

**UNIVERZITA PARDUBICE**

**Fakulta chemicko-technologická**

**Katedra analytické chemie**

**Nám. Čs. Legií 565, 532 10 Pardubice**

**10. licenční studium chemometrie**

**STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT**

**Semestrální práce**

**ANALÝZA ROZPTYLU  
(ANOVA)**

**2004/2005**

Vedoucí studia a odborný garant:  
**Prof. RNDr. Milan Meloun, DrSc.**

Vyučující:  
**Prof. RNDr. Milan Meloun, DrSc.**

Autor práce:  
**Ing. Zdeňka Dluhošová**

## OBSAH

<b>ÚLOHA 1.: JEDNOROZMĚRNÁ ANOVA.....</b>	<b>3</b>
<b>Zadání .....</b>	<b>3</b>
Data .....	3
Užitý program .....	3
Řešení.....	3
1. Průměry a efekty průměrů .....	3
2. Tabulka ANOVA.....	4
3. Vícenásobné porovnání Schéffého metodou .....	4
4. Zkouška transformace.....	4
5. Grafy.....	5
<b>Závěr úlohy 1.....</b>	<b>6</b>
<b>ÚLOHA 2.: DVOJROZMĚRNÁ ANOVA BEZ OPAKOVÁNÍ.....</b>	<b>7</b>
<b>Zadání .....</b>	<b>7</b>
Data .....	7
Užitý program .....	7
Řešení.....	7
1. Průměry a efekty průměrů .....	7
2. Tabulka ANOVA pro model s Tukeyho interakcí.....	8
3. Transformace .....	8
4. Grafy.....	9
<b>Závěr úlohy 2.....</b>	<b>9</b>
<b>ÚLOHA 3.: DVOJROZMĚRNÁ ANOVA S OPAKOVÁNÍM .....</b>	<b>10</b>
<b>Zadání .....</b>	<b>10</b>
Data .....	10
Užitý program .....	10
Řešení.....	10
1. PŘED TRANSFORMACÍ.....	10
1.1 Průměry a efekty průměrů .....	10
1.2 Tabulka ANOVA pro model s interakcemi faktor A a B .....	11
1.3 Zkouška transformace.....	11
1.4 Grafy.....	12
2. PO TRANSFORMACI.....	13
2.1 Průměry a efekty průměrů .....	13
2.2 Tabulka ANOVA pro model s interakcemi faktor A a B .....	13
2.3 Zkouška transformace.....	14
2.4 Grafy.....	14
<b>Závěr úlohy 3.....</b>	<b>15</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>16</b>

## Úloha 1.: Jednorozměrná Anova

### **Zadání**

Tři analytičtí chemici provedli porovnávací měření stanovení obsahu 1-hydroxypyrenu ve smíšeném vzorku moče pracovníků exponovaných PAU. Vyšetřete, zda všichni chemici A až C (faktor A) dospěli ke stejnému výsledku.

### **Data**

Obsah 1-hydroxypyrenu v moči [ $\mu\text{g.l}^{-1}$ ]:

Opakování	Chemici		
	A	B	C
1	14,1	18,0	16,0
2	16,9	16,9	15,3
3	16,6	20,4	13,8
4	15,3	19,6	14,0
5	15,4	17,4	16,0
6	16,5	18,6	15,5
7	13,9	19,2	17,2
8	15,8	18,7	15,7
9	17,1	19,3	14,7
10	14,6	17,9	16,2

### **Užitý program**

ADSTAT: Analýza rozptylu: ANOVA #1

### **Řešení**

#### Data a podmínky:

Hladina významnosti alfa : 0.050  
 Transformace : Ne  
 Počet úrovní faktoru A, k : 3  
 Total size  $n = n [1] + n [2] + n [3]$  : 30

#### **1. Průměry a efekty průměrů**

Je proveden výpočet parametrů sloupcových průměrů  $\mu_i$ , celkového průměru  $\mu$ , sloupcových efektů  $\alpha_i$ , reziduálního rozptylu a diagonálních prvků  $H_{ii}$  projekční matice H.

Úroveň	Průměr	Efekt	$H_{ii}$
1	15.62	-0.93333	0.10000
2	18.60	2.0467	0.10000
3	15.44	-1.1133	0.10000

Celkový průměr : 16.55  
 Reziduální rozptyl : 1.187

**10. LICENČNÍ STUDIUM CHEMOMETRIE: STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT**  
**Analýza rozptylu (ANOVA)**

Semestrální práce

2004/2005

**Detekce vlivných bodů (Vybočující a odlehlé body):**

Vybočující : Žádné

Odlehlé : Žádné

**2. Tabulka ANOVA**

Je sestavena tabulka ANOVA a proveden F-test významnosti faktoru A.

Hypotézy :  $H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové.

$H_A$ : Efekty faktoru A nejsou nulové

Kvantil  $F(1-\alpha, k-1, n-k)$  : 3.354

Zdroj rozptylu	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr $H_0$ je	Spočtená hlad. výz.
Mezi úrovněmi	$k - 1 = 2$	62.995	31.497	26.543	Zamítnuta	0.000
Rezidua	$n - k = 27$	32.040	1.1867			
Celkový	$n - 1 = 29$	95.035	3.2771			

**Závěr:** Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 26.543$  nabývá vyšší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(3-1, 30-3) = 3.354$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové zamítnuta a faktor A je statisticky významný.

