



MASARYKOVA UNIVERZITA
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV TEORETICKÉ FYZIKY A ASTROFYZIKY



Praktická astrofyzika - pokročilé metody

Řešení příkladů

Mgr. Marek Chrastina

doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc.

BRNO 2012

1 Príklad č.1 - histogram.dat

Štatistika

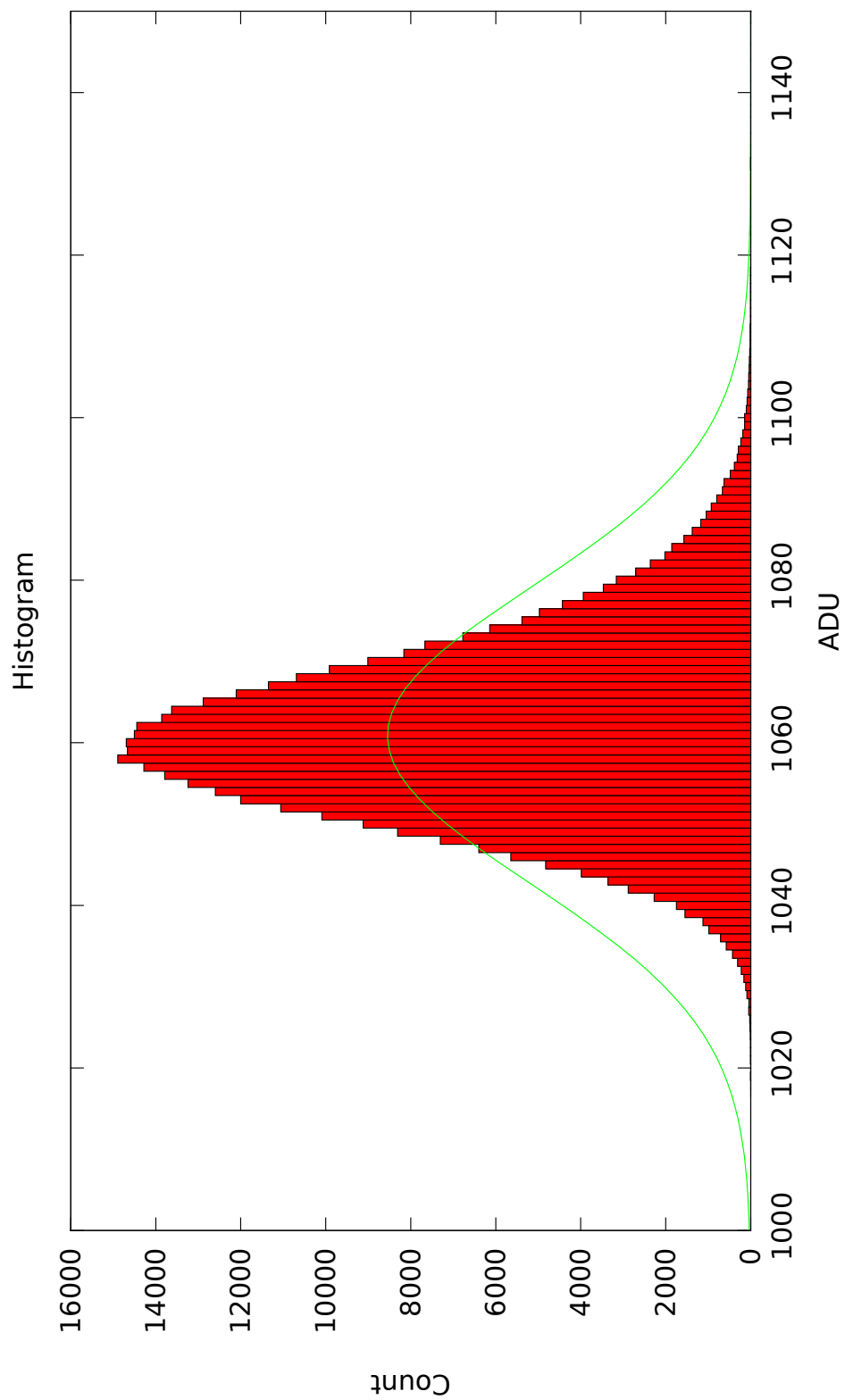
počet meraní	n	390150
aritmetický priemer neváhovaný	$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	1061,380326
medián neváhovaný	$\tilde{x} = \text{median}(x)$	1061,000000
kvadratický priemer neváhovaný	$\sqrt{\overline{x^2}} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$	1061,536485
disperzia aritmetického priemeru neváhovaného	$s^2 = \frac{n}{n-1} (\overline{x^2} - \bar{x}^2)$	331,514575
disperzia modifikovaná aritmetického priemeru neváhovaného	$s_{mod}^2 = \frac{n}{n-1,46} (\overline{x^2} - \bar{x}^2)$	331,514966
neistota aritmetického priemeru neváhovaného	$s = \sqrt{s^2}$	18,207542
neistota modifikovaná aritmetického priemeru neváhovaného	$s_{mod} = \sqrt{s_{mod}^2}$	18,207552
neistota $\mu = \bar{x}$	$\delta\mu = \frac{s_{mod}}{\sqrt{n}}$	0,029150
neistota $\sigma = s_{mod}$	$\delta\sigma = \frac{s_{mod}}{\sqrt{2n}}$	0,029150
šikmost'	$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{n} (\overline{x - \bar{x}})^3}{(\frac{1}{n} (\overline{x - \bar{x}})^2)^{1,5}}$	106,975443
neistota šikmosti	$\delta\gamma_1 = \frac{2,4}{\sqrt{n}}$	0,003842

