

Analýza datového souboru lebky_egypt.sta

Byl sledován vývoj mužských lebek v Egyptě v průběhu více než 4000 let, od roku 4000 před naším letopočtem do roku 150 našeho letopočtu. Badatelé rozeznávají 5 variant doby, z níž lebka pochází:

1. varianta: -4000
2. varianta: -3300
3. varianta: -1850
4. varianta: -200
5. varianta: 150

Na lebkách byly měřeny 4 dominantní rozměry:

Maximální šířka lebky ... veličina X_1

Basibregmatická výška lebky ... veličina X_2

Basialveolární délka lebky ... veličina X_3

Nosní výška lebky... veličina X_4

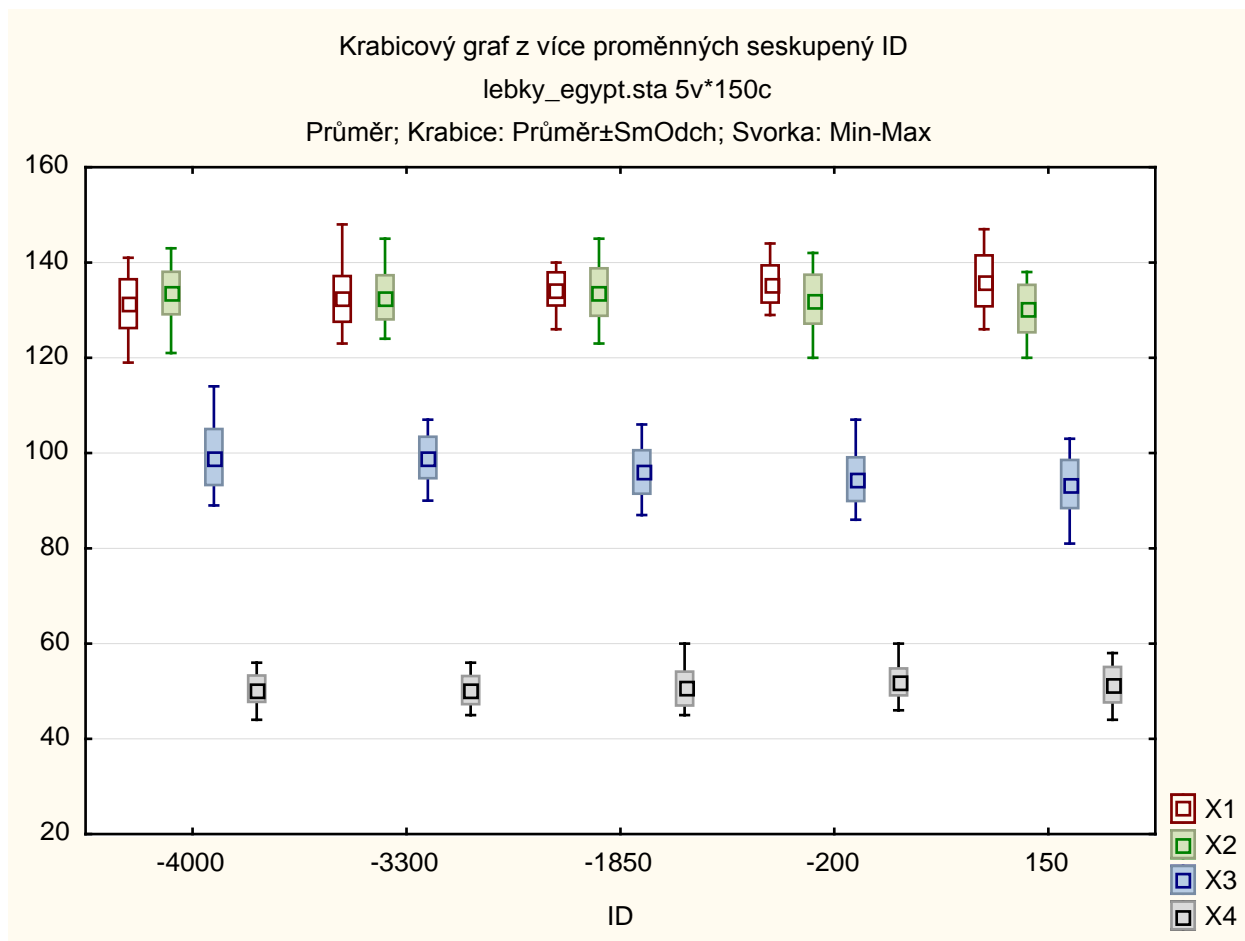
Pro každou variantu doby bylo proměřeno 30 lebek.

Úkol: Metodami MANOVY zjistit, zda na hladině významnosti 0,05 existují rozdíly v rozměrech lebek mezi 5 variantami doby, z níž lebka pochází.