**3. Vícenásobné porovnání Schéffeho metodou**

Jsou testovány lineární kontrasty pro zadané kombinace úrovní,  $H_0: \mu_i - \mu_j = 0$ , Schéffeho metodou mnohonásobného porovnávání.

Hypotéza $H_0$	Průměrný párový rozdíl	Meze konfidenčního intervalu		Závěr
		dolní	horní	
$P_1 = P_2$	-2.980	-4.242	-1.718	Zamítnuta
$P_1 = P_3$	0.180	-1.082	1.442	Akceptována
$P_2 = P_3$	3.160	1.898	4.422	Zamítnuta

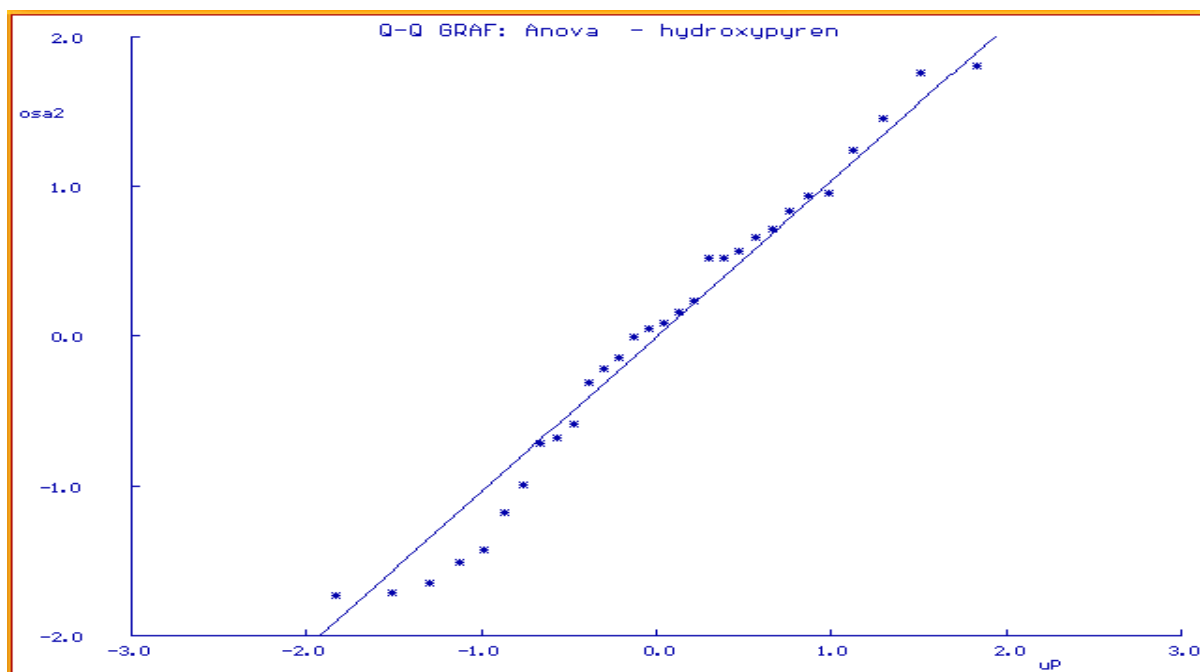
**Závěr:** Dvě dvojice úrovní faktoru A, a to  $P_1 = P_2$  a  $P_2 = P_3$  vycházejí odlišně od třetí dvojice  $P_1 = P_3$ . Nulová hypotéza  $H_0$  je pro tyto dvě dvojice zamítnuta, což značí nerovnost výsledků. O zamítnutí nulové hypotézy  $H_0$  vypovídají i jejich konfidenční intervaly, které neobsahují nulu.

**4. Zkouška transformace**

Korelační koeficient R má hodnotu -0.217, což je hodnota blízká nule a tudíž není potřeba transformace dat.