exces špičatosti	$\gamma_2 = \frac{n+1}{n-1} \frac{\frac{1}{n} \overline{(x-\bar{x})^4}}{(\frac{1}{n} \overline{(x-\bar{x})^2})^2} - 3$	23015,714676
neistota excesu špičatosti	$\delta\gamma_2 = \frac{4,65}{\sqrt{n}}$	0,007445
nevážený priemer absolútnej odchýlky	$md = \overline{ x - \bar{x} }$	8,869314
nevážený medián absolútnej odchýlky	$mad = \text{median}(x - \tilde{x})$	7,000000
index normality	$\Lambda_{\text{kurt}} = \frac{\gamma_2}{\delta\gamma_2}$	3091628,610835
bezrozmerný stredný pomer	$r = \frac{mad}{s}$	0,384456
neistota bezrozmerného stredného pomeru	$\text{std}(x) = \frac{0,622}{\sqrt{n}}$	0,000996
index normality	$\Lambda_{\text{mad}} = \sqrt{n} \left(1,084 - \frac{1,608mad}{s} \right)$	290,944590

Histogram

body grafu $[x_i, \text{count}]$

normálne rozdelenie $\Phi(x) = n \left(\left(1 + \frac{1}{2} \text{erf} \left(\frac{x - \bar{x}}{\sqrt{2}s} \right) \right) - \left(1 + \frac{1}{2} \text{erf} \left(\frac{x - (\bar{x} + 1)}{\sqrt{2}s} \right) \right) \right)$



Obr. 1: Histogram merania s preloženým normálnym rozdelením pre $x \in \langle 1000, 1150 \rangle$

Robustná regresia

krok iterácie j	x_j	s_j	n_j
1	1061,12701909	11,9759064552	408913,236737
2	1060,86161751	11,1250983495	394586,685365
3	1060,76032646	10,8715443127	389838,447224
4	1060,72206397	10,7858789912	388168,408556
5	1060,70783381	10,7557686311	387573,249216
6	1060,70261031	10,745031839	387360,040223
7	1060,70070942	10,7411818161	387283,475989
8	1060,70002119	10,7397981333	387255,948025
9	1060,6997727	10,7393003735	387246,044414
10	1060,69968311	10,7391212394	387242,480301
11	1060,69965084	10,7390567613	387241,19744
12	1060,69963922	10,7390335512	387240,735656
13	1060,69963504	10,7390251959	387240,569421
14	1060,69963353	10,7390221882	387240,509579
15	1060,69963299	10,7390211054	387240,488036
16	1060,69963279	10,7390207158	387240,480284
17	1060,69963272	10,7390205753	387240,477492
18	1060,6996327	10,7390205247	387240,476485
19	1060,69963269	10,7390205066	387240,476123
20	1060,69963269	10,7390205001	387240,475993
21	1060,69963269	10,7390204979	387240,475948
22	1060,69963269	10,739020497	387240,475931
23	1060,69963269	10,7390204967	387240,475924
24	1060,69963269	10,7390204968	387240,475924
25	1060,69963268	10,7390204967	387240,475924
26	1060,69963269	10,7390204965	387240,475922
27	1060,69963269	10,7390204966	387240,475921
28	1060,69963269	10,7390204968	387240,475923
29	1060,69963268	10,7390204967	387240,475924
30	1060,69963269	10,7390204966	387240,475922
31	1060,69963269	10,7390204966	387240,475921
32	1060,69963269	10,7390204967	387240,475923
33	1060,69963269	10,7390204966	387240,475922
34	1060,69963269	10,7390204968	387240,475923
35	1060,69963269	10,7390204968	387240,475925
36	1060,69963268	10,7390204967	387240,475924
37	1060,69963269	10,7390204966	387240,475922
38	1060,69963269	10,7390204966	387240,475921
39	1060,69963269	10,7390204968	387240,475923

Graf normálnej pravdepodobnosti

$$\text{pravdepodobnosť } p_i = \begin{cases} \frac{1}{2n}, & i = 1; \\ \frac{2i+1}{2n}, & i = 2, 3, \dots, n-1; \\ 1 - \frac{1}{2n}, & i = n \end{cases}$$

