

Table of Contents

- [1 Feladat kitűzése](#)
- [2 Rotációs sebesség a halohoz képest](#)
- [2.1 Csillagok eloszlása a galaxisban](#)
- [2.2 A halo csillagok leválogatása](#)
- [2.3 A csillagok sebességeloszlása](#)
- [3 Kapott eredmények](#)
- [4 Ellenőrző mérés](#)
- [4.1 Az ellenőrzés diszkussziója](#)

Minta beadandó

2. feladat

Rácz István

Feladat kitűzése

Feladatunk, hogy számoljuk ki a Naprendszer keringési sebességét a Tejútrendszerben. Azzal a feltevéssel élünk, hogy a Tejútrendszer csillagai között a korong csillagok velünk együtt keringenek, de a halo csillagainak átlagos sebessége nulla. Így ezen csillagok átlagsebességéhez viszonyítva megadható a Naprendszer rotációs sebessége.

Rotációs sebesség a halohoz képest

Csillagok eloszlása a galaxisban

Adatainkat az SDSS adatbázisból vesszük. Ehhez a következő lekérdezéssel lekérjük a szükséges adatokat. Az SQL parancsban már egyből a histogramhoz szükségesen binneljük is a kapott adatokat.

```
SELECT FLOOR(sp.z/0.0001)*0.0001, COUNT(*)
FROM Star as st
INNER JOIN SpecObj as sp
ON st.objID=sp.bestObjID
WHERE abs(sp.z)<0.02 and sp.CLASS='STAR'
GROUP BY FLOOR(sp.z/0.0001)*0.0001
ORDER BY 1
```

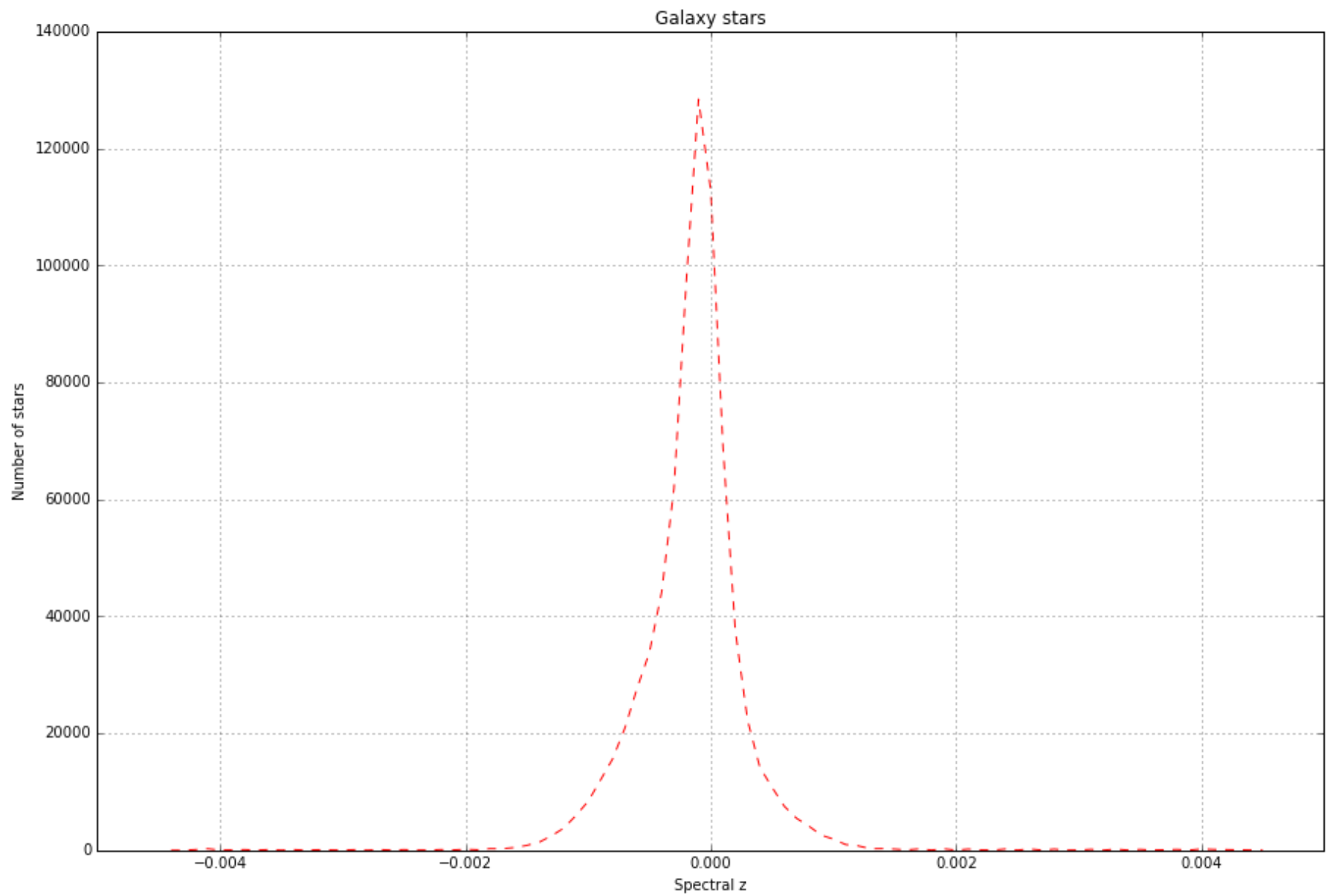
```
In [1]: # Szükséges csomagok importálása
%pylab inline
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.mlab as mlab
import numpy as np
import plotly.plotly as py
from scipy.optimize import curve_fit
import plotly.plotly as py
figsize(15,10)
```

