

Kjeldahlovou metodou byl opakovaně stanoven obsah dusíku (%) s těmito výsledky:

7.53 7.45 7.58 7.78 7.45 7.41 7.01 7.65 7.77  
 7,53 7,45 7,58 7,78 7,45 7,41 7,01 7,65 7,77

převeďte data do jednoho sloupce (Vložit jinak, Transponovat), zpracujte statisticky do jednoho listu t; Otestujte odlehlost jednotlivých měření podle Grubbs i metodou vnitřních hradeb, vyjádřete interval

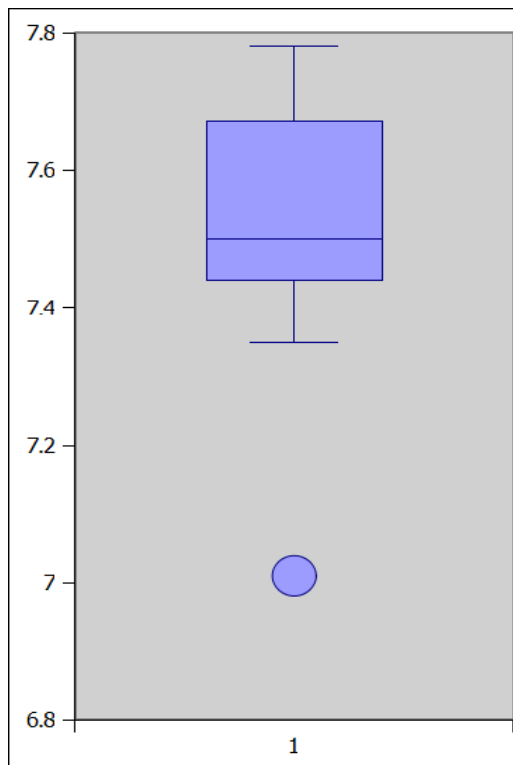
Grubbsův test odlehlosti

x	T	
7.53	7.01	<b>2.4482</b> outlier
7.45	7.35	0.8026
7.58	7.41	0.5122
7.78	7.45	0.3186
7.45	7.45	0.3186
7.41	7.47	0.2218
7.01	7.53	0.0686
7.65	7.58	0.3106
7.77	7.65	0.6493
7.74	7.74	1.0849
7.47	7.77	1.2301
7.35	7.78	1.2785 ok

n= 12  
 s(n)= 0.2066  
 prumer= 7.515833  
 T(krit.)= **2.387**

neparametrická metoda vnitřních hradeb

q25= 7.44  
 q75= 7.6725  
 Rq= 0.2325  
 hvh= 8.02125  
 dvh= **7.09125**



X	s	za
12,345678...	1,2345678...	
12,345678...	0,0123456...	0
12,345678...	0,1234567...	

7.74      7.47      7.35  
 7,74      7,47      7,35

abulkového procesoru Excel.  
 spolehlivosti na hladině alfa=0,05 správně zaokrouhlený.

		T	Grubbsův test ještě jednou pro kontrolu
po vyloučení 7.01:	7.35	1.4549	ok
	7.41	1.0428	
	7.45	0.7680	
	7.45	0.7680	
	7.47	0.6307	
	7.53	0.2185	
	7.58	0.1249	
	7.65	0.6057	
	7.74	1.2239	
	7.77	1.4299	
	7.78	1.4986	ok

výpočet intervalu spolehlivosti:

n=	11					
s(n)=	0.1456					
prumer=	7.56					
T(krit.)=	2.343					
s(n-1)=	0.15	ozn. výsledek MUSÍ mít 2 desetinná místa				
t(0.05;10)	2.2281					
s.e.m=	0.04604					
<table border="0"> <tbody> <tr> <td>L1= 7.46</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>L2= 7.66</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			L1= 7.46	%	L2= 7.66	%
L1= 7.46	%					
L2= 7.66	%					

<u>okr. s</u>	<u>zaokr. X</u>
1,2	12,3
0,012	12,346
0,12	12,35

Kjeldahlovou metodou se stanovil obsah dusíku (%) s těmito výsledky:

7.53 7.45 7.58 7.78 7.45 7.41 7.01 7.65 7.77  
7,53 7,45 7,58 7,78 7,45 7,41 7,01 7,65 7,77

zpracujte statisticky do jednoho do jednoho listu Gnumeric.