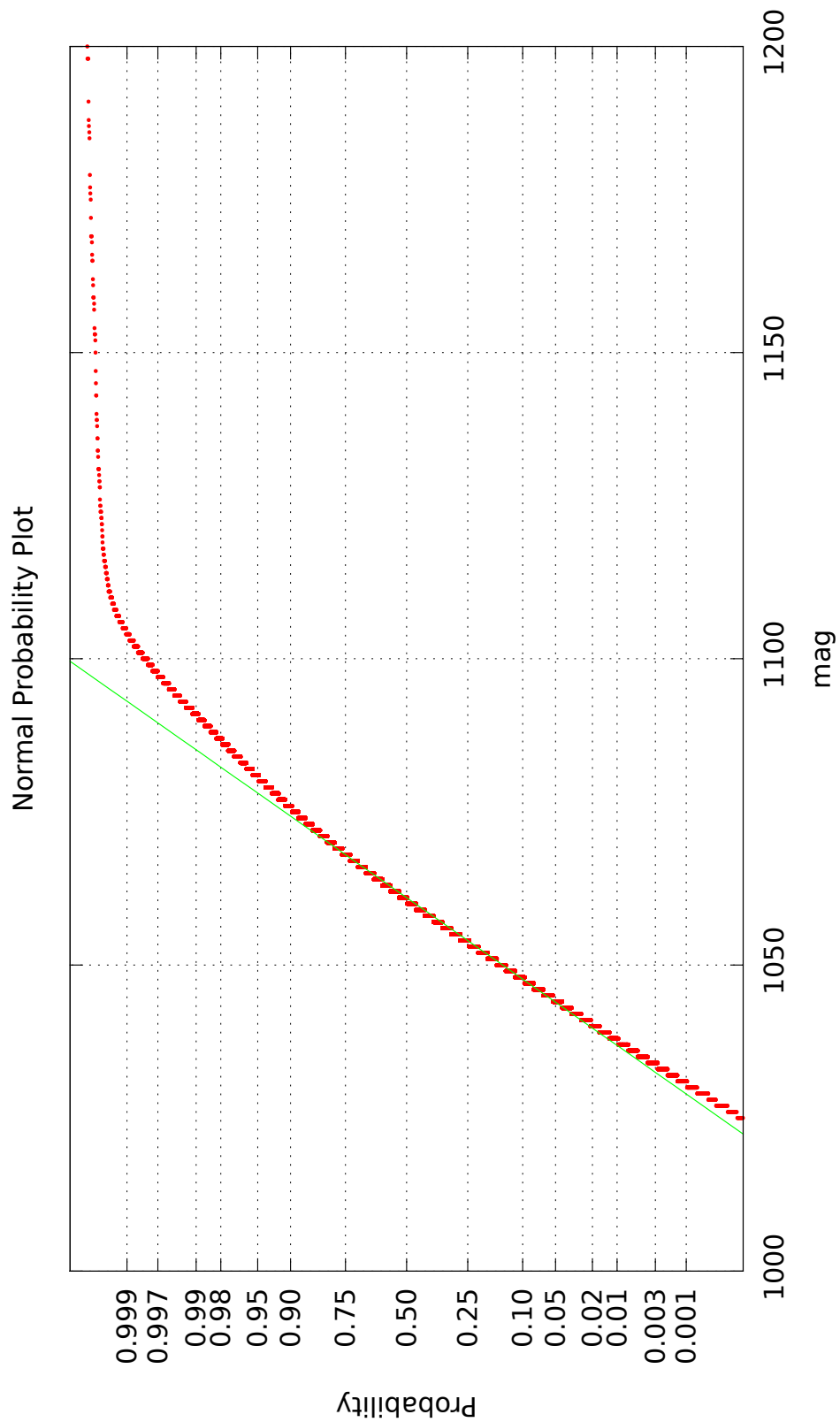
body grafu $[x_i, p_i]$

Kresliaci skript do GnuPlotu:

```
reset
set encoding iso_8859_2
set terminal pdf font "/usr/local/share/fonts/ttf/cour.ttf, 5"
set output "normprobplot.pdf"
set title "Normal Probability Plot"
set xrange [1000:1200]
set yrange [invnorm(0.0001):invnorm(0.9999)]
set ytics ("0.001" invnorm(0.001), "0.003" invnorm(0.003), "0.01" invnorm(0.01), \
"0.02" invnorm(0.02), "0.05" invnorm(0.05), "0.10" invnorm(0.10), \
"0.25" invnorm(0.25), "0.50" invnorm(0.5), "0.75" invnorm(0.75), \
"0.90" invnorm(0.9), "0.95" invnorm(0.95), "0.98" invnorm(0.98), \
"0.99" invnorm(0.99), "0.997" invnorm(0.997), "0.999" invnorm(0.999))
set grid
set style data dots
set ylabel "Probability"
set xlabel "mag"
set key off

k= ((invnorm(0.75)-invnorm(0.25))/(1068-1054))
b= (invnorm(0.25)-k*1054)

plot 'normprob.dat' using 1:(invnorm($2)), (k*x+b)
pause -1 "Hit any key to continue"
```



Obr. 2: Graf normálnej pravdepodobnosti pre $x \in \langle 1000, 1200 \rangle$

2 Príklad č.2 - ogle.dat

2.1 Hviezda č.1

Štatistika

počet meraní	n	370
aritmetický priemer nevážený	$\bar{x}_u = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	16,952627
aritmetický priemer vážený	$\bar{x}_w = \frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n x_i w_i, S_w = \sum_{i=1}^n w_i$	16,948316
medián nevážený	$\tilde{x}_u = \text{median}(x)$	16,962000
medián vážený	$\tilde{x}_w = \text{medianw}(x) =$ $= \frac{(w_{j+1} - 0,5 \frac{S_w}{n})x_j + (0,5 \frac{S_w}{n} - w_j)x_{j+1}}{w_{j+1} - w_j} \&$ $\& w_j < 0,5 \frac{S_w}{n} < w_{j+1}$	16,959000
kvadratický priemer nevážený	$\sqrt{x^2_u} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$	16,952720
kvadratický priemer vážený	$\sqrt{x^2_w} = \sqrt{\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n x_i^2 w_i}$	16,948411
disperzia arit. priemeru neváženého	$s_u^2 = \frac{n}{n-1} (\overline{x^2_u} - \bar{x}^2)$	0,003148
disperzia mod. arit. priemeru neváženého	$s_{u,mod}^2 = \frac{n}{n-1,46} (\overline{x^2_u} - \bar{x}^2)$	0,003152
neistota arit. priemeru neváženého	$s_u = \sqrt{s_u^2}$	0,056110

neistota mod. arit. priemeru neváňovaného	$s_{u,mod} = \sqrt{s_{u,mod}^2}$	0,056145
disperzia arit. priemeru váňovaného	$s_w^2 = \frac{n}{n-1}(\bar{x}_w^2 - \bar{x}^2)$	0,003227
disperzia mod. arit. priemeru váňovaného	$s_{w,mod}^2 = \frac{n}{n-1,46}(\bar{x}_w^2 - \bar{x}^2)$	0,003231
neistota arit. priemeru váňovaného	$s_w = \sqrt{s_w^2}$	0,056803
neistota mod. arit. priemeru váňovaného	$s_{w,mod} = \sqrt{s_{w,mod}^2}$	0,056838
neistota $\mu = \bar{x}_u$	$\delta\mu = \frac{s_{u,mod}}{\sqrt{n}}$	0,002919
neistota $\sigma = s_{u,mod}$	$\delta\sigma = \frac{s_{u,mod}}{\sqrt{2n}}$	0,002064
šikmost' neváňovaná	$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^3}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^2)^{1,5}}$	-0,319742
šikmost' váňovaná	$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^3 w_i}{(\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^2 w_i)^{1,5}}$	-0,246139
neistota šikmosti	$\delta\gamma_1 = \frac{2,4}{\sqrt{n}}$	0,124770
exces špičatosti neváňovaný	$\gamma_2 = \frac{n+1}{n-1} \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^4}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^2)^2} - 3$	-1,125836
exces špičatosti váňovaný	$\gamma_2 = \frac{n+1}{n-1} \frac{\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^4 w_i}{(\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^2 w_i)^2} - 3$	-1,232539
neistota excesu špičatosti	$\delta\gamma_2 = \frac{4,65}{\sqrt{n}}$	0,241742