Posouzení úrovně a variability sledovaných 4 proměnných v 5 skupinách:

Proměnná	Souhrnné výsledky Popisné statistiky (lebky_egypt.sta)		
	ID	Průměr	Sm.odch.
X1	-4000	131,3667	5,129249
X2	-4000	133,6000	4,469051
X3	-4000	99,1667	5,884423
X4	-4000	50,5333	2,763473
X1	-3300	132,3667	4,810071
X2	-3300	132,7000	4,647209
X3	-3300	99,0667	4,346488
X4	-3300	50,2333	2,955805
X1	-1850	134,4667	3,481313
X2	-1850	133,8000	4,978575
X3	-1850	96,0333	4,552251
X4	-1850	50,5667	3,549486
X1	-200	135,5000	3,919448
X2	-200	132,3000	5,133729
X3	-200	94,5333	4,591847
X4	-200	51,9667	2,822121
X1	150	136,1667	5,350368
X2	150	130,3333	4,971181
X3	150	93,5000	5,056576
X4	150	51,3667	3,718392

Krabicové grafy



Ověření předpokladů MANOVY

Normalita proměnných ve všech pěti skupinách:

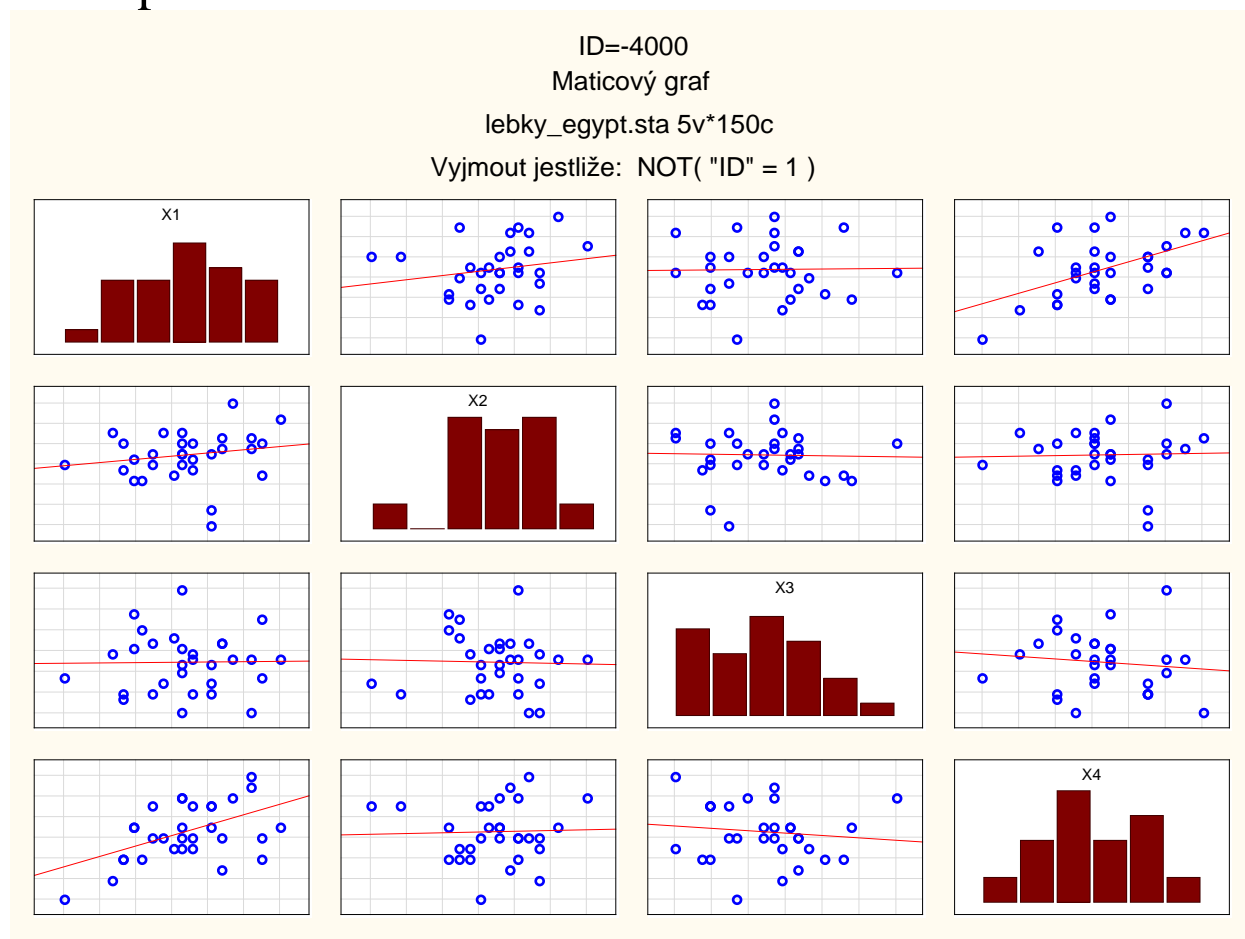
Proměnná	Souhrnné výsledky					
	Testy normality (lebky_egypt.sta)					
	ID	N	max D	Lilliefors p	W	p
X1: Maximální šířka lebky	-4000	30	0,104839	p > .20	0,981356	0,860342
X2: Basibregmatická výška lebky	-4000	30	0,102326	p > .20	0,956642	0,253615
X3: Basialveorální délka lebky	-4000	30	0,090715	p > .20	0,973143	0,628249
X4: Nosní výška lebky	-4000	30	0,132950	p < ,20	0,974814	0,677242