vylučte odlehlé body, výsledek správně zaokrouhlete a vyjádřete interval spolehlivosti na hladině alfa=0,(  
otestujte normalitu dat podle Lillieforse

7.53	7.53
7.45	7.45
7.58	7.58
7.78	7.78
7.45	7.45
7.41	7.41
7.01	
7.65	7.65
7.77	7.77
7.74	7.74
7.47	7.47
7.35	7.35

7,74      7,74      7,47      7,35  
7,74      7,47      7,35

05

Kjeldahlovou metodou se stanovil obsah dusíku (%) s těmito výsledky:

7.53 7.45 7.58 7.78 7.45 7.41 7.01 7.65 7.77  
 7,53 7,45 7,58 7,78 7,45 7,41 7,01 7,65 7,77

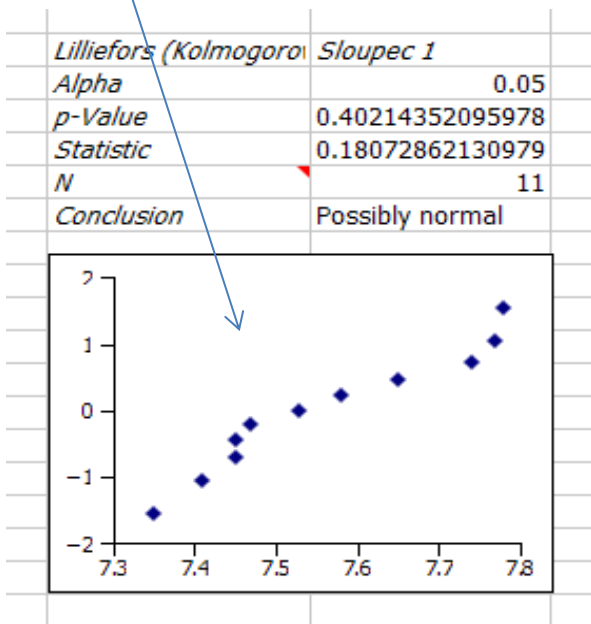
zpracujte statisticky do jednoho do jednoho listu Gnumeric.

vylučte odlehlé body, výsledek správně zaokrouhlete a vyjádřete interval spolehlivosti na hladině alfa=0,(  
 otestujte normalitu dat podle Lillieforse

7.53 7.53  
 7.45 7.45  
 7.58 7.58  
 7.78 7.78  
 7.45 7.45  
 7.41 7.41  
 7.01  
 7.65 7.65  
 7.77 7.77  
 7.74 7.74  
 7.47 7.47  
 7.35 7.35

GNUMERIC

0.215805 0.152697  
 7.515833 7.561818  
 12 11



7,74      7,74      7,47      7,35  
7,74      7,47      7,35

05

## testy shody

$$t = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B|}{\sqrt{[(s_A^2 / (n_A - 1) + s_B^2 / (n_B - 1)) ]}}$$

Nový	Starý
5.09	5.1
5.46	5.6
4.17	4.6
4.83	5.1
4.50	5.0
4.93	5.6
4.13	4.6
4.62	5.0
5.03	5.4
4.54	4.9
5.00	5.1
5.68	5.9
5.02	5.5
4.79	5.2
	5.2
	5.4
	4.6
	5.1
	4.6

F(krit.)	t(krit.)
2.314304	2.039513

Dvouvýběrový F-test pro rozptyl

**Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů**



testy shody

$$t = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B|}{\sqrt{[(s_A^2 / (n_A - 1) + s_B^2 / (n_B - 1)) ]}}$$

Nový	Starý
5.09	5.1
5.46	5.6
4.17	4.6
4.83	5.1
4.50	5.0
4.93	5.6
4.13	4.6
4.62	5.0
5.03	5.4
4.54	4.9
5.00	5.1
5.68	5.9
5.02	5.5
4.79	5.2
	5.2
	5.4
	4.6
	5.1
	4.6

F(krit.)	t(krit.)
2.314304	2.039513

F(A)=s(a)2/s(B)2= **1.342758** nevýz  
 t(N-S) **2.04504** význ.