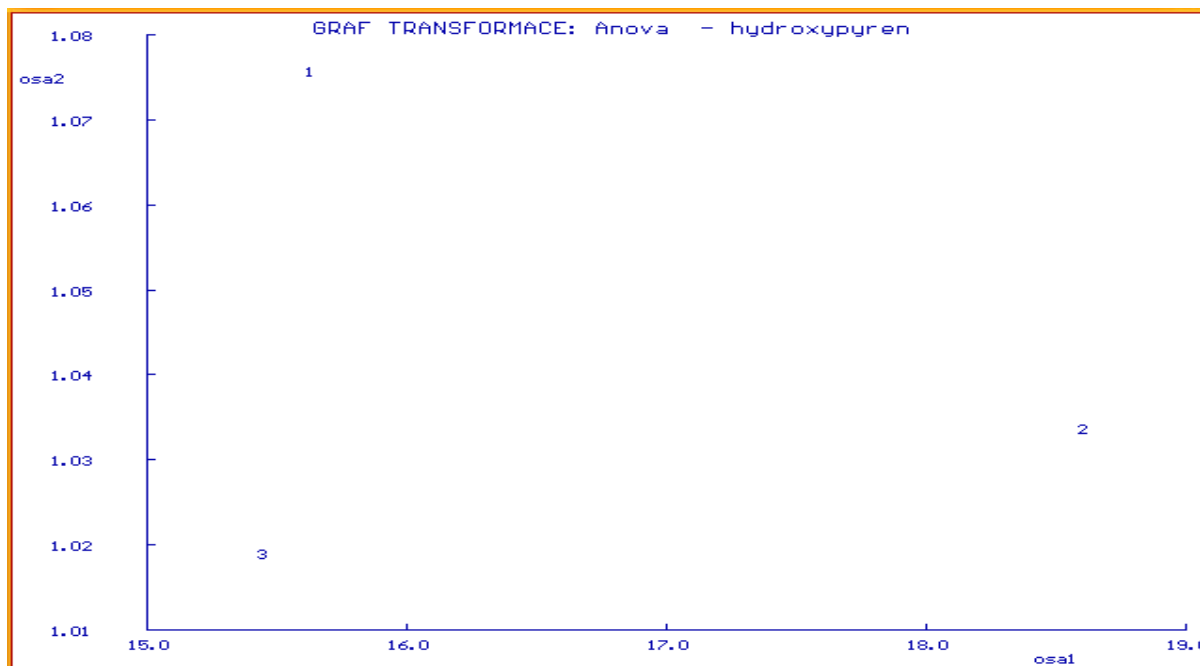
## 5. Grafy

### Q-Q graf



Q-Q graf umožňuje porovnání rozdělení výběru s rozdělením normálním. Jelikož většina bodů splňuje lineární závislost, lze předpoklad normality přijmout.

### Graf transformace



Body nelze proložit přímkou, transformace není nutná.

### **Závěr úlohy 1.**

Dle tabulky ANOVA byla nulová hypotéza  $H_0$  (Efekty faktoru A jsou nulové) zamítnuta, tzn. faktor A je statisticky významný – analytičtí chemici mají vliv na výsledek analýzy umělé moče. Výsledky vícenásobného porovnání Schéffeho procedurou ukazují na statisticky významný rozdíl mezi chemiky A a B, B a C.

Dále byl ověřen předpoklad o normalitě dat. Pokud by data ve sloupcích neměla normální rozdělení, musela by být provedena transformace dat. Zkouškou transformace byl vypočten korelační koeficient  $R = -0.217$ . Tato hodnota se blíží nule, proto není nutná transformace dat. Na základě posouzení Q-Q grafu lze předpoklad normálního rozdělení dat přijmout, transformace není nutná ani dle grafu transformace.

**Na základě výše uvedených výsledků analýzy rozptylu lze konstatovat, že chemici nedospěli ke stejným výsledkům. Chemik B dospěl k jiným výsledkům než chemici A a C.**

## Úloha 2.: Dvojrozměrná ANOVA bez opakování

### Zadání

V rámci monitoringu ovzduší byl v průběhu 6 měsíců sledován obsah oxidů dusíku na různých místech ostravského regionu. Rozhodněte, zda je významný vliv místa (faktor A) a měsíce (faktor B) na obsahu oxidů dusíku v ovzduší.

### Data

Průměrné měsíční koncentrace oxidů dusíku [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] na 5 místech A1 až A5 v průběhu 6 měsíců :

Místa	B1 (leden)	B2 (únor)	B3 (březen)	B4 (duben)	B5 (květen)	B6 (červen)
A1	76	123	99	47	13	11
A2	43	102	58	26	11	10
A3	62	113	51	34	14	9
A4	28	48	30	19	21	10
A5	11	19	27	16	9	11

### Užitý program

ADSTAT: Analýza rozptylu: ANOVA #2P

### Řešení

#### Data a podmínky:

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

### 1. Průměry a efekty průměrů

Je proveden výpočet parametrů: sloupcové a řádkové průměry, řádkové efekty  $\alpha_i$ , sloupcové efekty  $\beta_j$  celkový průměr, reziduální rozptyl a Tukeyho konstanta.

<i>Faktor A</i>			<i>Faktor B</i>		
<i>Úroveň</i>	<i>Průměr</i>	<i>Efekt</i>	<i>Úroveň</i>	<i>Průměr</i>	<i>Efekt</i>
1	63.2	21.733	1	44.0	2.5667
2	41.7	0.23333	2	81.0	39.567
3	47.2	5.7333	3	53.0	11.567
4	26.0	-15.433	4	28.4	-13.033
5	29.2	-12.267	5	32.0	-9.4333
				10.2	-31.233

Celkový průměr : 41.4  
 Reziduální rozptyl : 732.6  
 Tukeyho konstanta C : 0.04827

# 10. LICENČNÍ STUDIUM CHEMOMETRIE: STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

## Analýza rozptylu (ANOVA)

Semestrální práce

2004/2005

### 2. Tabulka ANOVA pro model s Tukeyho interakcí

Je sestavena tabulka ANOVA a provedeny F-testy významnosti faktorů A, B a AB.