nevážený priemer absolútnej odchýlky	$md = \overline{ x - \bar{x}_u }$	0,048990
nevážený medián absolútnej odchýlky	$mad = \text{median}(x - \tilde{x}_n)$	0,046000
vážený priemer absolútnej odchýlky	$wmd = \frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}_w w_i$	0,050232
vážený medián absolútnej odchýlky	$wmad = \text{median}_w(x - \tilde{x}_w)$	0,048000
index normality	$\Lambda_{\text{kurt}} = \frac{\gamma_2}{\delta\gamma_2}$	-4,657182
bezrozmerný stredný pomer	$r = \frac{mad}{s_u}$	0,819813
neistota bezrozmerného stredného pomeru	$\text{std}(x) = \frac{0,622}{\sqrt{n}}$	0,032336
index normality	$\Lambda_{\text{mad}} = \sqrt{n} \left(1,084 - \frac{1,608mad}{s_u} \right)$	-4,506076
Sturgesovo pravidlo	$n_h = 1 + 3,3 \log(n)$	9,475066

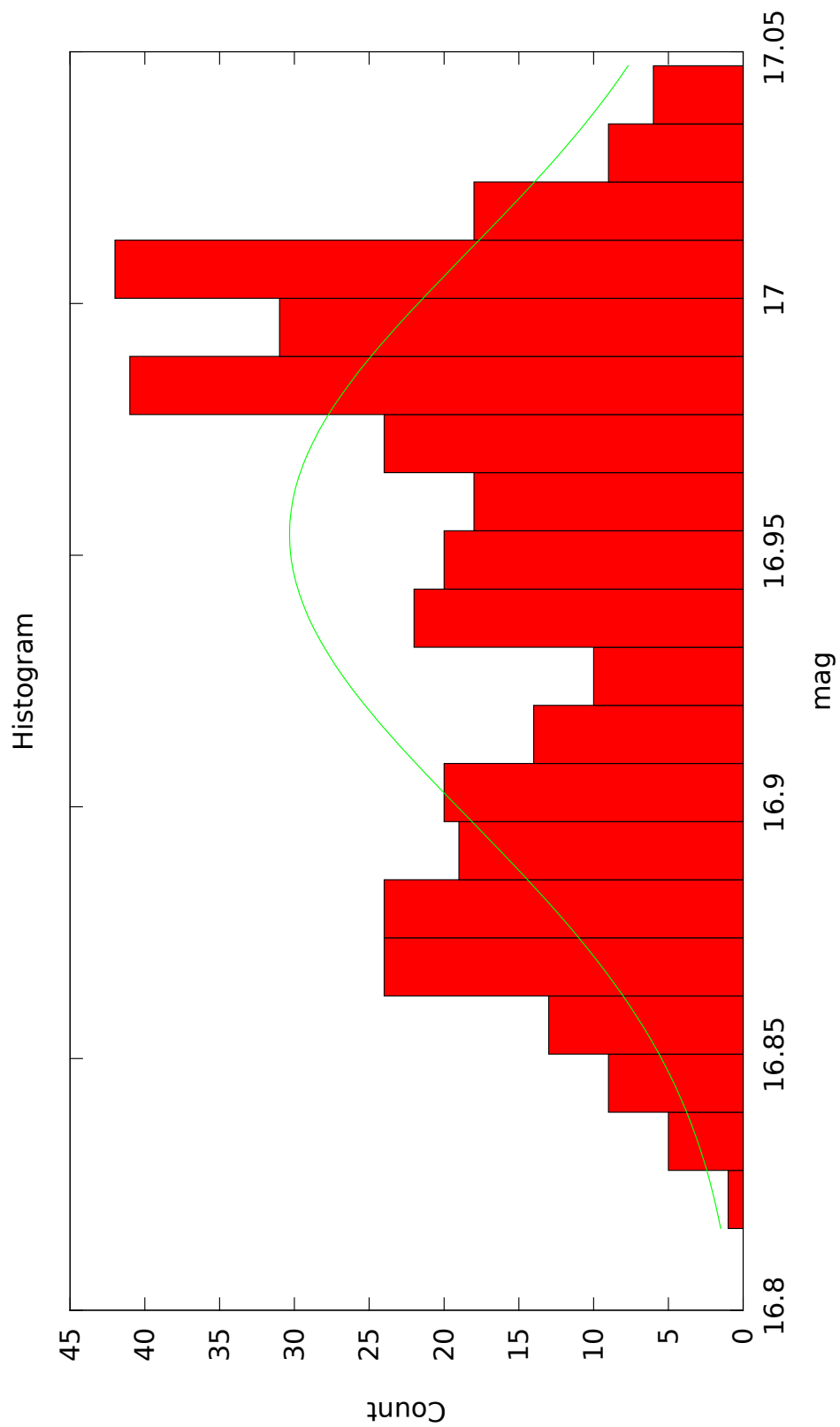
Histogram

počet binov $n = 20$

veľkosť binu $bin = 0,011550$

body grafu $[x_i, count]$

normálne rozdelenie $\Phi(x) = n \left(\left(1 + \frac{1}{2} \text{erf} \left(\frac{x - \bar{x}_u}{\sqrt{2}s_u} \right) \right) - \left(1 + \frac{1}{2} \text{erf} \left(\frac{x - (\bar{x}_u + bin)}{\sqrt{2}s_u} \right) \right) \right)$