Dvouvýběrový F-test pro rozptyl

	Soubor 1	Soubor 2
Stř. hodnota	4.842143	5.131579
Rozptyl	0.189557	0.14117
Pozorování	14	19
<b>Rozdíl</b>	13	18
F	<b>1.342758</b>	
P(F<=f) (1)	0.276021	
<b>F krit (1)</b>	<b>2.314304</b>	

2.16036865	=T(krit.)
4.84	5.132
0.43538098	0.375725
14	19
0.18955659	0.142857
<b>0.2608709</b>	

**ANOVA 2-výběrový**

Anova: jeden faktor

Faktor

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	14	67.79	4.842143	0.189556593
Sloupec 2	19	97.5	5.131579	0.141169591

ANOVA

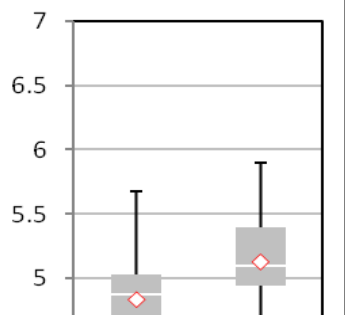
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	0.675263	1	0.675263	4.182208257	0.049419	4.159615
Všechny výběry	5.005288	31	0.161461			
Celkem	5.680552	32				

Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů

	Nový	Starý
Stř. hodnota	4.842143	5.131579
Rozptyl	0.189557	0.14117
Pozorování	14	19
Společný rozptyl	0.161461	
Hyp. rozdíl stř. hoc	0	
Rozdíl	31 st.voln.	
t Stat	-2.04504	
P(T<=t) (1)	0.02471	
t krit (1)	1.695519	
P(T<=t) (2)	0.049419	
t krit (2)	2.039513	

Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů

	Soubor 1	Soubor 2
Stř. hodnota	5.131579	4.842143
Rozptyl	0.14117	0.189557
Pozorování	19	14
Společný rozptyl	0.161461	
Hyp. rozdíl stř. h	0	
Rozdíl	31	
t Stat	2.045045	
P(T<=t) (1)	0.02471	
t krit (1)	1.695519	
P(T<=t) (2)	0.049419	
t krit (2)	2.039513	



2.  $n_A \neq n_B$

a) Studentův test

$$t = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B|}{\sqrt{[(s_A^2 / (n_A - 1) + s_B^2 / (n_B - 1)) ]}}$$

testování významnosti rozdílu rozptylů  $s_A^2$  a  $s_B^2$  pomocí testování jejich poměru:

Je-li  $s_A^2 \geq s_B^2$ , určíme poměr  $F_A = s_A^2 / s_B^2$

Je-li  $s_B^2 > s_A^2$ , určíme poměr  $F_B = s_B^2 / s_A^2$

$F_A$  nebo  $F_B$  je vždy  $\geq 1$

$F_\alpha$  (pro porovnání s  $F_A$ ,  $v_1 = n_A - 1$ ,  $v_2 = n_B - 1$ )

$F_\alpha$  (pro porovnání s  $F_B$ ,  $v_1 = n_B - 1$ ,  $v_2 = n_A - 1$ )

Tzn., že větší rozptyl je vždy v čitateli a  $v_1$  platí vždy pro větší rozptyl

$F_A$  nebo  $F_B \geq F_\alpha \rightarrow$  rozdíl je statisticky významný

určení kritické hodnoty  $t_\alpha$ :

Je-li poměr  $s_A^2$  a  $s_B^2$  statisticky nevýznamný  $\rightarrow t_\alpha [v = n_A + n_B - 2]$ ,

$t \geq t_\alpha \rightarrow$  rozdíl je statisticky významný na hladině významnosti  $\alpha$

Je-li poměr  $s_A^2$  a  $s_B^2$  statisticky významný  $\rightarrow t_\alpha = \frac{t_1 s_A^2 / (n_A - 1) + t_2 s_B^2 / (n_B - 1)}{s_A^2 / (n_A - 1) + s_B^2 / (n_B - 1)}$

$t_1 = t_\alpha [v_1 = n_A - 1]$ ,  $t_2 = t_\alpha [v_1 = n_B - 1]$ ,

$t \geq t_\alpha \rightarrow$  rozdíl je statisticky významný na hladině významnosti  $\alpha$

zpracujte Dean-Dixonovou statistikou na hladině významnosti 0,05

0.189    0.166    0.187    0.183    0.186    0.182    0.181    0.184    0.181

## Dixon's Q test

This table summarize the limit values of the test.