X1: Maximální šířka lebky	-3300	30	0,144685	p < ,10	0,926753	0,040288
X2: Basibregmatická výška lebky	-3300	30	0,110161	p > .20	0,971461	0,579868
X3: Basialveorální délka lebky	-3300	30	0,103070	p > .20	0,977278	0,749497
X4: Nosní výška lebky	-3300	30	0,102328	p > .20	0,963354	0,376216
X1: Maximální šířka lebky	-1850	30	0,203527	p < ,01	0,922623	0,031387
X2: Basibregmatická výška lebky	-1850	30	0,136169	p < ,15	0,983216	0,903068
X3: Basialveorální délka lebky	-1850	30	0,102921	p > .20	0,982390	0,884904
X4: Nosní výška lebky	-1850	30	0,130087	p > .20	0,963900	0,388058
X1: Maximální šířka lebky	-200	30	0,104879	p > .20	0,962621	0,360781
X2: Basibregmatická výška lebky	-200	30	0,099954	p > .20	0,983072	0,900007
X3: Basialveorální délka lebky	-200	30	0,092859	p > .20	0,969574	0,527573
X4: Nosní výška lebky	-200	30	0,109542	p > .20	0,956380	0,249640
X1: Maximální šířka lebky	150	30	0,120908	p > .20	0,979201	0,803943
X2: Basibregmatická výška lebky	150	30	0,169617	p < ,05	0,937451	0,077670
X3: Basialveorální délka lebky	150	30	0,116631	p > .20	0,978110	0,773368
X4: Nosní výška lebky	150	30	0,100956	p > .20	0,973550	0,640108