Obr. 3: Histogram merania s preloženým normálnym rozdelením

Robustná regresia

krok iterácie j	x_j	s_j	n_j
1	16,9542565274	0,0602051846478	375,090346233
2	16,9541090801	0,0605871687093	378,746246042
3	16,9540568741	0,0606313135335	379,080146351
4	16,9540464759	0,0606377069893	379,123653186
5	16,9540446129	0,06063874491	379,130383922
6	16,9540442884	0,0606389203529	379,131503605
7	16,9540442323	0,0606389503914	379,131694375
8	16,9540442226	0,0606389555549	379,131727118
9	16,9540442209	0,0606389564436	379,131732751
10	16,9540442207	0,0606389565966	379,131733721
11	16,9540442206	0,0606389566229	379,131733888
12	16,9540442206	0,0606389566275	379,131733917
13	16,9540442206	0,0606389566282	379,131733922
14	16,9540442206	0,0606389566284	379,131733922
15	16,9540442206	0,0606389566284	379,131733923
16	16,9540442206	0,0606389566284	379,131733923
17	16,9540442206	0,0606389566284	379,131733923
18	16,9540442206	0,0606389566284	379,131733923

Graf normálnej pravdepodobnosti

$$\text{pravdepodobnosť } p_i = \begin{cases} \frac{1}{2n}, & i = 1; \\ \frac{2i+1}{2n}, & i = 2, 3, \dots, n-1; \\ 1 - \frac{1}{2n}, & i = n \end{cases}$$

body grafu $[x_i, p_i]$

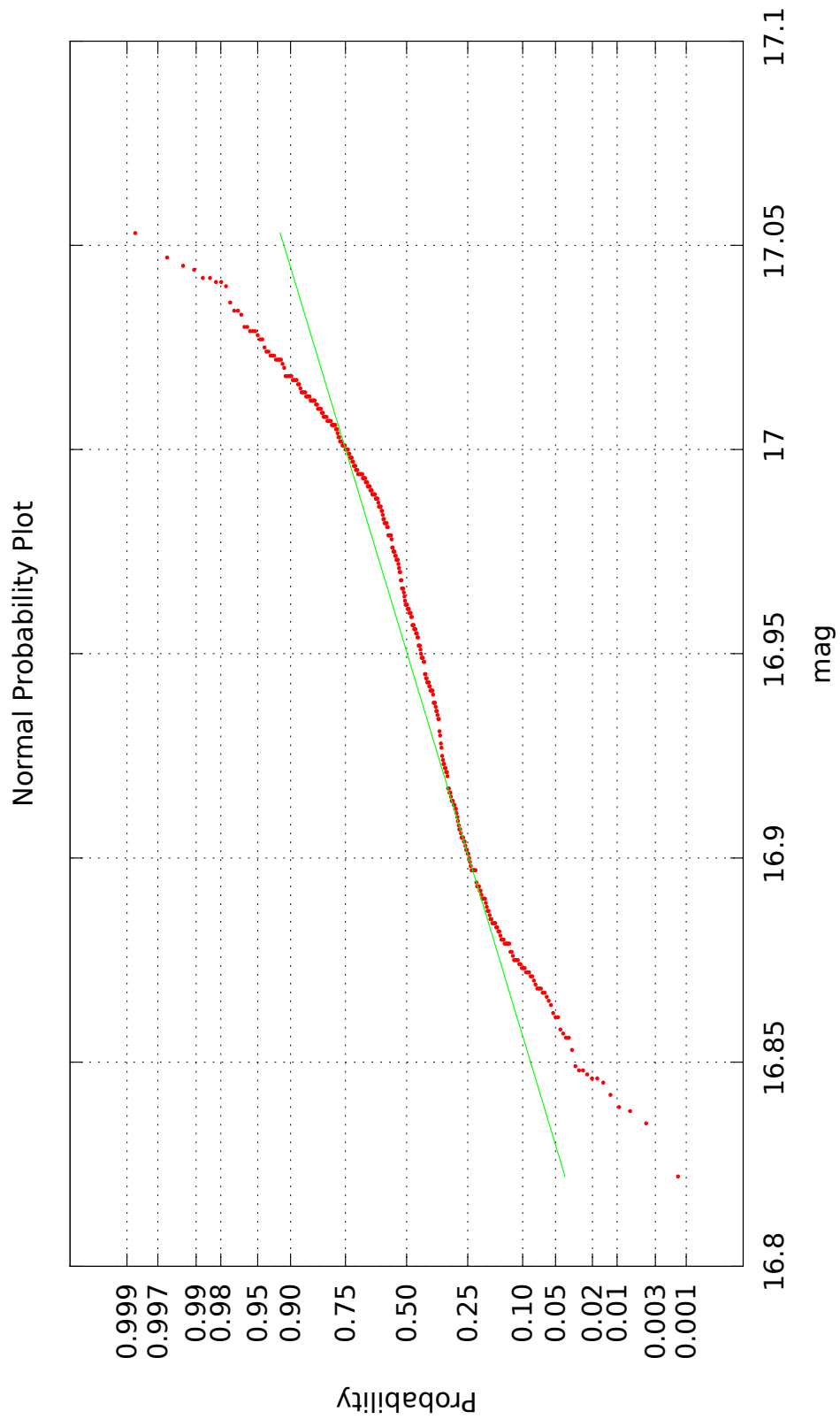
Kresliaci skript do GnuPlotu:

```
reset
set encoding iso_8859_2
set terminal pdf font "/usr/local/share/fonts/ttf/cour.ttf, 5"
set output "normprobplot_ogle1.pdf"
set title "Normal Probability Plot"
set xrange [1000:1200]
set yrange [invnorm(0.0001):invnorm(0.9999)]
set ytics ("0.001" invnorm(0.001), "0.003" invnorm(0.003), "0.01" invnorm(0.01), \
"0.02" invnorm(0.02), "0.05" invnorm(0.05), "0.10" invnorm(0.10), \
"0.25" invnorm(0.25), "0.50" invnorm(0.5), "0.75" invnorm(0.75), \
"0.90" invnorm(0.9), "0.95" invnorm(0.95), "0.98" invnorm(0.98), \
"0.99" invnorm(0.99), "0.997" invnorm(0.997), "0.999" invnorm(0.999))
```

```
set grid
set style data dots
set ylabel "Probability"
set xlabel "mag"
set key off

k= ((invnorm(0.75)-invnorm(0.25))/(17.0-16.901))
b= (invnorm(0.25)-k*16.901)

plot 'normprob_ogle1.dat' using 1:(invnorm($2)), (k*x+b)
pause -1 "Hit any key to continue"
```



