

# Wybrane zagadnienia geodezji wyższej

## Ćwiczenie nr 1

Kornel Samociuk 311619

18 listopada 2021

### Cel ćwiczenia:

- Przeliczenie danych na współrzędne  $xyz$  względem elipsoidy GRS80.
- Określenie współrzędnych w układzie topocentrycznym  $neu$  względem lotniska.
- Przeliczenie współrzędnych  $neu$  na odległość skośną  $s$ , azymut  $A$  i odległość zenitalną obiektu latającego.
- Sprawdzenie czy samolot zniknie w tym czasie pod horyzontem i ewentualne określenie tego momentu gdy  $u = 0^\circ$  lub  $z = 90^\circ$
- Przedstawienie mapy lotu  $(\varphi, \lambda, h)$ , lotu w układzie  $neu$  i widoczności na niebie poprzez zastosowanie zależności między wielkościami  $A$  i  $z$ .

### Dane wejściowe:

Surowe dane lotu pobrałem z serwisu <https://flightaware.com/live>. W moim przypadku był to lot Nowy Jork -> Chicago, gdzie lotnisko docelowe było punktem gdzie znajdował się obserwator. Z surowych materiałów, wybrałem jedynie te dane, które będą mi niezbędne do wykonania celów ćwiczenia tzn.:  $\varphi, \lambda$  i  $h$  samolotu w określonych momentach jego lotu.

40.6721	-74.1809	191
40.6604	-74.1821	389
40.6474	-74.1819	511
40.6416	-74.1851	589
40.6677	-74.2477	1433
40.6948	-74.2668	1882
40.7205	-74.2847	2278
40.7490	-74.3040	2652
40.7832	-74.3267	3025
40.8065	-74.3438	3056
40.8348	-74.3753	3231
40.8735	-74.4158	3833
40.9102	-74.4546	4313
40.9504	-74.4972	4610
40.9888	-74.5378	5098
41.0299	-74.5816	5532
41.0831	-74.6385	6088
41.1153	-74.6735	6408
41.1386	-74.7067	6683
41.1579	-74.7454	6942
41.1968	-74.8341	7551
41.2217	-74.8914	7879
41.2417	-74.9376	8169
41.2665	-74.9948	8481
41.2947	-75.0602	8870
41.3297	-75.1414	9403
41.3561	-75.2027	9860
41.3820	-75.2633	10257
41.3995	-75.3042	10363
41.4267	-75.3677	10371
41.4519	-75.4268	10607
41.4728	-75.4772	10752
41.4869	-75.5226	10874
41.5157	-75.6221	11270
41.5341	-75.6858	11560

Obr 1. Wycinek uporządkowanych danych wejściowych

## Wykonanie:

Zadanie wykonywałem przy użyciu środowiska MATLAB R2021b.

Dane wejściowe przeliczyłem na wsp. GRS80 dzięki odpowiednio napisanej funkcji.

```
function[N,x,y,z] = geo2xyz(a,e2,p,l,h)
N = a/sqrt(1 - e2 * sind(p)^2);
x = (N + h) * cosd(p) * cosd(l);
y = (N + h) * cosd(p) * sind(l);
z = (N * (1-e2) + h) * sind(p);
end
```

Obr 2. Funkcja zamieniająca wsp.  $(\varphi, \lambda, h)$  na wsp. GRS80

Następnie zamieniłem wsp. *xyz* na układ *neu*, przy użyciu następujących linijek kodu:

```
%macierz delt
delta = [xairp - xlot, yairp - ylot, zairp - zlot]';

%macierz do transpozycji
mdt = [-sind(philot)*cosd(lambdalot), -sind(lambdalot), cosd(philot)*cosd(lambdalot);
       -sind(philot)*sind(lambdalot), cosd(lambdalot), cosd(philot)*sind(lambdalot);
       cosd(philot), 0, sind(philot)];

%macierz neu
neu = mdt' * delta;

%wsp samolotu względem lotniska (neu)
n = neu(1,:)' ;
e = neu(2,:)' ;
u = neu(3,:)' ;
```