Populating the interactive namespace from numpy and matplotlib

A lekért adatokat pythonban ábrázoljuk. Jól látszik hogyan függ a csillagok száma a redshifttől. A csillagok a galaxisunk központja felé csoportosulnak.

```
In [12]: halo=np.loadtxt("../Downloads/Halo_4_racz.csv", skiprows=1)
bins=halo[:,0]
y=halo[:,1]

plt.plot(bins, y, 'r--', linewidth=1)
plt.xlabel('Spectral z')
plt.ylabel('Number of stars')
plt.title('Galaxy stars')
plt.grid(True)
```



A halo csillagok leválogatása

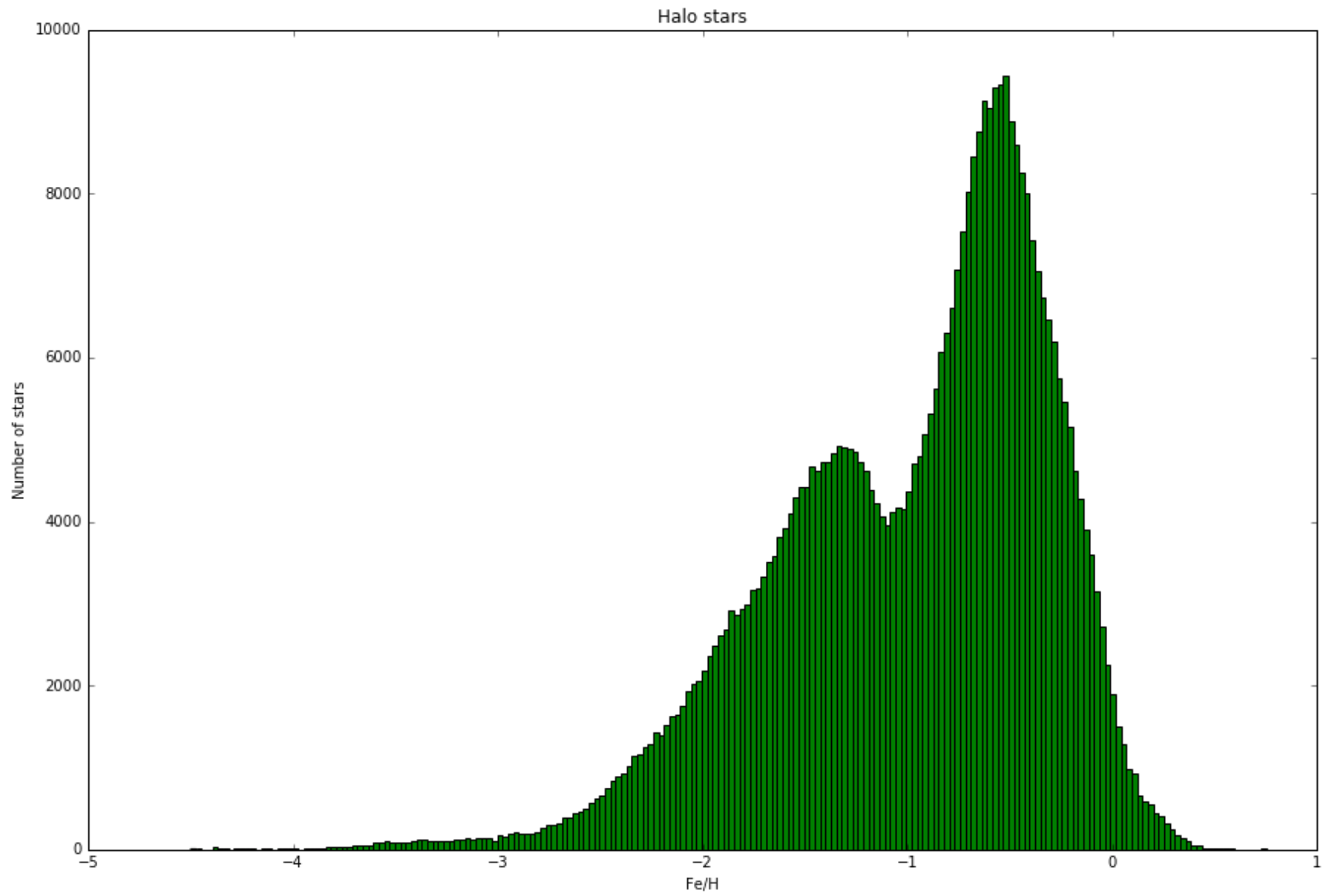
Következ épesben ki kell válogazni a halocsillagokat. Ismert, hogy fémtartalmuk kisebb a korong csillagaiénál. A következő lekéréssel lehet megvizsgálni a fémesség eloszlászlását. Majd az adatokat hisztogramon ábrázoljuk. Jól látszik a két populáció. Sajnos nincs éles határ a két csillagpopuláció között, ezér kompromisszumot kell kötni a darabszám és a szennyezettség között. Én -1.25-nél vágtam el a mintámat.

```
SELECT spp.FEHADOP
FROM sppParams as spp
WHERE spp.FEHADOP <> -9999
```

```
In [13]: feh=np.loadtxt("../Downloads/FeH_2_racz.csv",delimiter=",", skiprows=1)
```

```
figsize(15,10)  
n, bins, p= plt.hist(feh, 200, facecolor='green')  
plt.xlabel('Fe/H')  
plt.ylabel('Number of stars')  
plt.title('Halo stars')
```

```
Out[13]: <matplotlib.text.Text at 0x7f25c5a34860>
```