Obr. 4: Graf normálnej pravdepodobnosti

2.2 Hviezda č.2

Štatistika

počet meraní	n	467
aritmetický priemer neváhovaný	$\bar{x}_u = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$	16,409681
aritmetický priemer váhovaný	$\bar{x}_w = \frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n x_i w_i, S_w = \sum_{i=1}^n w_i$	16,409339
medián neváhovaný	$\tilde{x}_u = \text{median}(x)$	16,409000
medián váhovaný	$\tilde{x}_w = \text{median}_w(x) =$ $= \frac{(w_{j+1} - 0,5 \frac{S_w}{n})x_j + (0,5 \frac{S_w}{n} - w_j)x_{j+1}}{w_{j+1} - w_j} \&$ $\& w_j < 0,5 \frac{S_w}{n} < w_{j+1}$	16,408000
kvadratický priemer neváhovaný	$\sqrt{x^2_u} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}$	16,409685
kvadratický priemer váhovaný	$\sqrt{x^2_w} = \sqrt{\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n x_i^2 w_i}$	16,409342
disperzia arit. priemeru neváhovaného	$s_u^2 = \frac{n}{n-1} (\overline{x^2}_u - \bar{x}^2)$	0,000118
disperzia mod. arit. priemeru neváhovaného	$s_{u,mod}^2 = \frac{n}{n-1,46} (\overline{x^2}_u - \bar{x}^2)$	0,000119
neistota arit. priemeru neváhovaného	$s_u = \sqrt{s_u^2}$	0,010881
neistota mod. arit. priemeru neváhovaného	$s_{u,mod} = \sqrt{s_{u,mod}^2}$	0,010886

disperzia arit. priemeru váhovaného	$s_w^2 = \frac{n}{n-1}(\overline{x_w^2} - \bar{x}^2)$	0,000113
disperzia mod. arit. priemeru váhovaného	$s_{w,mod}^2 = \frac{n}{n-1,46}(\overline{x_w^2} - \bar{x}^2)$	0,000113
neistota arit. priemeru váhovaného	$s_w = \sqrt{s_w^2}$	0,010638
neistota mod. arit. priemeru váhovaného	$s_{w,mod} = \sqrt{s_{w,mod}^2}$	0,010643
neistota $\mu = \bar{x}_u$	$\delta\mu = \frac{s_{u,mod}}{\sqrt{n}}$	0,000504
neistota $\sigma = s_{u,mod}$	$\delta\sigma = \frac{s_{u,mod}}{\sqrt{2n}}$	0,000356
šikmost' neváhovaná	$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^3}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^2)^{1,5}}$	0,093991
šikmost' váhovaná	$\gamma_1 = \frac{\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^3 w_i}{(\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^2 w_i)^{1,5}}$	0,085058
neistota šikmosti	$\delta\gamma_1 = \frac{2,4}{\sqrt{n}}$	0,111059
exces špičatosti neváhovaný	$\gamma_2 = \frac{n+1}{n-1} \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^4}{(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_u)^2)^2} - 3$	0,638260
exces špičatosti váhovaný	$\gamma_2 = \frac{n+1}{n-1} \frac{\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^4 w_i}{(\frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_w)^2 w_i)^2} - 3$	0,693906
neistota excesu špičatosti	$\delta\gamma_2 = \frac{4,65}{\sqrt{n}}$	0,215176
neváhovaný priemer absolútnej odchýlky	$md = \overline{x} - \bar{x}_u $	0,008409

neváňovaný medián absolútnej odchýlky	$\text{mad} = \text{median}(x - \tilde{x}_n)$	0,007000
váňovaný priemer absolútnej odchýlky	$\text{wmd} = \frac{1}{S_w} \sum_{i=1}^n x_i - \bar{x}_w w_i$	0,008188
váňovaný medián absolútnej odchýlky	$\text{wmad} = \text{median}_w(x - \tilde{x}_w)$	0,006562
index normality	$\Lambda_{\text{kurt}} = \frac{\gamma^2}{\delta\gamma_2}$	2,966220
bezrozmerný stredný pomer	$r = \frac{\text{mad}}{s_u}$	0,643318
neistota bezrozmerného stredného pomeru	$\text{std}(x) = \frac{0,622}{\sqrt{n}}$	0,028783
index normality	$\Lambda_{\text{mad}} = \sqrt{n} \left(1,084 - \frac{1,608\text{mad}}{s_u} \right)$	1,070660
Sturgesovo pravidlo	$n_h = 1 + 3,3 \log(n)$	9,808746