Shoda variančních matic:

	Boxův M test (lebky_egypt.sta) Efekt: ID (Vypočteno pro všechny proměnné)			
	Boxovo M	Chí-kv.	SV	p
Boxovo M	48,54654	45,66723	40	0,248338

Linearita vztahů ve všech pěti skupinách:

1. skupina



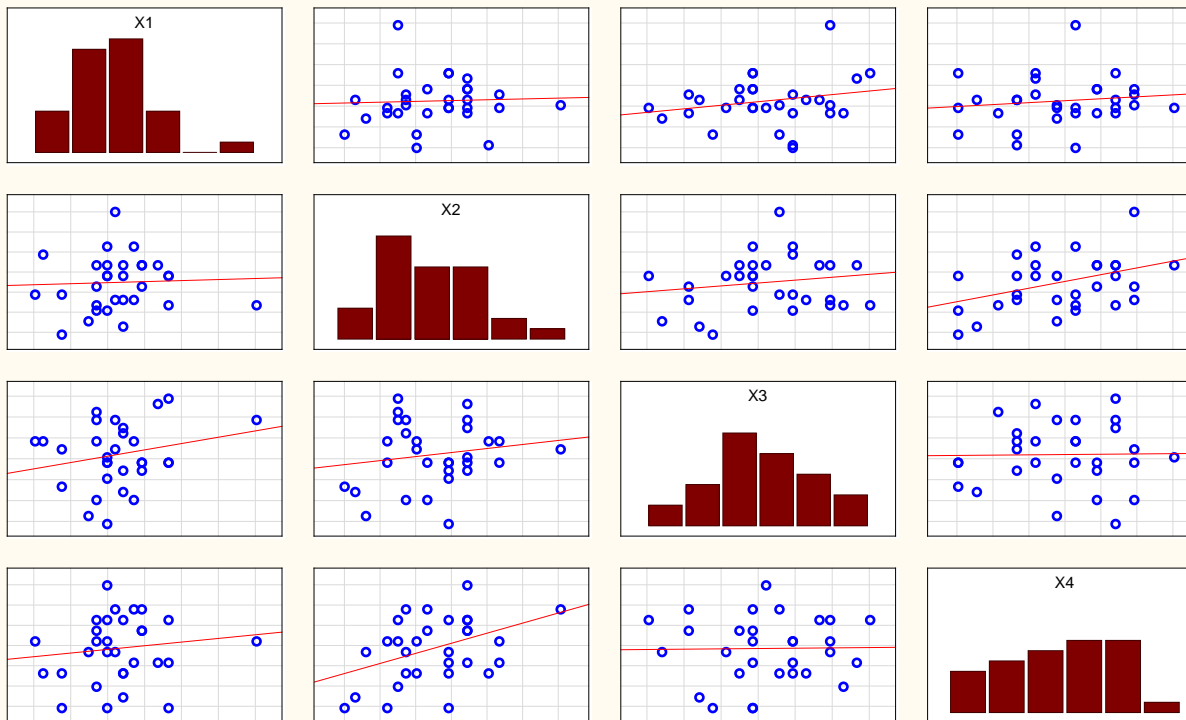
2. skupina

ID=-3300

Maticový graf

lebky_egypt.sta 5v*150c

Vymout jestliže: NOT ("ID" = 2)



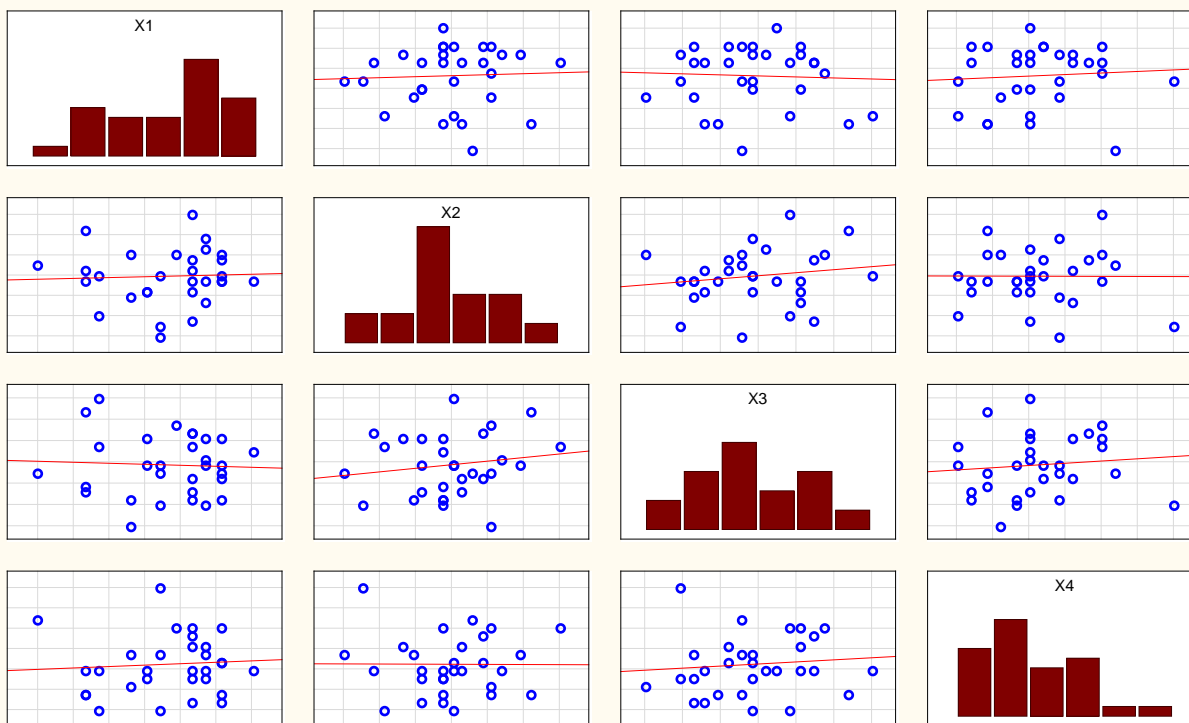
3. skupina:

ID=-1850

Maticový graf

lebky_egypt.sta 5v*150c

Vymout jestliže: NOT("ID" = 3)