A vágást a következőléppen végeztem el:

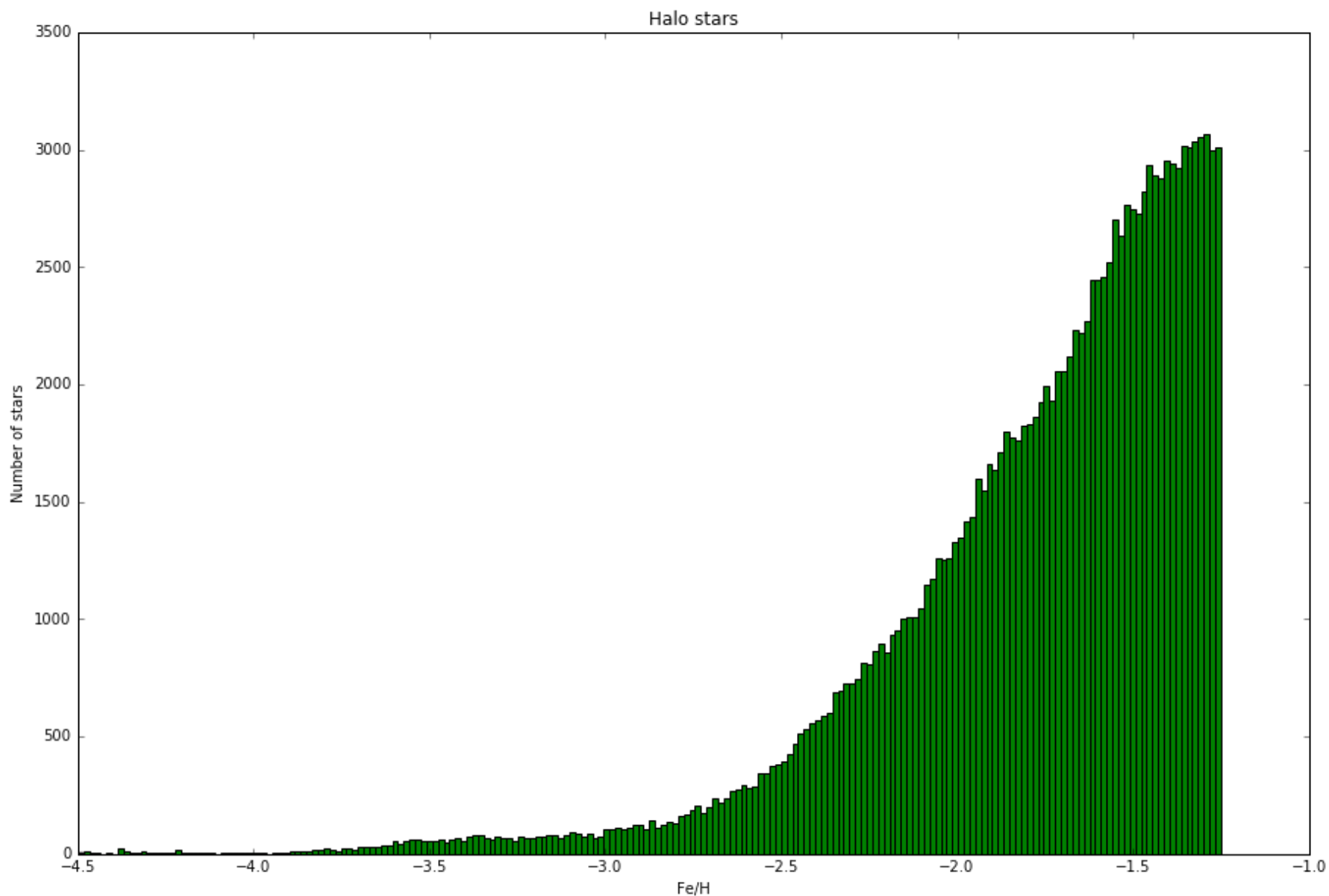
```
SELECT spp.FEHADOP  
FROM sppParams as spp  
WHERE spp.FEHADOP <> -9999 and spp.FEHADOP < -1.25
```