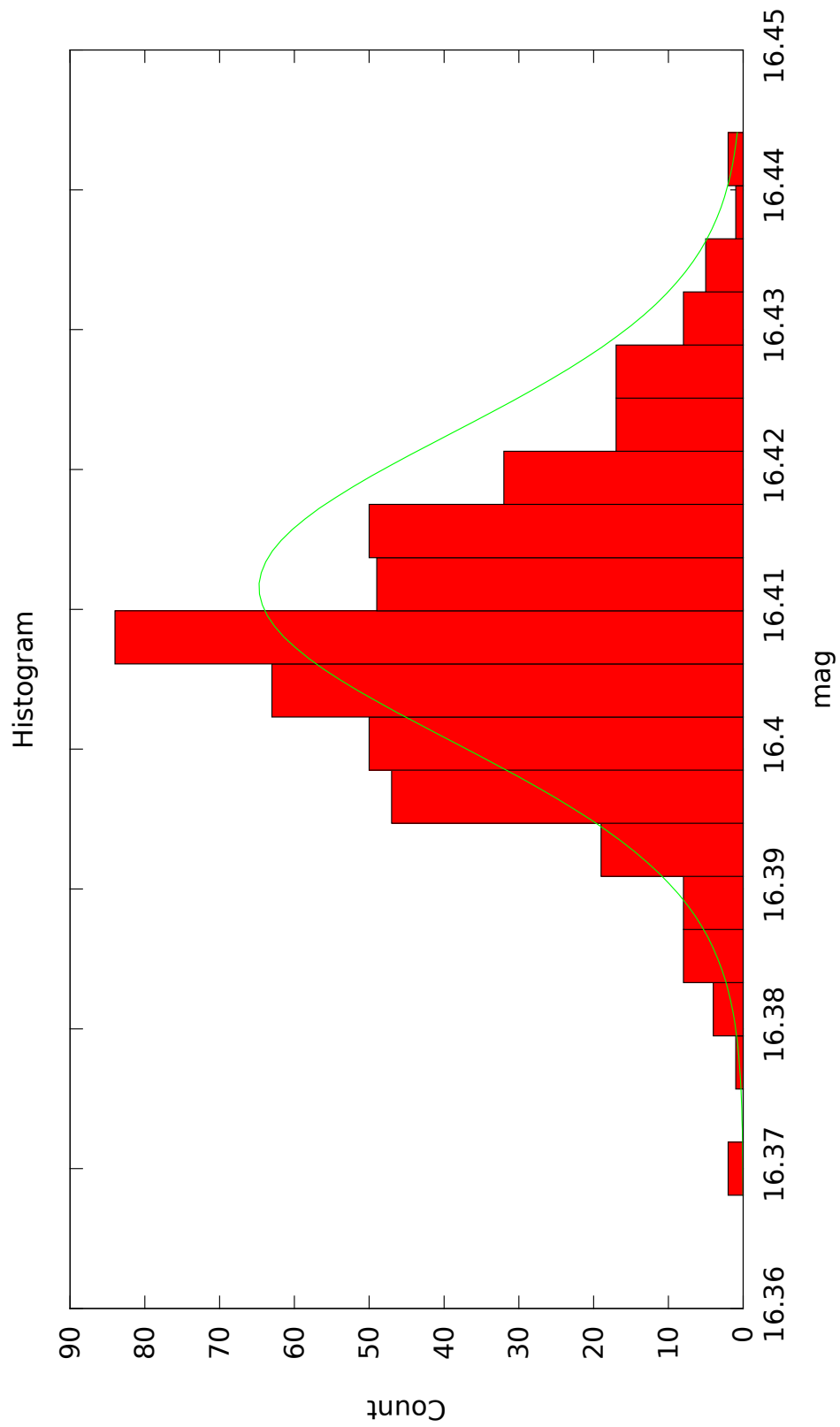
Histogram

počet binov $n = 20$

veľkosť binu $\text{bin} = 0,003800$

body grafu $[x_i, \text{count}]$

normálne rozdelenie $\Phi(x) = n \left(\left(1 + \frac{1}{2} \text{erf} \left(\frac{x - \bar{x}_u}{\sqrt{2}s_u} \right) \right) - \left(1 + \frac{1}{2} \text{erf} \left(\frac{x - (\bar{x}_u + \text{bin})}{\sqrt{2}s_u} \right) \right) \right)$



Obr. 5: Histogram merania s preloženým normálnym rozdelením

Robustná regresia

krok iterácie j	x_j	s_j	n_j
1	16,4095524	0,0105221831313	466,008659596
2	16,4095108119	0,0103984970654	463,102197193
3	16,4094958346	0,0103537845376	462,025425892
4	16,4094902847	0,0103373299717	461,626047365
5	16,409488215	0,0103312334584	461,477668688
6	16,4094874427	0,0103289687608	461,422495784
7	16,4094871548	0,010328126622	461,401972318
8	16,4094870475	0,0103278133406	461,394336514
9	16,4094870076	0,0103276967783	461,391495352
10	16,4094869927	0,0103276534061	461,390438157
11	16,4094869872	0,0103276372671	461,390044767
12	16,4094869851	0,0103276312616	461,389898382
13	16,4094869843	0,0103276290268	461,389843911
14	16,409486984	0,0103276281953	461,389823641
15	16,4094869839	0,0103276278858	461,389816099
16	16,4094869839	0,0103276277707	461,389813292
17	16,4094869839	0,0103276277278	461,389812248
18	16,4094869839	0,0103276277119	461,389811859
19	16,4094869839	0,010327627706	461,389811714
20	16,4094869839	0,0103276277038	461,38981166
21	16,4094869839	0,0103276277029	461,38981164
22	16,4094869839	0,0103276277026	461,389811633
23	16,4094869839	0,0103276277025	461,38981163
24	16,4094869839	0,0103276277025	461,389811629
25	16,4094869839	0,0103276277025	461,389811629
26	16,4094869839	0,0103276277025	461,389811629

