

**UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO – TECHNOLOGICKÁ
KATEDRA ANALYTICKÉ CHEMIE**

**LICENČNÍ STUDIUM
STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT**

**SEMESTRÁLNÍ PRÁCE
ANOVA**

VÍTKOVICE TESTING – CENTER

Ing. Renáta Míčková

Příklad 1: Jednorozměrná ANOVA

Zadání: V laboratoři prováděly tři laborantky stanovení molybdenu v oxidu molybdenovém. Každá laborantka opakovala stanovení pětkrát. Vyšetřete, zda má laborantka vliv na stanovenou koncentraci molybdenu a zda je mezi laborantkami statisticky významný rozdíl.

Data:

ANALÝZA ROZPTYLU

Jednofaktorová analýza rozptylu s pevnými efekty

Název: Anova - demo data

V S T U P

(1) DATA A PODMÍNKY:

Hladina významnosti alfa : 0.050
Transformace : Ne
Počet úrovní faktoru A, k : 3
Total size $n = n[1] + n[2] + \dots + n[k]$: 15

(2) OPAKOVANÍ POZOROVÁNÍ NA RÚZNÝCH ÚROVNÍCH FAKTORU A:

úrovně efektu A

Velikost $n[1] = 5$ $n[2] = 5$ $n[3] = 5$

Opakování	laborantky		
	A	B	C
1	5.6730E+01	5.5850E+01	5.4710E+01
2	5.6670E+01	5.5630E+01	5.4440E+01
3	5.6420E+01	5.5600E+01	5.5020E+01
4	5.6880E+01	5.5420E+01	5.5120E+01
5	5.6180E+01	5.5650E+01	5.4960E+01

V Ý S T U P

(1) PRŮMĚRY A EFEKTY ÚROVNÍ :

Celkový průměr = 5.5685E+01

Reziduální rozptyl = 5.8460E-02

úroveň	Průměr	Efekt	Hii
1	5.6576E+01	8.9067E-01	2.0000E-01
2	5.5630E+01	-5.5333E-02	2.0000E-01
3	5.4850E+01	-8.3533E-01	2.0000E-01

(2) DETEKCE VLIVNÝCH BODŮ, (Vybočující a odlehlé body)

Odlehlé Vybočující
žádné žádné

(3) TABULKA ANOVA:

H_0 : Efekty faktoru A jsou nulové, H_A : ... nejsou nulové

Kvantil $F(1-\alpha, k-1, n-k) = 3.885$

Zdroj rozptylu	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr H_0 je	Spočtena hlad.výz.
Mezi úrovněmi	$k-1 = 2$	7.4707E+00	3.7353E+00	63.895	Zamítnuta	0.000
Rezidua	$n-k = 12$	7.0152E-01	5.8460E-02			
Celkový	$n-1 = 14$	8.1722E+00	5.8373E-01			

(4) VÍCENÁSOBNÉ POROVNÁNÍ (Sheffeho procedura):