Majd ábrázoltam az eredményt egy újabb hisztogramon:

```
In [14]: feh=np.loadtxt("../Downloads/FeH_3_racz_1.csv",delimiter=",", skiprows=1)
```

```
n, bins, p= plt.hist(feh, 200, facecolor='green')  
plt.xlabel('Fe/H')  
plt.ylabel('Number of stars')  
plt.title('Halo stars')
```

```
Out[14]: <matplotlib.text.Text at 0x7f25c576f4a8>
```



A csillagok sebességeloszlása

Jól látszik, hogy ebben a mintában már a halo csillagai dominálnak, és a számok alapján lesz elég adatunk a sebesség eloszlás elkészítéséhez. Ha feltesszük, hogy a Tejút síkjára merlegesen szinuszosan csökken a sebesség, akkor ezzel viszakorrigálhatjuk a galaktikus koordinátánkat, és lekérhetjük az alacsony fémtartalmú halocsillagok I galaktikus hosszúság szerinti eloszlását.

```
SELECT FLOOR(st.l/1)*1,COUNT(*), AVG(sp.z/cos(RADIANS(st.b))), STDEV((sp.z/cos(RADIANS(st.b))))  
FROM sppParams as spp  
INNER JOIN Star as st  
ON st.objID=spp.bestObjID  
INNER JOIN SpecObj as sp  
ON sp.bestObjID=spp.bestObjID  
WHERE spp.FEHADOP <> -9999 and spp.FEHADOP < -1.25 and ABS(st.b) < 89.9  
GROUP BY FLOOR(st.l/1)*1  
ORDER BY 1
```

Majd az adatokat ábrázolva azt látjuk, hogy egy szinusz görbére hasonlító adatsorunk van. Erre az adatsorra elvégezzük az illesztést.

```
In [15]: halo_velo=np.loadtxt("../Downloads/Halo_star_2_racz.csv",delimiter=",", skiprows=1)
```

```
#Poisson-eloszlás hibájára kell korrigálni.
```

```
bins=halo_velo[:,0]/360*(2*pi)
count=halo_velo[:,1]
stdev=halo_velo[:,3]
y=halo_velo[:,2]
figsize(15,10)
xlim(0,(2*pi))
error=(stdev/sqrt(count))
```

```
plt.errorbar(bins[y<0.001], y[y<0.001], yerr=error[y<0.001], fmt='ro')
```

```
x, data=bins[y<0.001], y[y<0.001]
plt.xlabel('Lon [deg]')
plt.ylabel('AVG(spectral redshift)')
plt.title('Galaxy stars')
plt.grid(True)
```

```
def func(x, a,b,c):
```

```
    return a*np.sin(x+b)+c
```

```
parameter, covariance_matrix = curve_fit(func, x, data, p0=(1,-pi,0), sigma=error[y<0.001])
```

```
print("Rotációs sebesség:",parameter[0]*300000, "+/-", np.sqrt(np.diag(covariance_matrix)[0])*300000, "[k  
m/s]")
```

```
print("Kordinátarendszer hibája:",parameter[1]/(pi)*180.+180., "+/-", np.sqrt(np.diag(covariance_matrix)[1  
/(pi)*180)  
    , "[fok]")
```