#### Hypotézy:

$H_0$ :Efekty faktoru A jsou nulové, $H_A$ :...nejsou nulové.      Kvantil  $F(1-\alpha, n-1, mn-m-n)$ : 2.895  
 $H_0$ :Efekty faktoru B jsou nulové, $H_A$ :...nejsou nulové.      Kvantil  $F(1-\alpha, m-1, mn-m-n)$ : 2.740  
 $H_0$ :Interakce I je nulová, $H_A$ :...není nulová                      Kvantil  $F(1-\alpha, 1, mn-m-n)$ : 4.381  
 (Zde I znamená efekt Tukeyho interakce)

Zdroj rozptylu	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr $H_0$ je	Spočtená hlad. výz.
Mezi úrovněmi A	$n-1=4$	5363.5	1340.9	1.830	Akceptována	0.165
Mezi úrovněmi B	$m-1=5$	14701	2940.3	4.014	Zamítnuta	0.012
Interakce	1	5048.7	5048.7	6.892	Zamítnuta	0.017
Rezidua	$mn-m-n=19$	13918	732.55			
Celkový	$Mn-1=29$	33983	1171.8			

#### **Závěr:**

a) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 1.830$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(5-1, 19) = 2.895$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové přijata a faktor A je statisticky nevýznamný.

b) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 4.014$  nabývá vyšší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(6-1, 19) = 2.740$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru B jsou nulové zamítnuta a faktor B je statisticky významný.

c) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 6.892$  nabývá vyšší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(1, 19) = 4.381$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Interakce I je nulová zamítnuta a interakce faktor A a B je statisticky významná.

### 3. Transformace

Odhad mocninné transformace                      : -0.81592  
 Rozptyl odhadu transformace                      : 0.45454  
 Akceptovatelný interval                              : (-1.4901, -0.14172)

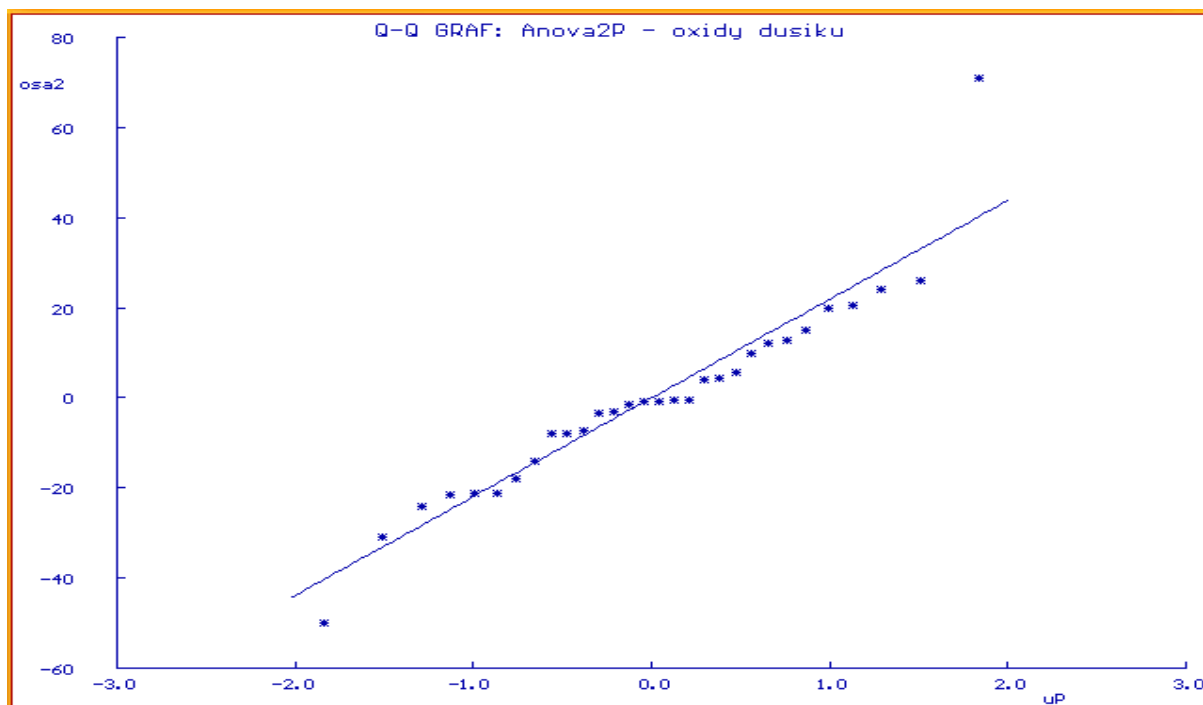
#### **Závěr:**

Jelikož odhad mocninné transformace -0.81592 leží v akceptovatelném intervalu (-1.4901, -0.14172), není třeba data transformovat mocninnou nebo logaritmickou transformací.



## 4. Grafy

### Q-Q graf



Q-Q graf umožňuje porovnání rozdělení výběru s rozdělením normálním. Jelikož většina bodů splňuje lineární závislost, lze předpoklad normality přijmout. Vizuálně jsou ale indikovány 2 odlehlé body. V symetrickém rozdělení dat mohou být považovány za odlehlé.

### Závěr úlohy 2.

Dle tabulky ANOVA byla nulová hypotéza  $H_0$  (Efekty faktoru A jsou nulové) přijata, tzn. faktor A je statisticky nevýznamný – místo nemá vliv na obsah oxidů dusíku v ovzduší.

Dle tabulky ANOVA byla nulová hypotéza  $H_0$  (Efekty faktoru B jsou nulové) zamítnuta, tzn. faktor B je statisticky významný – měsíc má vliv na obsah oxidů dusíku v ovzduší.

Dle tabulky ANOVA byla nulová hypotéza  $H_0$  (Interakce I je nulová) zamítnuta, tzn. interakce faktor A a B je statisticky významný.

Dále byl ověřen předpoklad o normalitě dat. Pokud by data ve sloupcích neměla normální rozdělení, musela by být provedena transformace dat. Zkouškou transformace byl vypočten odhad mocninné transformace = -0.81592. Tato hodnota leží v akceptovatelném intervalu (-1.4901, -0.14172), proto není nutná transformace dat. Normální rozdělení dat lze přijmout i na základě posouzení Q-Q grafu.