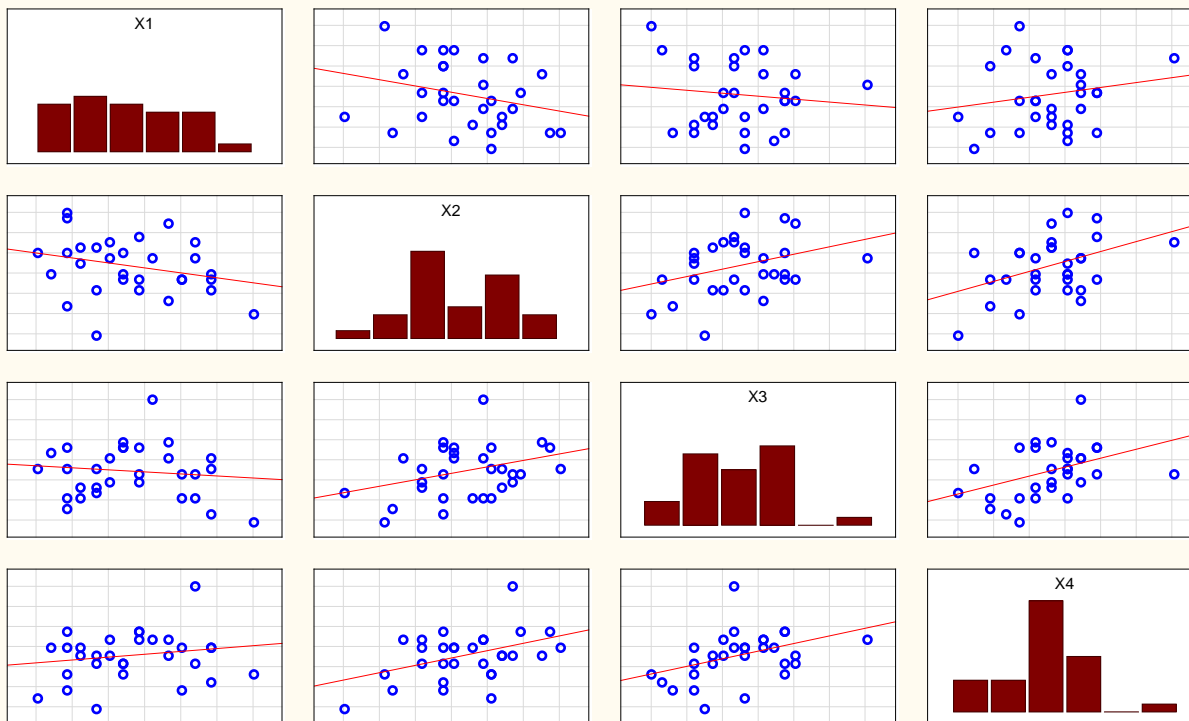
4. skupina:

ID=-200

Maticový graf

lebky_egypt.sta 5v*150c

Vyjmout jestliže: NOT ("ID" = 4)



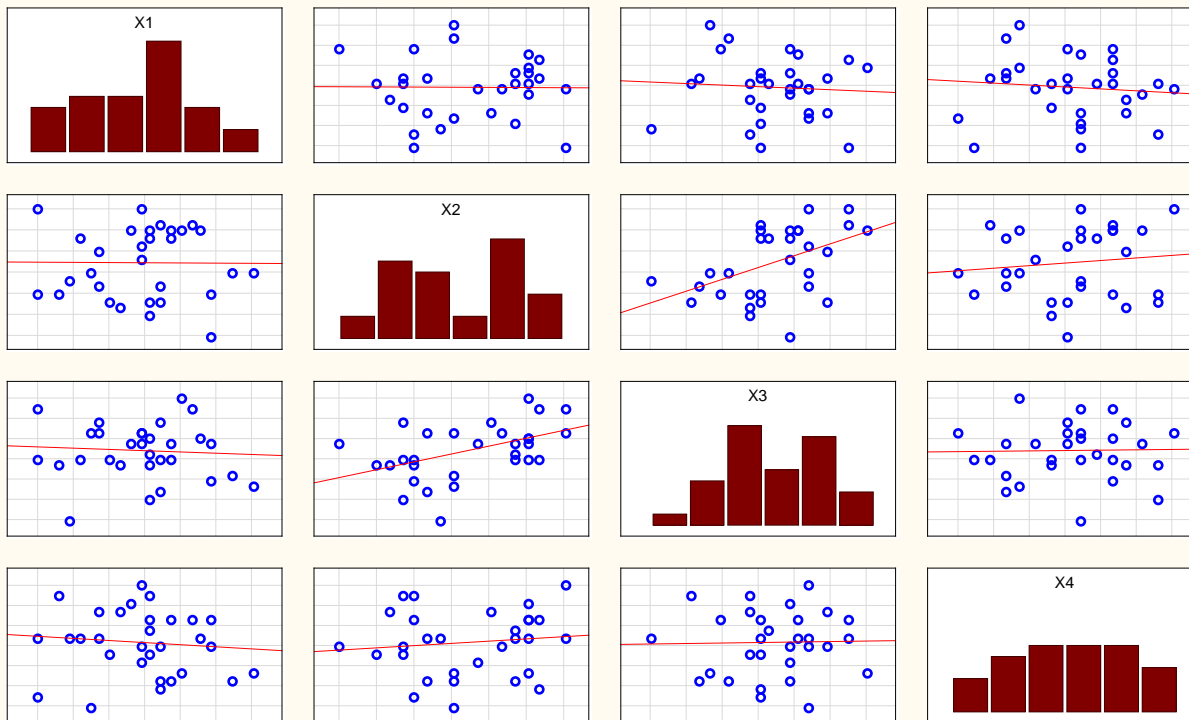
5. skupina:

ID=150

Maticový graf

lebky_egypt.sta 5v*150c

Vymout jestliže: NOT("ID" = 5)



Testování hypotézy o shodě vektorů středních hodnot

Vícerozměrné testy významnosti. (lebky_egypt.sta)						
Sigma-omezená parametrizace						
Dekompozice efektivní hypotézy						
Efekt	Test	Hodnota	F	Efekt SV	Chyba SV	p
Abs. člen	Wilksův	0,001	67330,81	4	142,0000	0,000000
	Pillaiův	0,999	67330,81	4	142,0000	0,000000
	Hotelling	1896,642	67330,81	4	142,0000	0,000000
	Royův	1896,642	67330,81	4	142,0000	0,000000
ID	Wilksův	0,664	3,90	16	434,4548	0,000001
	Pillaiův	0,353	3,51	16	580,0000	0,000005
	Hotelling	0,482	4,23	16	562,0000	0,000000
	Royův	0,425	15,41	4	145,0000	0,000000

Simultánní testy o složkách vektorů středních hodnot

Výpočet matice E reziduální variability

		Matice SSCP (Z' Z) reziduí (lebky_egypt.sta) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy			
Efekt	proměnné	X1	X2	X3	X4
Chyba	X1	3061,067	5,333	11,467	291,300
	X2	5,333	3405,267	754,000	412,533
	X3	11,467	754,000	3505,967	164,333
	X4	291,300	412,533	164,333	1472,133

Výpočet matice T celkové variability

		Matice SSCP (Z' Z) odchylek (lebky_egypt.sta) Matice SSCP (Z' Z) odchylek vektorů matice v matici schématu X										
Efekt	Úroveň	Sloupec	Efekt (P/N)	Sloup.1 Abs.člen	Sloup.2 ID	Sloup.3 ID	Sloup.4 ID	Sloup.5 ID	Sloup.6 X1	Sloup.7 X2	Sloup.8 X3	Sloup.9 X4
Abs. člen		1	Pevný									
ID	-4000	2	Pevný		60,000	30,000	30,0000	30,0000	-144,000	98,000	170,000	-25,000
ID	-3300	3	Pevný		30,000	60,000	30,0000	30,0000	-114,000	71,000	167,000	-34,000
ID	-1850	4	Pevný		30,000	30,000	60,0000	30,0000	-51,000	104,000	76,000	-24,000
ID	-200	5	Pevný		30,000	30,000	30,0000	60,0000	-20,000	59,000	31,000	18,000
X1		6			-144,000	-114,000	-51,0000	-20,0000	3563,893	-222,813	-615,160	426,733
X2		7			98,000	71,000	104,0000	59,0000	-222,813	3635,173	1046,280	346,467
X3		8			170,000	167,000	76,0000	31,0000	-615,160	1046,280	4309,260	-16,400
X4		9			-25,000	-34,000	-24,0000	18,0000	426,733	346,467	-16,400	1533,333

Výpočet testových statistik a kritické hodnoty:

	1 K1	2 K2	3 K3	4 K4	5 kvantil
1	21,9769961	9,44066938	29,8103242	5,88569134	26,2962276

Statistika K_3 se realizuje v kritickém oboru, tedy rozdíl mezi pěti skupinami je způsoben proměnnou X_3 - basialveolární délka lebky.

Vícerozměrná obdoba mnohonásobného porovnávání

Provedeme všech 10 porovnávání dvojic skupin pomocí Hotellingova testu a získanou p-hodnotu porovnáme s hladinou významnosti upravenou pomocí Bonferroniho korekce, tj. s číslem 0,005.