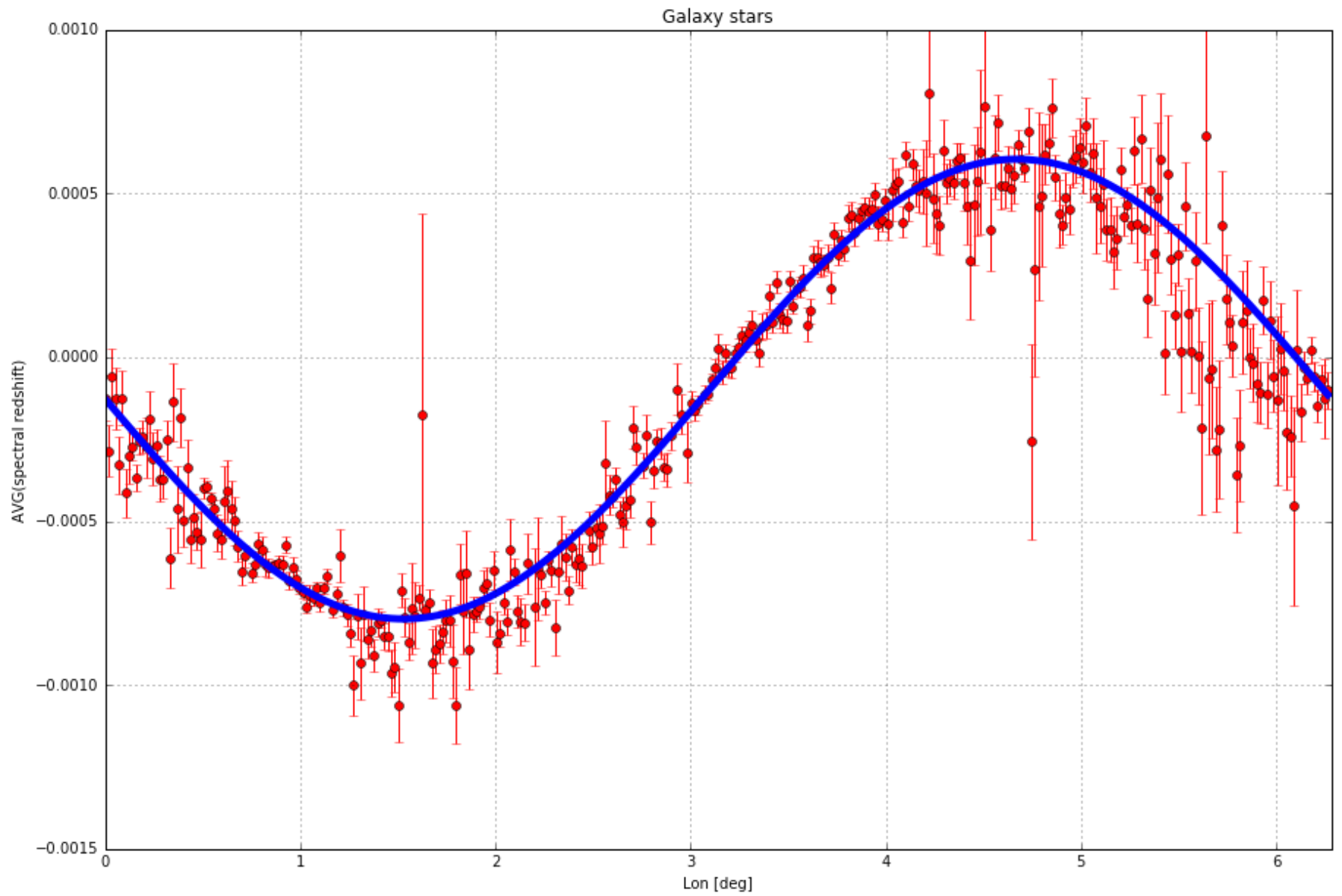
```
print("Halo kollektív forgása:",parameter[2]*300000, "+/-", np.sqrt(np.diag(covariance_matrix)  
[2])*300000, "[km/s]")
```

```
plt.plot(x, func(x, *parameter), 'b-', label='fit',linewidth=5.0)
```

```
#plt.show()
```