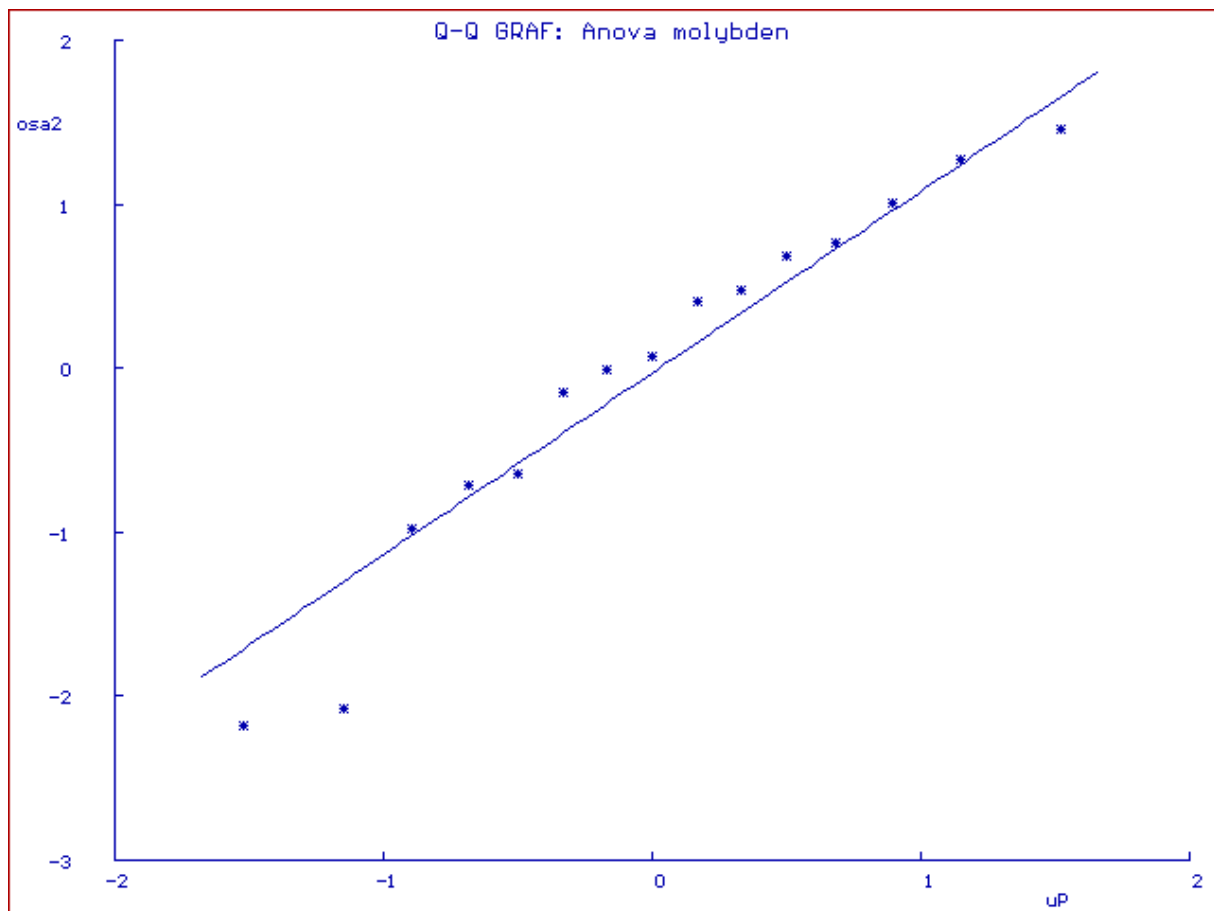
Hypotéza H_0	Průměrný párový rozdíl	Meze konfidenčního intervalu		Závěr H_0
		dolní	horní	
$P1 = P2$	0.946	0.520	1.372	Zamítnuta
$P1 = P3$	1.726	1.300	2.152	Zamítnuta
$P2 = P3$	0.780	0.354	1.206	Zamítnuta

(5) ZKOUŠKA TRANSFORMACE:

Korelační koeficient, $R = 0.068$

(Pokud je R blízké, nule není transformace nutná.)

Q-Q graf:



Závěr: Podle Q-Q grafu je patrné, že můžeme přijmout předpoklad normality. Jelikož korelační koeficient je blízký nule ($R = 0,068$), nemá smysl použít logaritmickou transformaci. Testovací kritérium je rovno 63,895. Jelikož je toto kritérium vyšší než kvantil $F(1-\alpha, k-1, n-k) = 3.885$, je nutno hypotézu H_0 zamítnout. To znamená, že jednotlivé laborantky mají vliv na stanovení molybdenu. Vícenásobným porovnáním bylo zjištěno, že statisticky významný rozdíl je mezi všemi třemi laborantkami.

Příklad 2: Dvojrozměrná ANOVA bez opakování

Zadání: Stanovení molybdenu v oxidu molybdenovém prováděly čtyři laborantky (faktor B) vždy dvěma metodami -metodou gravimetrickou a metotodou rentgenové fluorescenční spektrometrie. Ověřte, zda na stanovení molybdenu má vliv metoda (faktor A) nebo laborantka.

DATA A PODMÍNKY:

Hladina významnosti alfa : 0.050
 Transformace : Ne
 Metoda analýzy : Nejmenší čtverce

Tabulkač.1: Koncentrace Mo ve vzorku [%]

	úrovně faktoru B (metoda)	
úrovně faktoru A (laborantka)	1	2
1	5.5690E+01	5.5130E+01
2	5.6730E+01	5.5060E+01
3	5.4960E+01	5.4700E+01
4	5.5020E+01	5.5820E+01

Řešení:

Program ADSTAT: analýza rozptylu – ANOVA # 2P

(1) PRŮMĚRY A ÚROVNĚ EFEKTŮ

Celkový průměr = 5.5389E+01

Reziduální rozptyl = 7.7402E-01

FAKTOR A:			FAKTOR B:		
úroveň	průměr	efekt	úroveň	průměr	efekt
1	5.5410E+01	2.1250E-02	1	5.5600E+01	2.1125E-01
2	5.5895E+01	5.0625E-01	2	5.5178E+01	-2.1125E-01
3	5.4830E+01	-5.5875E-01			
4	5.5420E+01	3.1250E-02			

Tukeyho C = 2.8534E+00

(2) TABULKA ANOVA PRO MODEL S TUKEYHO INTERAKCÍ

H_0 : Efekty faktoru A jsou nulové, H_A : ... nejsou nulové

Kvantil $F(1-\alpha, n-1, mn-m-n) = 19.164$

H_0 : Efekty faktoru B jsou nulové, H_A : ... nejsou nulové

Kvantil $F(1-\alpha, m-1, mn-m-n) = 18.513$

H_0 : Interakce I je nulové, H_A : ... není nulová

Kvantil $F(1-\alpha, 1, mn-m-n) = 18.513$

(Zde I znamená efekt Tukeyho interakce.)