**Na základě výše uvedených výsledků analýzy rozptylu lze konstatovat, že místa v ostravském regionu nemají vliv na obsah oxidů dusíku v ovzduší, zatímco měsíc na obsah oxidů dusíku v ovzduší vliv má. Efekt interakce mezi místem a měsícem je významný.**

## Úloha 3.: Dvojrozměrná ANOVA s opakováním

### Zadání

Při zavádění nové metody stanovení chloritanů ve vodě byl ověřován vliv zbytkového chlordioxidu, který se používá k dezinfekci vody, a vliv lidského faktoru. Vzorky byly upravovány 2 technikami (faktor A) a analyzovány metodou iontové chromatografie 2 laborantkami (faktor B). Polovina vzorků byla analyzována bez úpravy, u druhé poloviny vzorků byl zbytkový chlordioxid odstraněn probubláváním heliem. Každá laborantka provedla 3 opakovaná stanovení. Rozhodněte, zda použitá technika úpravy vzorků (faktor A) či laborantky (faktor B) mají vliv na stanovení obsahu chloritanů ve vodě.

### Data

Obsah chloritanů [ $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ] určené 2 technikami úpravy vzorků a 2 laborantkami.

Technika úpravy vzorků	B1 (Laborantka 1)	B2 (Laborantka 2)
A1 (bez úpravy)	0.364	0.356
	0.299	0.322
	0.329	0.337
A2 (odstranění $\text{ClO}_2$ )	0.352	0.342
	0.307	0.313
	0.342	0.348

### Užitý program

ADSTAT: Analýza rozptylu: ANOVA #2B

### Řešení

#### 1. PŘED TRANSFORMACÍ

##### Data a podmínky:

Hladina významnosti alfa	: 0.050
Transformace	: Ne
Počet úrovní A, n	: 2
Počet úrovní B, m	: 2
Počet opakování v jedné buňce o	: 3

#### 1.1 Průměry a efekty průměrů

Je proveden výpočet parametrů: sloupcové a řádkové průměry, řádkové efekty  $\alpha_i$ , sloupcové efekty  $\beta_j$  celkový průměr a reziduální rozptyl.

Faktor A			Faktor B		
Úroveň	Průměr	Efekt	Úroveň	Průměr	Efekt
1	0.3345	0.00025	1	0.3322	-0.00208
2	0.3340	-0.00025	2	0.3363	0.00208

Celkový průměr	: 0.3343
Reziduální rozptyl	: 0.00056

# 10. LICENČNÍ STUDIUM CHEMOMETRIE: STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

## Analýza rozptylu (ANOVA)

Semestrální práce

2004/2005

### 1.2 Tabulka ANOVA pro model s interakcemi faktor A a B

Je sestavena tabulka ANOVA a provedeny F-testy významnosti faktorů A, B a AB.

#### Hypotézy:

$H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové,  $H_A$ :...nejsou nulové.      Kvantil  $F(1-\alpha, n-1, mn(o-1))$ : 5.318  
 $H_0$ : Efekty faktoru B jsou nulové,  $H_A$ :...nejsou nulové.      Kvantil  $F(1-\alpha, m-1, mn(o-1))$ : 5.318  
 $H_0$ : Interakce I je nulová,  $H_A$ :...není nulová                      Kvantil  $F(1-\alpha, (n-1), (m-1), nm(o-1))$ : 5.318

(Zde I znamená efekty interakcí A a B dohromady)

Zdroj rozptylu	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testovací kritérium	Závěr $H_0$ je	Spočtená hlad. výz.
Mezi úrovněmi A	n-1=1	7.5000E-07	7.5000E-07	0.001	Akceptována	0.972
Mezi úrovněmi B	m-1=1	5.2083E-05	5.2083E-05	0.092	Akceptována	0.769
Interakce	(n-1)(m-1)=1	3.6750E-05	3.6750E-05	0.065	Akceptována	0.805
Rezidua	mn(o-1)=8	4.5147E-03	5.6433E-04			
Celkový	mno-1=11	4.6042E-03	4.1857E-04			

#### **Závěr:**

a) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 0.001$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(2-1, 8) = 5.318$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové přijata a faktor A je statisticky nevýznamný.

b) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 0.092$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(2-1, 8) = 5.318$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru B jsou nulové přijata a faktor B je statisticky nevýznamný.

c) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 0.065$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(2-1, 2-1, 8) = 5.318$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Interakce I je nulová přijata a interakce faktor A a B je statisticky nevýznamná.