Rotációs sebesség: 210.474838552 +/- 1.76331150988 [km/s]
Kordinátarendszer hibája: 2.43934626808 +/- 0.0572483656368 [fok]
Halo kollektív forgása: -28.9858558619 +/- 1.14524094258 [km/s]

Out[15]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x7f25c56354a8>]



Kapott eredmények

Azt kaptam, hogy a Nap rotációs sebesség: 210 +/- 1.763 km/s. Az irodalomban szerepel, hogy ez az érték 220 km/s. A hiba oka lehet a minta szennyezettsége. Ezen felül kimérhető egy kollektív forgási paraméter is, ami -29 +/- 1.145 km/s. A mintánkba keveredett a vastag diszkából is számtalan csillag, melyek elrontják a kollektív mozgás becslését. Míg a vastag diszk (belső halo) a Nappal azonos keringési irányba halad ~22km/s sebességgel, addig a külső halo -amit szeretnénk kimérni- csillagai ellentétes irányba ~45km/s sebességgel. Sajnos mi csak -29 km/s-ot tudunk kimérni a szennyező hatások miatt. Illetve azt is megkaptuk, hogy a koordinátarendszer is elven fordulva 2.44 fokkal, mely mögött csakis mérési hiba állhat.

Ellenőrző mérés

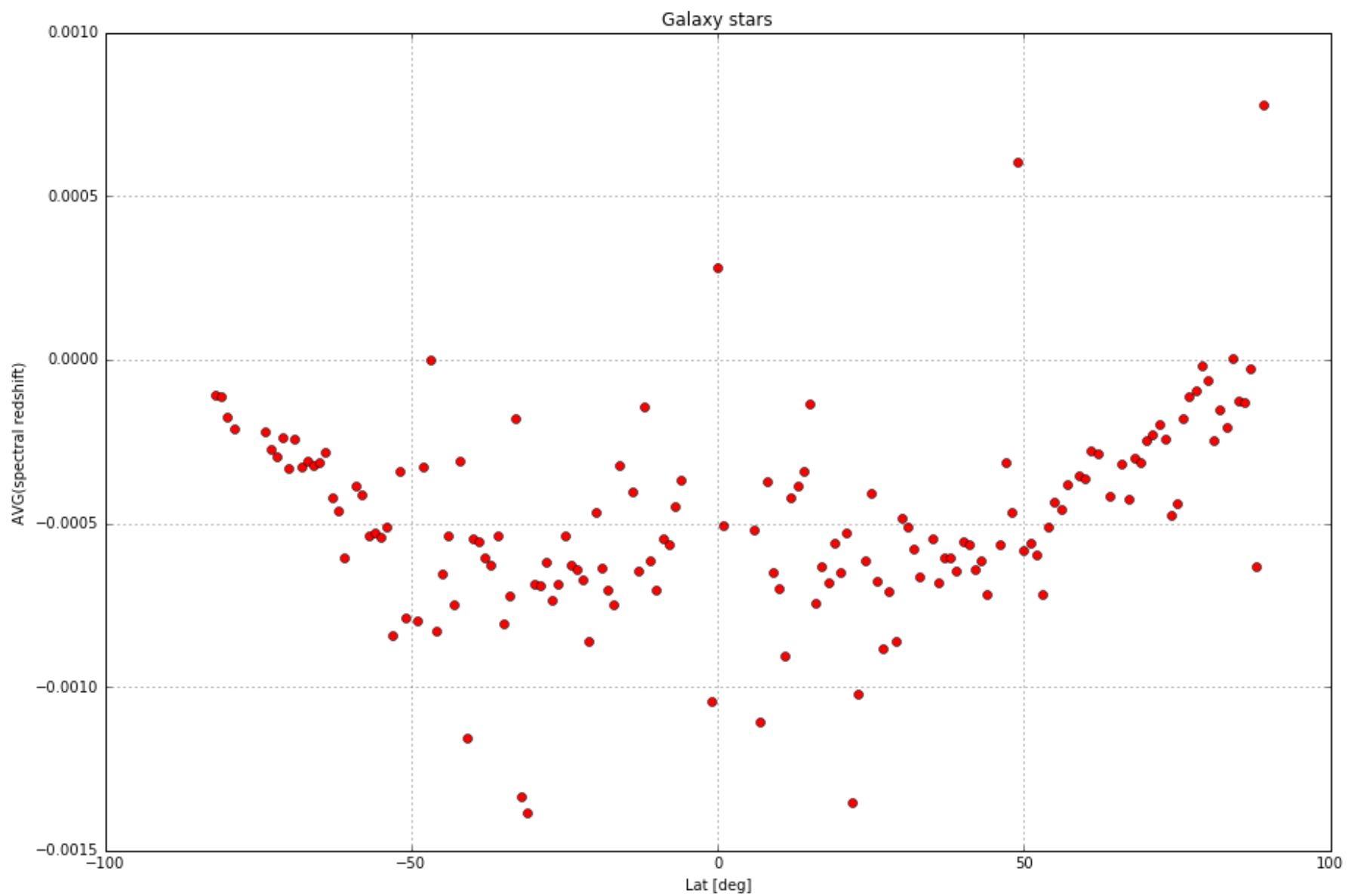
A kapott eredmények ellenőrzése végett megvizsgáltam, hogy ha felteszem az előbb mért szinuszos összefüggést, és az adatok lekérésekor korrigálok rá, mit fogok kapni. Tehát most b galaktikus szélességben fogok binnelni.

```
SELECT FLOOR(st.b/1)*1, AVG(sp.z/sin(RADIANS(st.l)))
FROM sppParams as spp
  INNER JOIN Star as st
    ON st.objID=spp.bestObjID
  INNER JOIN SpecObj as sp
    ON sp.bestObjID=spp.bestObjID
WHERE spp.FEHADOP <> -9999 and spp.FEHADOP < -1.25 and abs(sin(RADIANS(st.l))) > 0.01
GROUP BY FLOOR(st.b/1)*1
ORDER BY 1
```