Zdroj rozptylu	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr H_0 je	Spočtena hlad.výz.
Mezi úrovněmi A	$n-1 = 3$	1.1398E+00	3.7995E-01	0.491	Akceptována	0.724
Mezi úrovněmi B	$m-1 = 1$	3.5701E-01	3.5701E-01	0.461	Akceptována	0.567
Interakce	1	4.1414E-01	4.1414E-01	0.535	Akceptována	0.541
Rezidua	$mn-m-n = 2$	1.5480E+00	7.7402E-01			
Celkový	$mn-1 = 7$	3.0449E+00	4.3498E-01			

(3) TRANSFORMACE:

Odhad mocninné transformace : -1.5704E+02

Rozptyl odhadu transformace : 3.1122E+04

Akceptovatelný interval : (-3.3346E+02, 1.9370E+01)

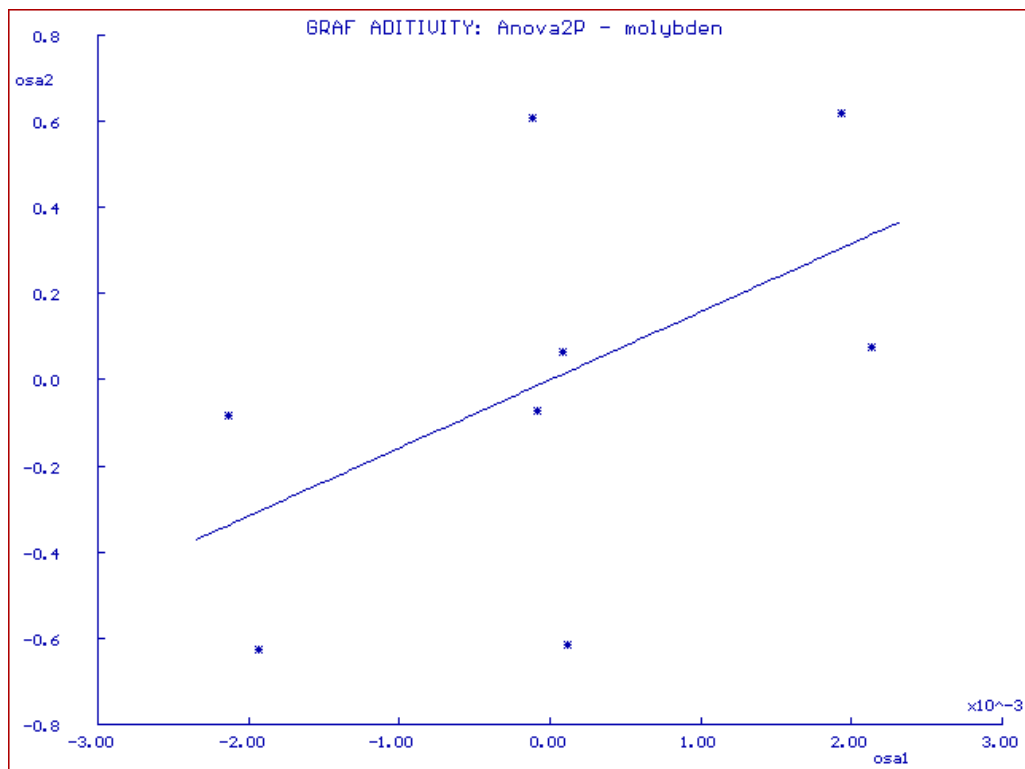
Závěr: Testovací kritérium pro faktor A je rovno 0,491. Protože je toto kritérium menší než Kvantil $F(1-\alpha, n-1, mn-m-n) = 19.164$ je hypotéza H_0 přijata, což znamená, že faktor A (laborantky) je nevýznamný.

Testovací kritérium mezi úrovněmi faktoru B je rovno 0,461. Protože je toto kritérium menší než Kvantil $F(1-\alpha, n-1, mn-m-n) = 18,513$ je hypotéza H_0 přijata, což vypovídá o nevýznamnosti faktoru B.

Testovací kritérium pro interakci je rovno 0,535 . Toto kritérium je menší než Kvantil $F(1-\alpha, 1, mn-m-n) = 18.513$ a proto je interakce nevýznamná.

Akceptovatelný interval obsahuje +1 a proto není nutno provádět transformaci. Bylo prokázáno, že na stanovení molybdenu v kontrolním vzorku nemá statisticky významný vliv ani laborantka, ani použitá metoda.

Obrázek č.1: Graf aditivity



Obrázek č.2: Q-Q graf