### 1.3 Zkouška transformace

Korelační koeficient R: -0.900

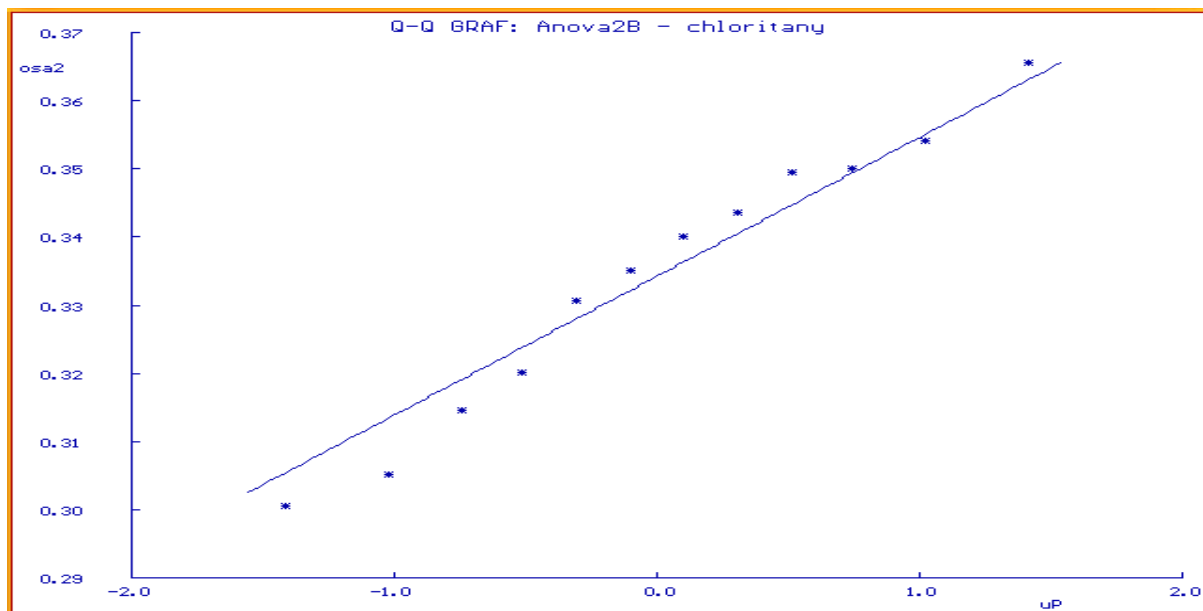
(Pokud je R blízké nule, není transformace nutná).

#### **Závěr:**

Korelační koeficient R má hodnotu -0.900, což není hodnota blízká nule. Pokusíme se o zlepšení rozdělení dat použitím logaritmické transformace.

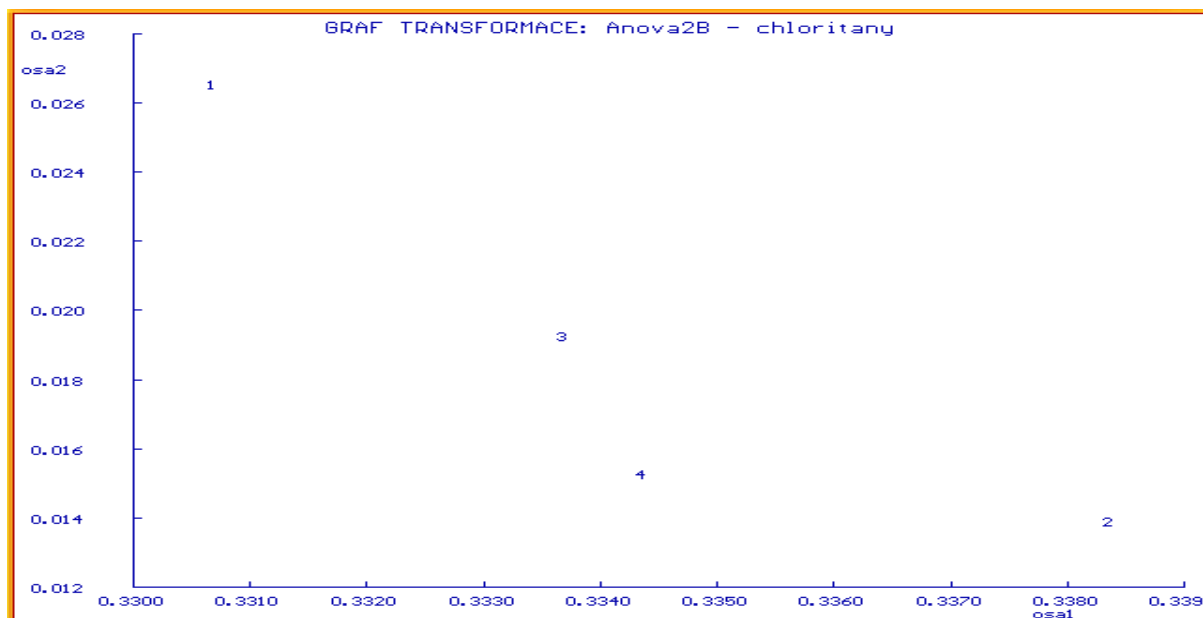
## 1.4 Grafy

### Q-Q graf



Q-Q graf umožňuje porovnání rozdělení výběru s rozdělením normálním. Jelikož většina bodů splňuje lineární závislost, lze přijmout předpoklad normality.

### Graf transformace



Z grafu transformace vyplývá, že body nelze proložit přímkou. Přímkou lze přibližně proložit body 1-3, 4. bod je od přímky vzdálen. Transformace by neměla být nutná.

# 10. LICENČNÍ STUDIUM CHEMOMETRIE: STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

## Analýza rozptylu (ANOVA)

Semestrální práce

2004/2005

### 2. PO TRANSFORMACI

#### Data a podmínky:

Hladina významnosti alfa : 0.050  
 Transformace : Logaritmická  
 Počet úrovní A, n : 2  
 Počet úrovní B, m : 2  
 Počet opakování v jedné buňce o : 3

#### 2.1 Průměry a efekty průměrů

Je proveden výpočet parametrů: sloupcové a řádkové průměry, řádkové efekty  $\alpha_i$ , sloupcové efekty  $\beta_j$  celkový průměr a reziduální rozptyl.