A lekért adatokat ábrázolva látszik, hogy körülbelül egy koszinusz függvényt kapunk, ami sokkal zajosabb, mint az előbbi esetben.

```
In [16]: halo_velo1=np.loadtxt("../Downloads/Halo_star_sinl_racz.csv",delimiter=",", skiprows=1)
```

```
bins1=halo_velo1[:,0]
y1=halo_velo1[:,1]
figsize(15,10)
plt.plot(bins1[y1<0.001], y1[y1<0.001], 'ro', linewidth=1)
plt.xlabel('Lat [deg]')
plt.ylabel('AVG(spectral redshift)')
plt.title('Galaxy stars')
plt.grid(True)
```



Következő lépésben mindkét effektusra korrigálok, és így kérdezem le az adatokat az adatbázisból:

```
SELECT sp.z/(sin(RADIANS(st.l))*cos(RADIANS(st.b))) into mydb.Halo_star_const from sppParams as spp
INNER JOIN Star as st
ON st.objID=spp.bestObjID
INNER JOIN SpecObj as sp
ON sp.bestObjID=spp.bestObjID
WHERE spp.FEHADOP <> -9999 and spp.FEHADOP < -1.25 and abs(sin(RADIANS(st.l))) > 0.01 and ABS(st.b) < 89.9
```