1. a 2. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: -3300 Hotellingovo 1,65079 $F(4,55)=,39135$ $p<,81394$

1. a 3. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: -1850 Hotellingovo 13,3904 $F(4,55)=3,1744$ $p<,02035$

1. a 4. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: -200 Hotellingovo 25,2102 $F(4,55)=5,9766$ $p<,00046$

1. a 5. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: 150 Hotellingovo 32,8833 $F(4,55)=7,7956$ $p<,00005$

2. a 3. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -3300; Skup. 2: -1850 Hotellingovo 13,5837 $F(4,55)=3,2203$ $p<,01908$

2. a 4. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -3300; Skup. 2: -200 Hotellingovo 32,6384 $F(4,55)=7,7376$ $p<,00005$

2. a 5. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -3300; Skup. 2: 150 Hotellingovo 33,5598 $F(4,55)=7,9560$ $p<,00004$

3. a 4. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -1850; Skup. 2: -200 Hotellingovo 7,41398 $F(4,55)=1,7576$ $p<,15062$

3. a 5. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -1850; Skup. 2: 150 Hotellingovo 12,0384 $F(4,55)=2,8539$ $p<,03202$

4. a 5. skupina:

t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -200; Skup. 2: 150 Hotellingovo 2,56899 $F(4,55)=,60903$ $p<,65784$

Simultánní testy v mnohonásobném porovnávání:

Posuzujeme rozdíly mezi jednotlivými proměnnými v rámci skupin. Pro každou proměnnou a pro každou dvojici skupin provedeme dvouvýběrový t-test (celkem 40 testů) a vypočtenou p-hodnotu porovnáme s korigovanou hladinou významnosti $0,05/40 = 0,00125$

1. a 2. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: -3300 Hotellingovo 1,65079 F(4,55)=,39135 p<,81394										
	Průměr -4000	Průměr -3300	t	sv	p	Poč.plat -4000	Poč.plat. -3300	Sm.odch. -4000	Sm.odch. -3300	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	131,3667	132,3667	-0,778924	58	0,439191	30	30	5,129249	4,810071	1,137116	0,731676
X2	133,6000	132,7000	0,764572	58	0,447626	30	30	4,469051	4,647209	1,081319	0,834700
X3	99,1667	99,0667	0,074870	58	0,940576	30	30	5,884423	4,346488	1,832867	0,108412
X4	50,5333	50,2333	0,406079	58	0,686179	30	30	2,763473	2,955805	1,144040	0,719531

1. a 3. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: -1850 Hotellingovo 13,3904 F(4,55)=3,1744 p<,02035										
	Průměr -4000	Průměr -1850	t	sv	p	Poč.plat -4000	Poč.plat. -1850	Sm.odch. -4000	Sm.odch. -1850	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	131,3667	134,4667	-2,73901	58	0,008173	30	30	5,129249	3,481313	2,170808	0,040927
X2	133,6000	133,8000	-0,16374	58	0,870506	30	30	4,469051	4,978575	1,241022	0,564696
X3	99,1667	96,0333	2,30680	58	0,024657	30	30	5,884423	4,552251	1,670919	0,172855
X4	50,5333	50,5667	-0,04059	58	0,967765	30	30	2,763473	3,549486	1,649759	0,183651

1. a 4. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: -200 Hotellingovo 25,2102 F(4,55)=5,9766 p<,00046										
	Průměr -4000	Průměr -200	t	sv	p	Poč.plat -4000	Poč.plat. -200	Sm.odch. -4000	Sm.odch. -200	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	131,3667	135,5000	-3,50706	58	0,000882	30	30	5,129249	3,919448	1,712608	0,153357
X2	133,6000	132,3000	1,04613	58	0,299843	30	30	4,469051	5,133729	1,319579	0,459841
X3	99,1667	94,5333	3,40002	58	0,001225	30	30	5,884423	4,591847	1,642226	0,187650
X4	50,5333	51,9667	-1,98760	58	0,051584	30	30	2,763473	2,822121	1,042896	0,910730

1. a 5. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -4000; Skup. 2: 150 Hotellingovo 32,8833 F(4,55)=7,7956 p<,00005										
	Průměr -4000	Průměr 150	t	sv	p	Poč.plat -4000	Poč.plat. 150	Sm.odch. -4000	Sm.odch. 150	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	131,3667	136,1667	-3,54711	58	0,000779	30	30	5,129249	5,350368	1,088077	0,821744
X2	133,6000	130,3333	2,67661	58	0,009654	30	30	4,469051	4,971181	1,237339	0,570057
X3	99,1667	93,5000	4,00043	58	0,000181	30	30	5,884423	5,056576	1,354237	0,419115
X4	50,5333	51,3667	-0,98522	58	0,328610	30	30	2,763473	3,718392	1,810506	0,115647