Number of values:	3	4	5	6	7	8	9	10
Q <sub>90%</sub> :	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468	0.437	0.412
Q <sub>95%</sub> :	0.970	0.829	0.710	0.625	0.568	0.526	0.493	0.466
Q <sub>99%</sub> :	0.994	0.926	0.821	0.740	0.680	0.634	0.598	0.568

### Koeficient $k_n$ pro výpočet $\sigma_R = k_n R$

$n$	$k_n$	$n$	$k_n$
2	0,8862	7	0,3698
3	0,5908	8	0,3512
4	0,4857	9	0,3367
5	0,4299	10	0,3249
6	0,3946		

Tabulka 9. Hodnoty koeficientu  $K_n$  pro výpočet intervalu spolehlivosti z rozpětí

$n$	$(1 - \alpha)$		$n$	$(1 - \alpha)$	
	0,95	0,99		0,95	0,99
2	6,40	31,80	7	0,33	0,51
3	1,30	3,01	8	0,29	0,43
4	0,92	1,32	9	0,26	0,37
5	0,61	0,84	10	0,23	0,33
6	0,40	0,63			

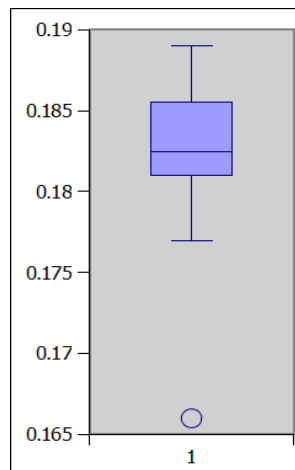


zpracujte Dean-Dixonovou statistikou na hladině významnosti 0,05

0.189    0.166    0.187    0.183    0.186    0.182    0.181    0.184    0.181

	Q	
0.189	0.166	
0.166	0.177	0.478261
0.187	0.181	
0.183	0.181	
0.186	0.182	
0.182	0.183	
0.181	0.184	
0.184	0.186	
0.181	0.187	
0.177	0.189	0.086957

10    0.023    =R



0.177  
0.181  
0.181  
0.182  
0.183  
0.184  
0.186  
0.187  
0.189

9

## Dixon's Q test

This table summarize the limit values of the test.

Number of values:	3	4	5	6	7	8	9	10
Q <sub>90%</sub> :	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468	0.437	0.412
Q <sub>95%</sub> :	0.970	0.829	0.710	0.625	0.568	0.526	0.493	0.466
Q <sub>99%</sub> :	0.994	0.926	0.821	0.740	0.680	0.634	0.598	0.568

Koeficient  $k_n$  pro výpočet  $s_R = k_n R$

$n$	$k_n$	$n$	$k_n$
2	0,8862	7	0,3698
3	0,5908	8	0,3512
4	0,4857	9	0,3367
5	0,4299	10	0,3249
6	0,3946		

Tabulka 9. Hodnoty koeficientu  $K_n$  pro výpočet intervalu spolehlivosti z rozpětí

$n$	$(1 - \alpha)$		$n$	$(1 - \alpha)$	
	0,95	0,99		0,95	0,99
2	6,40	31,80	7	0,33	0,51
3	1,30	3,01	8	0,29	0,43
4	0,92	1,32	9	0,26	0,37
5	0,61	0,84	10	0,23	0,33
6	0,40	0,63			

**0.177**

Q

0.333333

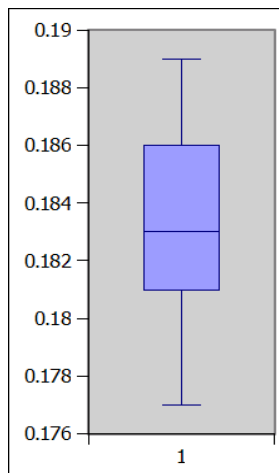
0.166667

0.0120 '=R

0.0040 '=s

**0.1802** L1

**0.1865** L2



vyhodnoťte znaménkovým testem na hladině významnosti 0,05

### Příklad

U rostlin rajčat byl hodnocen počet nově nasazených plodů na 1 rostl  
červenci a na stejných rostlinách podruhé v srpnu. Ve výběrovém  
hodnoceno 9 náhodně vybraných rostlin. S použitím neparametr  
ověřte, zda výsledky prvního měření jsou průkazně rozdílné od výsl  
měření.