Obr 3. Zamiana *xyz* na układ *neu*

Dzięki temu byłem w stanie wyliczyć odległość skośną *s*, azymut *A* i odległość zenitalną obiektu latającego.

```
%azymut, odległość skośna i odległość zenitalna
azym = atand(e./n);
s = sqrt(n.^2 + e.^2 + u.^2);
zenit = acosd(u./s);
```

Obr 4. Obliczanie *A*, *s* i *z*

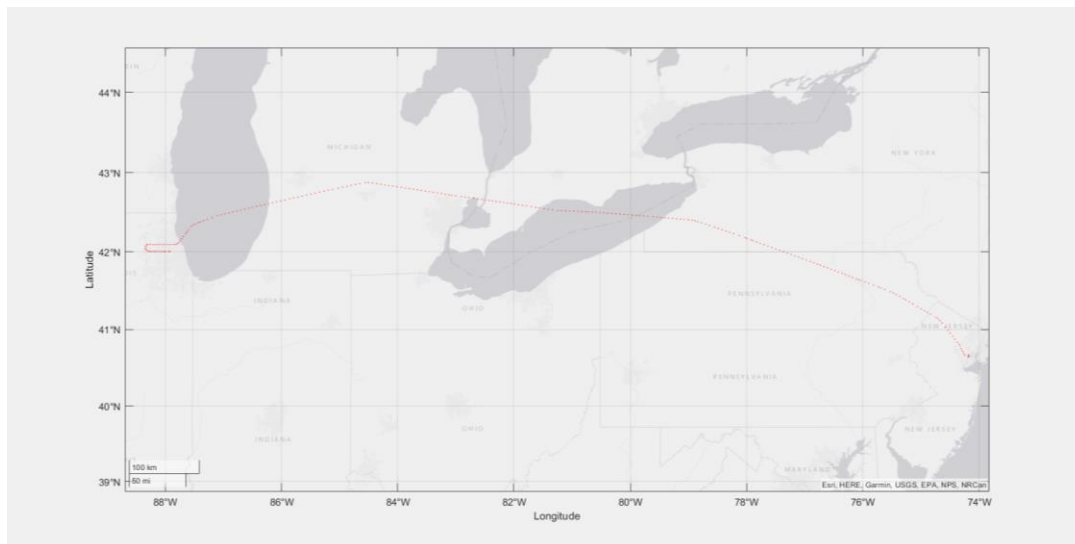
Posiadając, te dane zabrałem się do określenia punktu, dla którego samolot pojawi się nad horyzontem, kolejno przy użyciu  $u$  i  $z$ . Dla obu warunków otrzymałem takie same wyniki, tzn.:

$$X \approx 507037.009 [m]$$

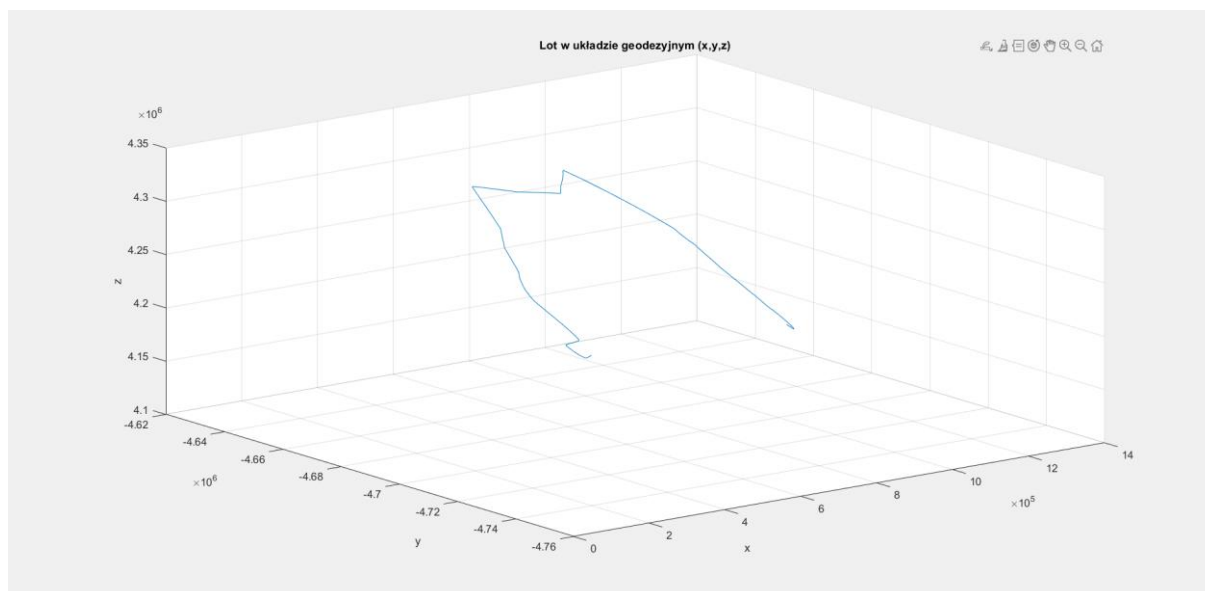
$$Y \approx -4666748.096 [m]$$

$$Z \approx 4.317877.775 [m]$$

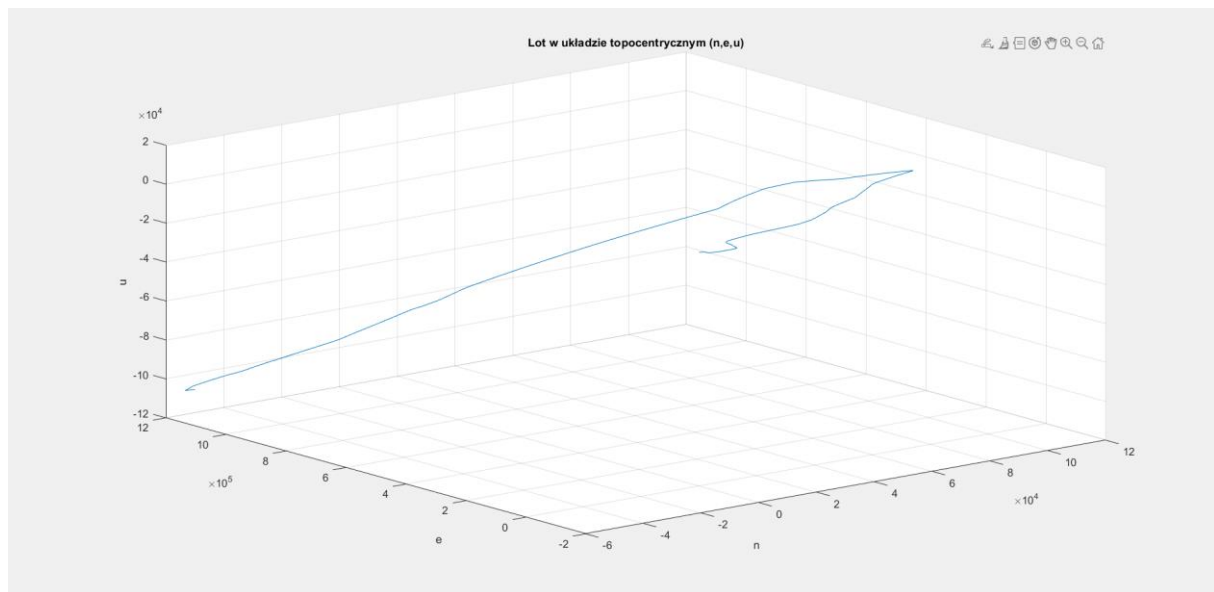
Na koniec używając komend `geoscatter()` oraz `plot3()` utworzyłem wizualizacje lotu na mapie, w układzie geodezyjnym oraz w układzie topocentrycznym *neu*.



Obr 5. Wizualizacja lotu na mapie



Obr 6. Wizualizacja lotu w układzie geodezyjnym



Obr 6. Wizualizacja lotu w układzie topocentrycznym  $neu$

### Wnioski:

W tym ćwiczeniu zastosowanie układu  $neu$  jest praktyczniejsze niż układu geodezyjnego gdyż pozwala on na dokładniejsze określenie pozycji danego punktu względem obserwatora, jeśli posiadamy dane o położeniu obserwatora.

Zastosowanie układu  $neu$  jest mniej praktyczne niż układu geodezyjnego, ponieważ jest on mniej intuicyjny, aniżeli bardziej spopularyzowany układ geodezyjny, oraz aby zorientować się w położeniu interesującego nas punktu, musimy posiadać dane o położeniu obserwatora.