A kapott adatokat hisztogramon ábrázolom. Felteszem, hogy normális eloszlása van az adatoknak, és ekkor a Gauss-függvény közepének eltérése megadja a rotációs sebességet, és félértékszéllességével tudom a hibát becsülni. Az illesztés helyett én egyszerűen megnéztem a szárnyak levágása után az átlagot, mivel láthatóan szimmetrikus a görbe, és ezzel az átlaggal becsültem a maximum helyét.

```
In [17]: velo=np.loadtxt("../Downloads/Halo_star_const_racz.csv",delimiter=",", skiprows=1)

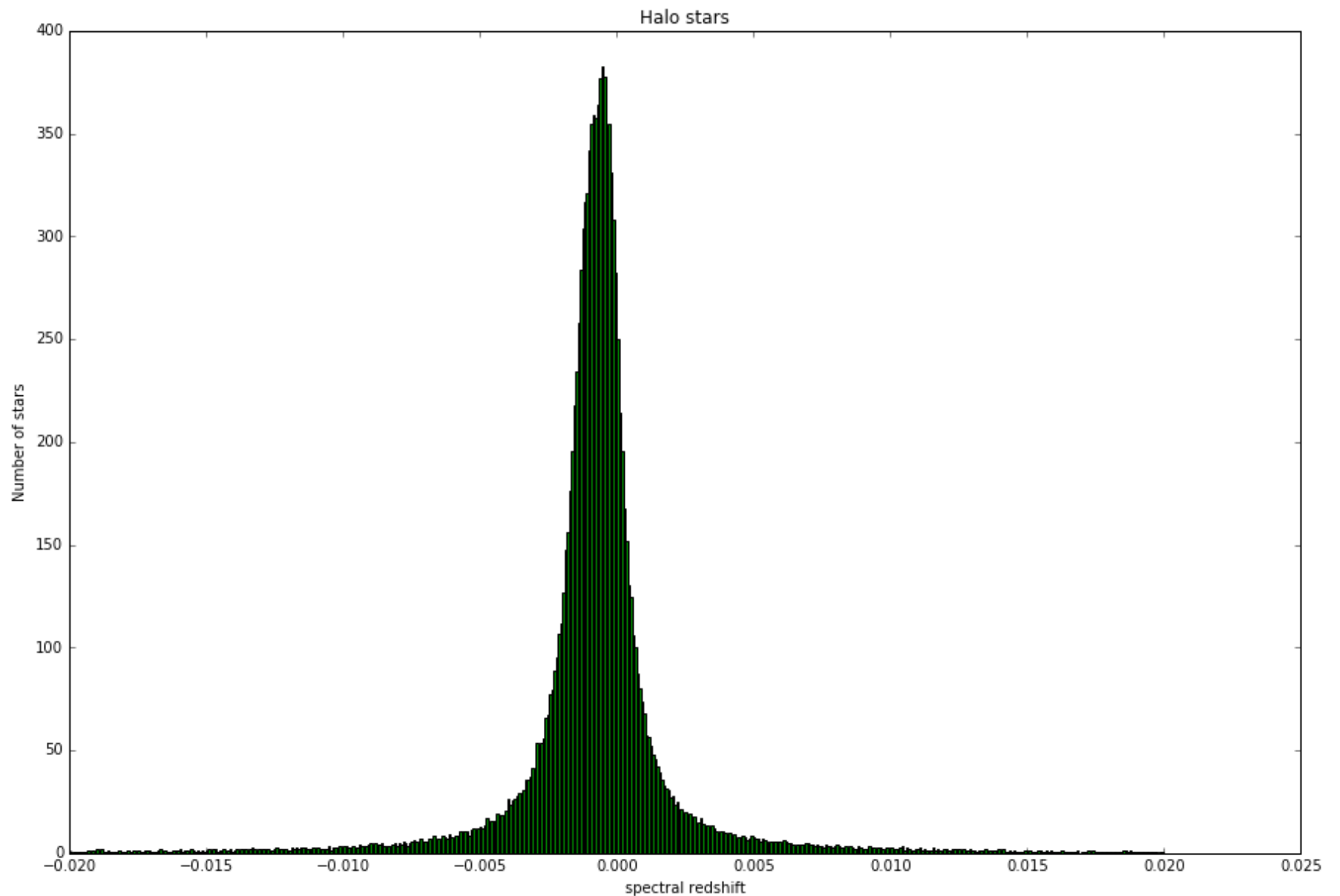
n, bins, p= plt.hist(velo, 500, facecolor='green', range=[-0.02,0.02], normed=1)
plt.xlabel('spectral redshift')
plt.ylabel('Number of stars')
plt.title('Halo stars')

error=abs(min(bins[n>max(n)/2]) -max(bins[n>max(n)/2]))/len(bins[n>max(n)/2])/sqrt(len(bins[n>10]))*300000
print(abs(mean(bins[n>10]))*300000, "+/-" ,error, "km/s")

/opt/conda/lib/python3.5/site-packages/ipykernel/__main__.py:8: VisibleDeprecationWarning:
boolean index did not match indexed array along dimension 0; dimension is 501 but corresponding boolean di
mension is 500

/opt/conda/lib/python3.5/site-packages/ipykernel/__main__.py:9: VisibleDeprecationWarning:
boolean index did not match indexed array along dimension 0; dimension is 501 but corresponding boolean di
mension is 500

252.590163934 +/- 2.08232215898 km/s
```



Az ellenőrzés diszkussziója

A most kapott rotációs sebesség: 253 ± 2.083 km/s. Az eltérés oka nagyon valószínű, hogy abban rejlik, hogy nem történt meg a Gauss-függvény illesztése, illetve ez az eloszlás sokkal meredekebb, mint a normális eloszlás.