Graf normálnej pravdepodobnosti

$$\text{pravdepodobnosť } p_i = \begin{cases} \frac{1}{2n}, & i = 1; \\ \frac{2i+1}{2n}, & i = 2, 3, \dots, n-1; \\ 1 - \frac{1}{2n}, & i = n \end{cases}$$

body grafu $[x_i, p_i]$

Kresliaci skript do GnuPlotu:

```
reset
set encoding iso_8859_2
set terminal pdf font "/usr/local/share/fonts/ttf/cour.ttf, 5"
set output "normprobplot_ogle2.pdf"
```

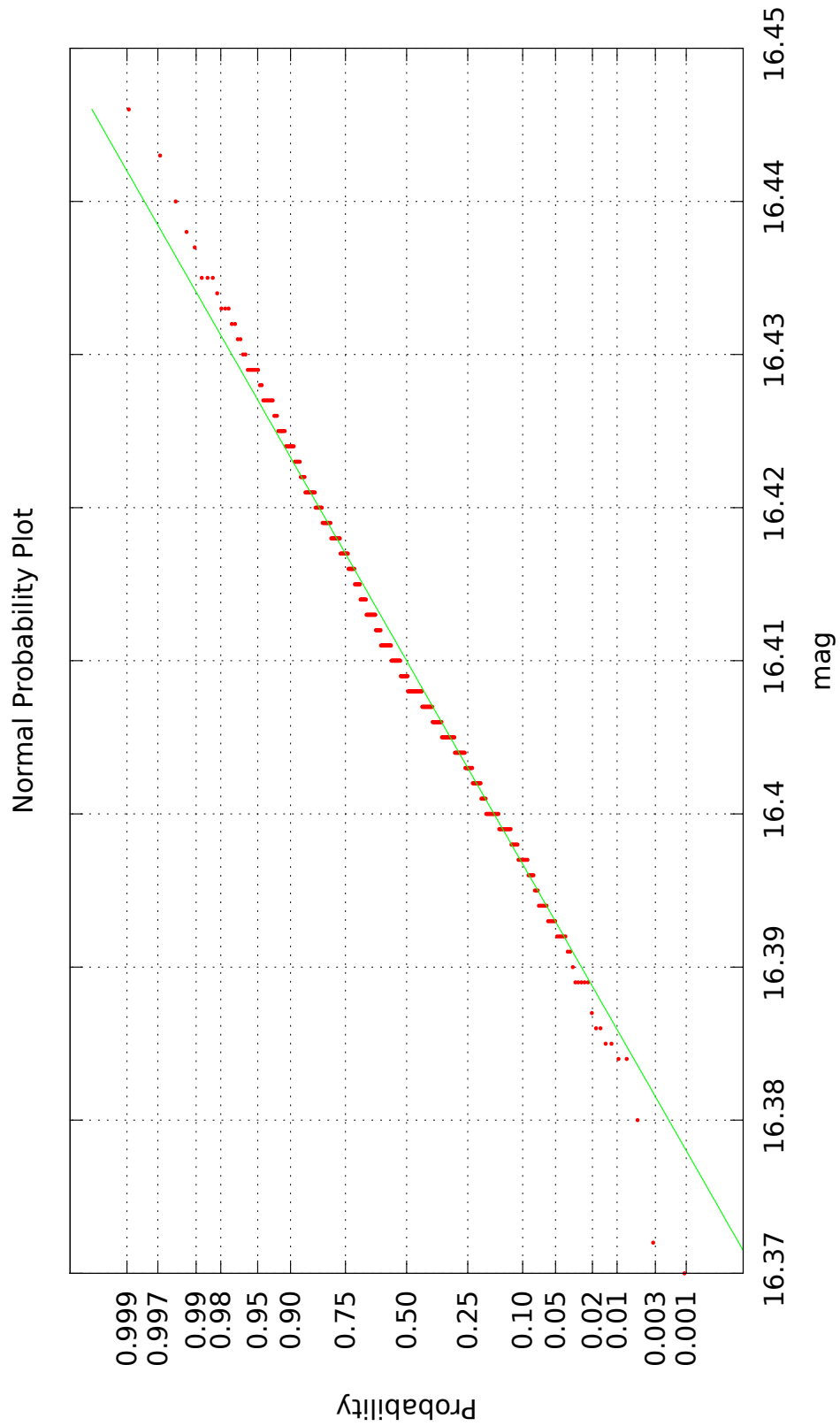
```

set title "Normal Probability Plot"
set xrange [1000:1200]
set yrange [invnorm(0.0001):invnorm(0.9999)]
set ytics ("0.001" invnorm(0.001),"0.003" invnorm(0.003),"0.01" invnorm(0.01),\
"0.02" invnorm(0.02),"0.05" invnorm(0.05),"0.10" invnorm(0.10),\
"0.25" invnorm(0.25),"0.50" invnorm(0.5),"0.75" invnorm(0.75),\
"0.90" invnorm(0.9),"0.95" invnorm(0.95),"0.98" invnorm(0.98),\
"0.99" invnorm(0.99),"0.997" invnorm(0.997),"0.999" invnorm(0.999))
set grid
set style data dots
set ylabel "Probability"
set xlabel "mag"
set key off

k= ((invnorm(0.750535)-invnorm(0.249465))/(16.417-16.403))
b= (invnorm(0.750535)-k*16.417)

plot 'normprob_ogle2.dat' using 1:(invnorm($2)), (k*x+b)
pause -1 "Hit any key to continue"

```



Obr. 6: Graf normálnej pravdepodobnosti

3 Pod'akovanie

Táto práca vznikla za podpory grantov a projektov:

- Masarykova univerzita MUNI/A/0968/2009, Fyzika hvězd a hvězdných soustav
- GAP 209/12/0217, Multispektrální proměnnost horkých hvězd a její příčiny