Počet plodů v červenci	20	22	34	23	22	30	21
Počet plodů v srpnu	18	23	28	20	19	32	20



lině poprvé v  
šetření bylo  
rického testu  
edků druhého

$$U = \frac{2Y - n}{\sqrt{n}} \leq 0$$

28	35
21	34

alpha	Z(alpha)
	=NORMINV(alpha;0;1)
0.1	-1.282
0.05	-1.645
0.01	-2.326
0.001	-3.090

vyhodnoťte znaménkovým testem na hladině významnosti 0,05

## Příklad

U rostlin rajčat byl hodnocen počet nově nasazených plodů na 1 rostli červenci a na stejných rostlinách podruhé v srpnu. Ve výběrovém hodnoceno 9 náhodně vybraných rostlin. S použitím neparametri ověřte, zda výsledky prvního měření jsou průkazně rozdílné od výsledků druhého měření.

Počet plodů v červenci	20	22	34	23	22	30	21	28
Počet plodů v srpnu	18	23	28	20	19	32	20	21
$d_i = x_i - y_i$	2	-1	6	3	3	-2	1	7
„+“	4,5		8	6,5	6,5		2	
„-“		2				4,5		

červenec	20	22	34	23	22	30	21	28
srpen	18	23	28	20	19	32	20	21

$d_i$	2	-1	6	3	3	-2	1	7
-------	---	----	---	---	---	----	---	---

$U = -1.66667 < -1.645$ , zamítám  $H_0$   
*kdybych chtěl mít větší jistotu, zvolím*

Wilcoxonův jednovýběrový test

$r_i$	2	1	6	3	3	2	1	7
$r_i$	4.5	2	8	6.5	6.5	4.5	2	9

<http://udel.edu/~mcdonald/statsignedrank.html>

<http://faculty.vassar.edu/lowry/wilcoxon.html>

20	18
22	23
34	28
23	20
22	19
30	32
21	20
28	21
35	34



ině poprvé v  
šetření bylo  
ického testu  
dků druhého

$$U = \frac{2Y - n}{\sqrt{n}} \leq 0$$

28	35
21	34
7	1
9	2

alpha	Z(α)
	=NORMINV(α;0;1)
0.1	-1.282
0.05	-1.645
0.01	-2.326
0.001	-3.090

35  
34

1

9

H0=sklizeň je stejná; rozdíly jsou nevýznamné

líím α=0.01, pak by H0 platila

1  
2

W+  
38.5

W-  
6.5

>W(krit)= 5

0.05 < P < 0.10

nevýznamný rozdíl, přijmám H0

n	0.05
4	
5	
6	0
7	2
8	3
9	5
10	8
11	10
12	13
13	17
14	21
15	25
16	29
17	34
18	40
19	46
20	52

**Tabulka A.7: Kritické hodnoty Wilcoxonova testu**

n	α		n	α		n
	0,05	0,01		0,05	0,01	
6	0	-	26	98	75	46
7	2	-	27	107	83	47
8	3	0	28	116	91	48
9	5	1	29	126	100	49
10	8	3	30	137	109	50
11	10	5	31	147	118	51
12	13	7	32	159	128	52

21	58
22	65
23	73
24	81
25	89
22	22

13	17	9	33	170	138	53
14	21	12	34	182	148	54
15	25	15	35	195	159	55
16	29	19	36	208	171	56
17	34	23	37	221	182	57
18	40	27	38	235	194	58
19	46	32	39	249	207	59
20	52	37	40	264	220	60
21	58	42	41	279	233	61
22	65	48	42	294	247	62
23	73	54	43	310	261	63
24	81	61	44	327	276	64
25	89	68	45	343	291	65

párového

	$\alpha$	
	0,05	0,01
5	361	307
7	378	322
8	396	339
9	415	355
10	434	373
11	453	390
12	473	408
13	491	427

3	494	427
4	514	445
5	536	465
5	557	484
7	579	504
3	602	525
9	625	546
0	648	567
1	672	589
2	697	611
3	721	634
4	747	657
5	772	681

Při zkoušce z určitého předmětu bylo zjišťováno, zda se liší výsledky těchto studentů u ústní a u písemné.

student	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ústní	28	16	11	24	26	30	14	16	26	35	31	19	17	9
písemná	25	10	0	30	28	25	8	12	27	30	32	15	21	0

Použijte znaménkový test.

