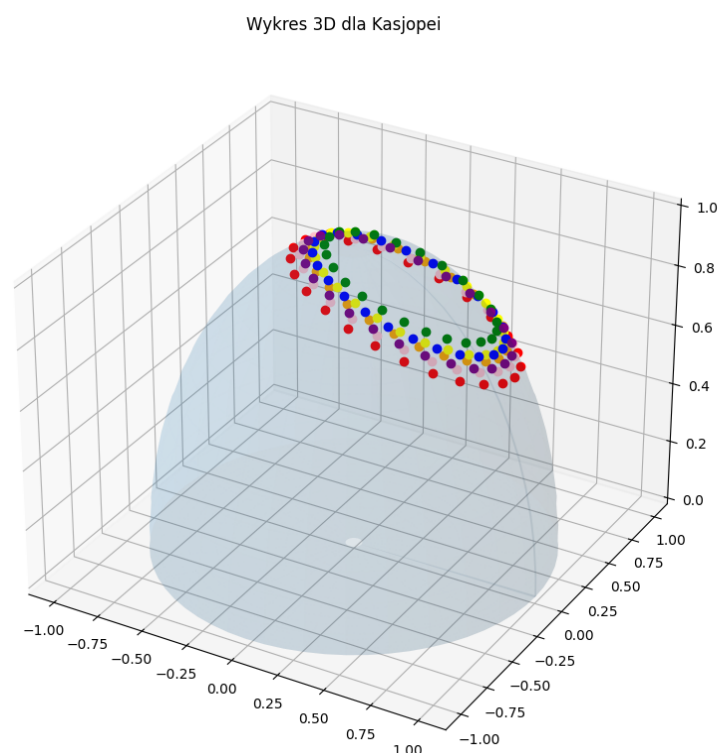
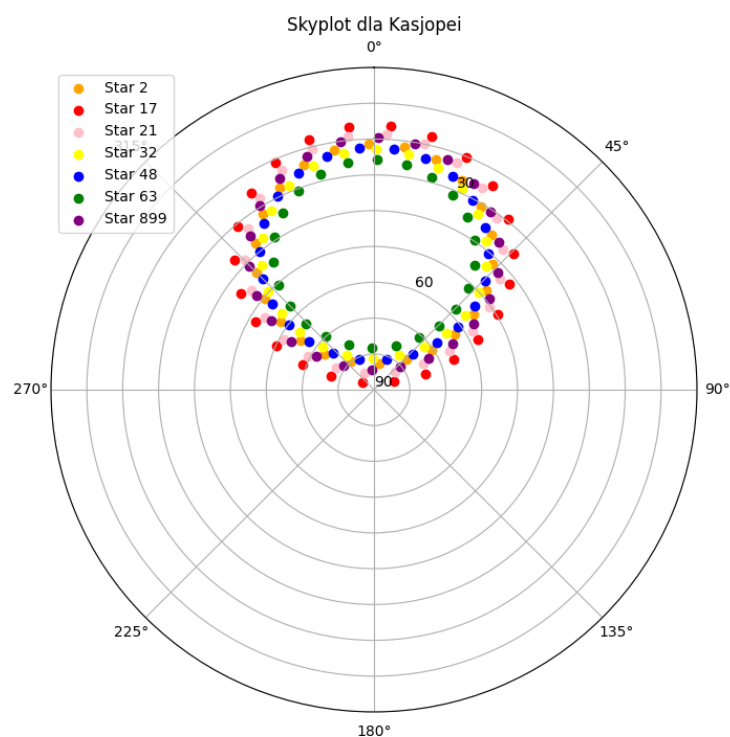
5.3. Wizualizacja dla gwiazdozbioru Wielkiego Wozu

Gwiazdozbiór Wielkiego Wozu nad okolicami Warszawy w omawianej dacie przez całą dobę znajduje się powyżej horyzontu. Część gwiazd gwiazdozbioru przechodzi przez I wertykał.



5.4. Wizualizacja dla gwiazdozbioru Kasjopei

Gwiazdozbiór Kasjopei nad okolicami Warszawy w omawianej dacie przez całą dobę znajduje się powyżej horyzontu. Część gwiazd gwiazdozbioru przechodzi przez I wertykał.



6. Kod

```
import matplotlib
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# dostarczone funkcje

if __name__ == '__main__':

    location1_lat: float = 52.0
    location1_lat_rad = np.deg2rad(location1_lat)
    location1_lon: float = 21.0
    location1_lon_rad = np.deg2rad(location1_lon)
    location2_lat: float = 0.0
    location2_lat_rad = np.deg2rad(location2_lat)
    location2_lon: float = 21.0
    location2_lon_rad = np.deg2rad(location2_lon)
    declination = [77, 26, 13.24]
    right_ascension = [14, 8, 47.507]

    n_hours = 24
    hours = np.arange(1, n_hours + 1)
    jd = julday(2023, 7, 1, hours)
    jd -= 2/24
    GMST0 = GMST(jd)
    LST = GMST0 * 15 + location1_lon
    t = np.deg2rad(LST) - hms2rad(right_ascension)
    h = np.arcsin(np.sin(location1_lat_rad) * np.sin(dms2rad(declination))
                  + np.cos(location1_lat_rad) * np.cos(dms2rad(declination)) * np.cos(t))
    Az = np.arctan2((( -1) * np.cos(dms2rad(declination)) * np.sin(t)), (np.cos(location1_lat_rad) *
                                                                           np.sin(dms2rad(declination)) - np.sin(location1_lat_rad) * np.cos(dms2rad(declination)) * np.cos(t)))

    # SKY PLOT
    fig1 = plt.figure(figsize = (8,8))
    ax = fig1.add_subplot(polar = True)
    ax.set_theta_zero_location('N') # ustawienie kierunku północy na górze wykresu
    ax.set_theta_direction(-1)
    ax.set_yticks(range(0, 90+10, 10)) # Define the yticks
    yLabel = ['90', '', '', '60', '', '', '30', '', '', '']
    ax.set_yticklabels(yLabel)
    ax.set_rlim(0,90)
    # narysowanie punktu na wykresie
    ax.scatter(Az, 90-np.rad2deg(h))

    # Wykres 3D
    fig2 = plt.figure(figsize = (10,10))
    ax2 = fig2.add_subplot(projection = '3d')
    r = 1 # promień Ziemi
    u, v = np.mgrid[0:(2 * np.pi+0.1):0.1, 0:np.pi:0.1] # siatka współrzędnych
    x = np.cos(u) * np.sin(v)
    y = np.sin(u) * np.sin(v)
    z = np.cos(v)
    z[z<0] = 0 # bez tego, narysowalibyśmy całą kulę, a chcemy tylko półkulę
    ax2.plot_surface(x,y,z, alpha = 0.1)
    gx = r * np.sin(Az) * np.cos(h)
    gy = r * np.cos(Az) * np.cos(h)
    gz = r * np.sin(h)
    ax2.plot3D(gx,gy,gz, 'o')

    # Wykres zależności wysokości od czasu
    fig3, ax3 = plt.subplots(figsize=(10, 6))
    ax3.plot(hours, np.rad2deg(h), color = 'orange')
    ax3.axhline(y=0, color='blue', linestyle='--', label='Horyzont')
    ax3.set_xlabel('Godzina')
    ax3.set_ylabel('Wysokość (stopnie)')
    ax3.set_title('Zależność wysokości od czasu')
    ax3.grid(True)
    ax3.legend()
    ax3.set_xticks(hours)

    plt.show()
```