<i>Faktor A</i>			<i>Faktor B</i>		
<i>Úroveň</i>	<i>Průměr</i>	<i>Efekt</i>	<i>Úroveň</i>	<i>Průměr</i>	<i>Efekt</i>
1	-1.0972	0.000392	1	-1.1046	-0.00698
2	-1.0980	-0.000392	2	-1.0906	0.00698

Celkový průměr : -1.0976  
 Reziduální rozptyl : 0.00516

#### 2.2 Tabulka ANOVA pro model s interakcemi faktor A a B

Je sestavena tabulka ANOVA a provedeny F-testy významnosti faktorů A, B a AB.

#### Hypotézy:

$H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové,  $H_A$ :...nejsou nulové. Kvantil  $F(1-\alpha, n-1, mn(o-1))$ : 5.318  
 $H_0$ : Efekty faktoru B jsou nulové,  $H_A$ :...nejsou nulové. Kvantil  $F(1-\alpha, m-1, mn(o-1))$ : 5.318  
 $H_0$ : Interakce I je nulová,  $H_A$ :...není nulová Kvantil  $F(1-\alpha, (n-1), (m-1), nm(o-1))$ : 5.318

(Zde I znamená efekty interakcí A a B dohromady)

<i>Zdroj rozptylu</i>	<i>Stupně volnosti</i>	<i>Součet čtverců</i>	<i>Průměrný čtverec</i>	<i>Testovací kritérium</i>	<i>Závěr <math>H_0</math> je</i>	<i>Spočtená hlad. výz.</i>
<i>Mezi úrovněmi A</i>	n-1=1	1.8521E-06	1.8521E-06	0.000	Akceptována	0.985
<i>Mezi úrovněmi B</i>	m-1=1	5.8572E-04	5.8572E-04	0.114	Akceptována	0.745
<i>Interakce</i>	(n-1)(m-1)=1	3.8515E-04	3.8515E-04	0.075	Akceptována	0.792
<i>Rezidua</i>	mn(o-1)=8	4.1267E-02	5.1584E-03			
<i>Celkový</i>	mno-1=11	4.2240E-02	3.8400E-03			

#### Závěr:

**a)** Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 0.000$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(2-1, 8) = 5.318$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru A jsou nulové přijata a faktor A je statisticky nevýznamný.

**b)** Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 0.114$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(2-1, 8) = 5.318$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Efekty faktoru B jsou nulové přijata a faktor B je statisticky nevýznamný.

c) Jelikož Fischerovo-Snedecorovo testační kritérium  $F_e = 0.075$  nabývá nižší hodnoty než kvantil  $F_{1-0.05}(2-1, 2-1, 8) = 5.318$ , je nulová hypotéza  $H_0$ : Interakce I je nulová přijata a interakce faktor A a B je statisticky nevýznamná.

### 2.3 Zkouška transformace

Korelační koeficient R: -0.932

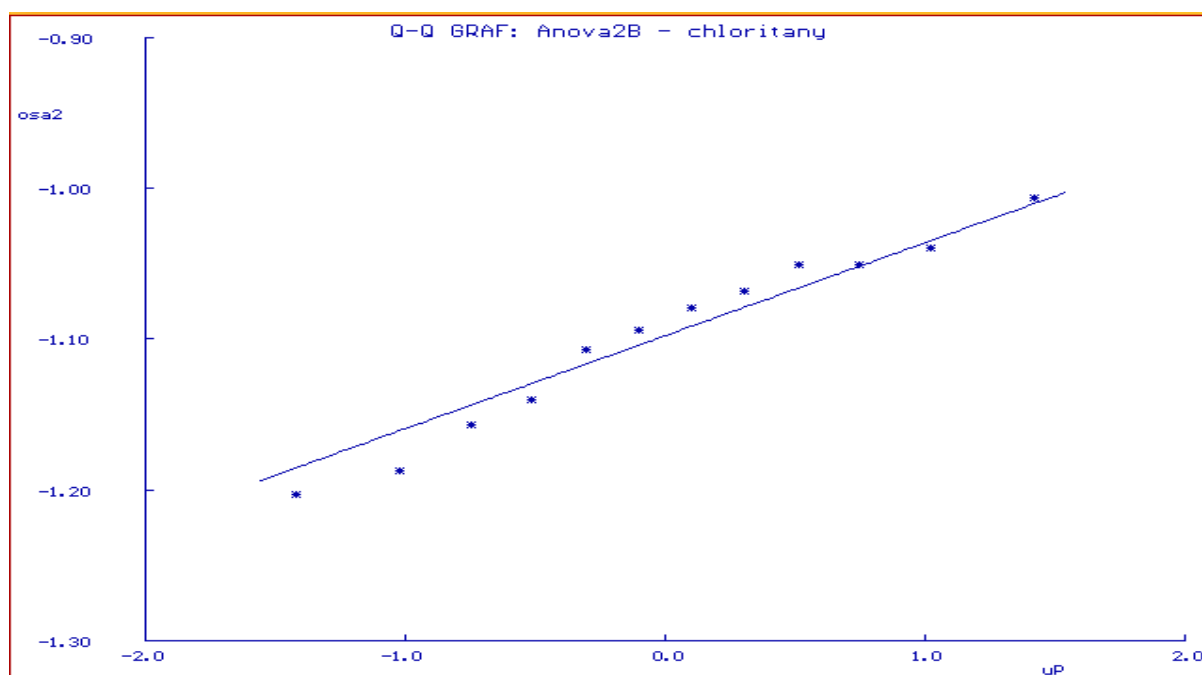
(Pokud je R blízké nule, není transformace nutná).