Hladinu významnosti zvolte 5 %.

3   6   11   -6   -2   5   6   4   -1   5   -1   4   -4   9

$$U = -0.894 >$$

$H_0$  platí, výsledky u ústní a písemné

---

Wilcoxonův párový test

rank   3   6   11   6   2   5   6   4   1   5   1   4   4   9  
          6   16   19.5   16   4   13   16   9.5   2   13   2   9.5   9.5   18



ísemné části zkoušky. Bylo testováno 20 studentů.

15	16	17	18	19	20
24	32	8	17	23	15
28	35	9	12	20	4

-4 -3 -1 5 3 11 **20**  
**8**  
 12  
**-1.645**

é části se významně neliší.

---

4 3 1 5 3 11  
 9.5 6 2 13 6 19.5 W+ 159  
 W- 51  
**Wkrit= 52**  
 51 < 52  
 H0 se zamítá

[http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/vtfg1/excel\\_2/excel\\_2.html](http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/vtfg1/excel_2/excel_2.html)

*rozdělení textu do sloupců*

typ\_přístroje cena\_(Kč) hmotnost\_(g) ESP\_(sek.)

Philips EXP 2301 1325 195 100

Philips EXP 2460 1260 186 100

Philips EXP 2461 1331 186 100

Philips EXP 3373 2897 175 200

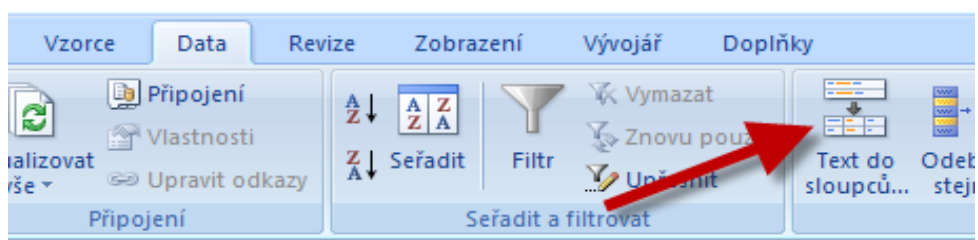
Philips EXP 3460 1533 180 200

Philips EXP 3463 1849 180 200

Philips EXP 3483 2025 180 200



typ_přístroje	cena_(Kč)	hmotnost_(	ESP_(sek.)
Philips EXP 2301	1325	195	100
Philips EXP 2460	1260	186	100
Philips EXP 2461	1331	186	100
Philips EXP 3373	2897	175	200
Philips EXP 3460	1533	180	200
Philips EXP 3463	1849	180	200
Philips EXP 3483	2025	180	200



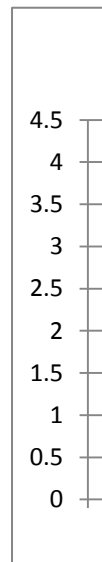
značka	model	najeto (km)	cena	barva
skoda	favorit	200,000	30,000 Kč	červená
porsche	'911	326000	22,000 Kč	žlutá
fiat	croma	318500	27,000 Kč	stříbrná
fiat	coupe	308500	34,000 Kč	stříbrná
ford	focus	302000	39,000 Kč	modrá
citroen	pluriel	294500	44,000 Kč	stříbrná
citroen	saxo	284500	51,000 Kč	stříbrná
skoda	octavia	278000	56,000 Kč	stříbrná
skoda	fabia	270500	61,000 Kč	modrá
skoda	fabia	260500	68,000 Kč	stříbrná

Počet z cena	
značka	Celkem
citroen	2
fiat	2
ford	1
porsche	1
skoda	4
<b>Celkový součet</b>	<b>10</b>

0.17 0.1666  
0.13 0.1666  
0.2 0.1666  
0.19 0.1666  
0.17 0.1666  
0.14 0.1666 0.999996033

127 130  
133 130 0.709815267

Počet z cena	
značka	Celkem
citroen	2
fiat	2
ford	1
porsche	1
skoda	4
<b>Celkový součet</b>	<b>10</b>



## Celkem