2. a 3. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -3300; Skup. 2: -1850 Hotellingovo 13,5837 F(4,55)=3,2203 p<,01908										
	Průměr -3300	Průměr -1850	t	sv	p	Poč.plat -3300	Poč.plat. -1850	Sm.odch. -3300	Sm.odch. -1850	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	132,3667	134,4667	-1,93714	58	0,057603	30	30	4,810071	3,481313	1,909048	0,086983
X2	132,7000	133,8000	-0,88466	58	0,379994	30	30	4,647209	4,978575	1,147693	0,713182
X3	99,0667	96,0333	2,63968	58	0,010642	30	30	4,346488	4,552251	1,096921	0,804983
X4	50,2333	50,5667	-0,39526	58	0,694099	30	30	2,955805	3,549486	1,442047	0,329801

2. a 4. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -3300; Skup. 2: -200 Hotellingovo 32,6384 F(4,55)=7,7376 p<,00005										
	Průměr -3300	Průměr -200	t	sv	p	Poč.plat -3300	Poč.plat. -200	Sm.odch. -3300	Sm.odch. -200	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	132,3667	135,5000	-2,76594	58	0,007601	30	30	4,810071	3,919448	1,506098	0,275952
X2	132,7000	132,3000	0,31639	58	0,752845	30	30	4,647209	5,133729	1,220342	0,595321
X3	99,0667	94,5333	3,92711	58	0,000231	30	30	4,346488	4,591847	1,116087	0,769437
X4	50,2333	51,9667	-2,32311	58	0,023701	30	30	2,955805	2,822121	1,096984	0,804866

2. a 5. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -3300; Skup. 2: 150 Hotellingovo 33,5598 F(4,55)=7,9560 p<,00004										
	Průměr -3300	Průměr 150	t	sv	p	Poč.plat -3300	Poč.plat. 150	Sm.odch. -3300	Sm.odch. 150	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	132,3667	136,1667	-2,89290	58	0,005368	30	30	4,810071	5,350368	1,237270	0,570158
X2	132,7000	130,3333	1,90486	58	0,061760	30	30	4,647209	4,971181	1,144287	0,719101
X3	99,0667	93,5000	4,57264	58	0,000026	30	30	4,346488	5,056576	1,353431	0,420025
X4	50,2333	51,3667	-1,30683	58	0,196430	30	30	2,955805	3,718392	1,582555	0,222417

3. a 4. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -1850; Skup. 2: -200 Hotellingovo 7,41398 F(4,55)=1,7576 p<,15062										
	Průměr -1850	Průměr -200	t	sv	p	Poč.plat -1850	Poč.plat. -200	Sm.odch. -1850	Sm.odch. -200	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	134,4667	135,5000	-1,07964	58	0,284771	30	30	3,481313	3,919448	1,267546	0,527287
X2	133,8000	132,3000	1,14886	58	0,255331	30	30	4,978575	5,133729	1,063300	0,869863
X3	96,0333	94,5333	1,27064	58	0,208930	30	30	4,552251	4,591847	1,017472	0,963121
X4	50,5667	51,9667	-1,69100	58	0,096205	30	30	3,549486	2,822121	1,581902	0,222829

3. a 5. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -1850; Skup. 2: 150 Hotellingovo 12,0384 F(4,55)=2,8539 p<,03202										
	Průměr -1850	Průměr 150	t	sv	p	Poč.plat -1850	Poč.plat. 150	Sm.odch. -1850	Sm.odch. 150	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	134,4667	136,1667	-1,45870	58	0,150041	30	30	3,481313	5,350368	2,362007	0,023770
X2	133,8000	130,3333	2,69883	58	0,009100	30	30	4,978575	4,971181	1,002977	0,993669
X3	96,0333	93,5000	2,03939	58	0,045976	30	30	4,552251	5,056576	1,233845	0,575178
X4	50,5667	51,3667	-0,85239	58	0,397501	30	30	3,549486	3,718392	1,097436	0,804014

4. a 5. skupina:

Proměnná	t-testy; grupováno: ID (lebky_egypt.sta) Skup. 1: -200; Skup. 2: 150 Hotellingovo 2,56899 F(4,55)=,60903 p<,65784										
	Průměr -200	Průměr 150	t	sv	p	Poč.plat -200	Poč.plat. 150	Sm.odch. -200	Sm.odch. 150	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
X1	135,5000	136,1667	-0,550554	58	0,584054	30	30	3,919448	5,350368	1,863449	0,099240
X2	132,3000	130,3333	1,507363	58	0,137146	30	30	5,133729	4,971181	1,066465	0,863622
X3	94,5333	93,5000	0,828622	58	0,410715	30	30	4,591847	5,056576	1,212658	0,607028
X4	51,9667	51,3667	0,704004	58	0,484247	30	30	2,822121	3,718392	1,736037	0,143358

Grafické znázornění rozdílů

Graf průměru z více proměnných seskupený ID

lebky_egypt.sta 5v*150c

Průměr; Svorka: Průměr±0,95 Int. spolehl.