#### Závěr:

Korelační koeficient R má hodnotu -0.932, transformace nevedla ke snížení korelačního koeficientu. Nedošlo k přiblížení rozdělení dat k rozdělení normálnímu. Transformace se neprojevila statisticky významně.

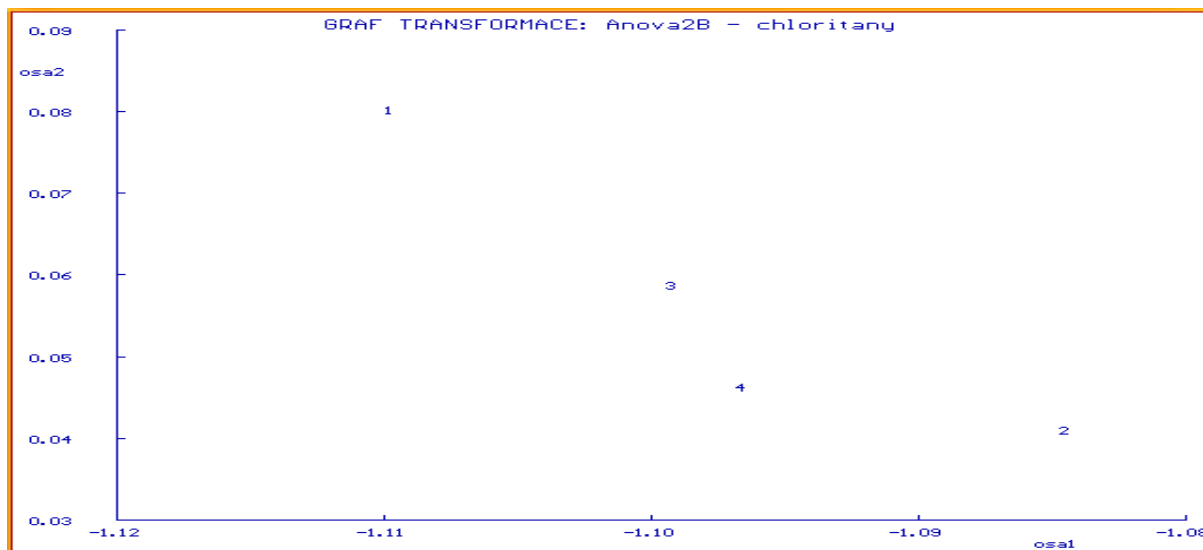
### 2.4 Grafy

#### Q-Q graf



Q-Q graf umožňuje porovnání rozdělení výběru s rozdělením normálním. Jelikož většina bodů splňuje lineární závislost, lze předpoklad normality přijmout.

### Graf transformace



Z grafu transformace vyplývá, že body opět nelze proložit přímkou. Transformace dat nevedla k přílišnému zlepšení postavení bodů v grafu.

### Závěr úlohy 3.

Dle tabulky ANOVA před i po transformaci dat byla nulová hypotéza  $H_0$  (Efekty faktoru A jsou nulové) přijata, tzn. faktor A je statisticky nevýznamný – laborantky nemají vliv na obsah chloritanů ve vodě.

Dle tabulky ANOVA před i po transformaci dat byla nulová hypotéza  $H_0$  (Efekty faktoru B jsou nulové) přijata, tzn. faktor B je statisticky nevýznamný – technika úpravy vzorků nemá vliv na obsah chloritanů ve vodě.

Dle tabulky ANOVA před i po transformaci dat byla nulová hypotéza  $H_0$  (Interakce I je nulová) přijata, tzn. interakce faktor A a B je statisticky nevýznamný.

Dále byl ověřen předpoklad o normalitě dat. Zkouškou transformace byl vypočten korelační koeficient = -0.900, což je hodnota, která není blízká nule a tudíž byla provedena transformace dat. Po provedení logaritmické transformace byl korelační koeficient = -0.932. Transformací se tedy nezlepšilo rozdělení dat ve smyslu přiblížení rozdělení dat k rozdělení normálnímu. Vysoký korelační koeficient je zřejmě zapříčiněn tím, že analýza rozptylu byla provedena na malém počtu úrovní a opakování, proto není možné brát výsledky zkoušky transformace za dostatečně věrohodné.

Q-Q grafy vykazovaly normální rozdělení dat. Grafy transformace nepoukazovaly na nutnost transformace dat.

**Na základě výše uvedených výsledků analýzy rozptylu lze konstatovat, že laborantky a techniky úpravy vzorků nemají vliv na obsah chloritanů ve vodě. Před analýzou vzorků iontovou chromatografií není potřeba upravovat vzorky z důvodu odstranění zbytkového chlordioxidu.**

## Použitá literatura

1. Meloun M., Militký J.: Kompendium statistického zpracování dat, Academia, Praha, 2002
2. Kupka K.: Statistické řízení jakosti, TriloByte, Pardubice, 1997