

# **P**lánování **P**řemyslových **E**xperimentů

Část 3. Vícefaktorové experimenty

# Plánování Průmyslových Experimentů

## Část 3. Vícefaktorové experimenty

- uvažujeme vliv  $r > 2$  hlavních faktorů

# Plánování Průmyslových Experimentů

## Část 3. Vícefaktorové experimenty

- uvažujeme vliv  $r > 2$  hlavních faktorů
- faktor  $i$  může mít  $k_i$  úrovní,  $i = 1, \dots, r$ , to jest celkem  $k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_r$  kombinací (ošetření)

# Plánování Průmyslových Experimentů

## Část 3. Vícefaktorové experimenty

- uvažujeme vliv  $r > 2$  hlavních faktorů
- faktor  $i$  může mít  $k_i$  úrovní,  $i = 1, \dots, r$ , to jest celkem  $k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_r$  kombinací (ošetření)
- pro každou kombinaci úrovní faktorů provedeme  $n$  měření (replikací)

# Plánování Průmyslových Experimentů

## Část 3. Vícefaktorové experimenty

- uvažujeme vliv  $r > 2$  hlavních faktorů
- faktor  $i$  může mít  $k_i$  úrovní,  $i = 1, \dots, r$ , to jest celkem  $k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_r$  kombinací (ošetření)
- pro každou kombinaci úrovní faktorů provedeme  $n$  měření (replikací)
- musíme provést  $k \cdot n$  měření, která můžeme rozdělit do bloků podle dalšího (vedlejšího) faktoru

# Plánování Průmyslových Experimentů

## Část 3. Vícefaktorové experimenty

- uvažujeme vliv  $r > 2$  hlavních faktorů
- faktor  $i$  může mít  $k_i$  úrovní,  $i = 1, \dots, r$ , to jest celkem  $k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_r$  kombinací (ošetření)
- pro každou kombinaci úrovní faktorů provedeme  $n$  měření (replikací)
- musíme provést  $k \times n$  měření, která můžeme rozdělit do bloků podle dalšího (vedlejšího) faktoru
- provádíme znáhodnění pořadí měření (bude přes celý experiment nebo pouze uvnitř bloků)

# Plánování Průmyslových Experimentů

## Část 3. Vícefaktorové experimenty

- uvažujeme vliv  $r > 2$  hlavních faktorů
- faktor  $i$  může mít  $k_i$  úrovní,  $i = 1, \dots, r$ , to jest celkem  $k = k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_r$  kombinací (ošetření)
- pro každou kombinaci úrovní faktorů provedeme  $n$  měření (replikací)
- musíme provést  $k \times n$  měření, která můžeme rozdělit do bloků podle dalšího (vedlejšího) faktoru
- provádíme znáhodnění pořadí měření (bude přes celý experiment nebo pouze uvnitř bloků)





## 3.6. Regresní model experimentu

**odezva má kvantitativní charakter:** může nabývat hodnot z podintervalu reálné přímky  
**model pro dva faktory:**

lineární model:

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + \epsilon$$

koeficienty lze nalézt jako poloviční odhady příslušných efektů,  
 $b_0$  je celkový průměr  
nebo odhadem metodou nejmenších čtverců



## 3.6. Regresní model experimentu

**odezva má kvantitativní charakter:** může nabývat hodnot z podintervalu reálné přímky  
**model pro dva faktory:**

lineární model:

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + \epsilon$$

koeficienty lze nalézt jako poloviční odhady příslušných efektů,  
 $b_0$  je celkový průměr  
nebo odhadem metodou nejmenších čtverců



## 3.6. Regresní model experimentu

**odezva má kvantitativní charakter:** může nabývat hodnot z podintervalu reálné přímky  
**model pro dva faktory:**

lineární model:

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + \epsilon$$

koeficienty lze nalézt jako poloviční odhady příslušných efektů,  
 $b_0$  je celkový průměr  
nebo odhadem metodou nejmenších čtverců

neúplný kvadratický model:  $Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$

koeficienty lze nalézt jako poloviční odhady příslušných efektů,  
 $b_0$  je celkový průměr  
nebo odhadem metodou nejmenších čtverců



## 3.6. Regresní model experimentu

**odezva má kvantitativní charakter:** může nabývat hodnot z podintervalu reálné přímky  
**model pro dva faktory:**

lineární model:  $Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + \epsilon$

koeficienty lze nalézt jako poloviční odhady příslušných efektů,  
 $b_0$  je celkový průměr  
nebo odhadem metodou nejmenších čtverců

neúplný kvadratický model:  $Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$

koeficienty lze nalézt jako poloviční odhady příslušných efektů,  
 $b_0$  je celkový průměr  
nebo odhadem metodou nejmenších čtverců

úplný kvadratický model:  $Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{11} X_A^2 + b_{22} X_B^2 + b_{12} X_A X_B + \epsilon$

koeficienty nelze nalézt pomocí efektů nebo metodou nejmenších čtverců. Je třeba použít složitější schémata plánů (kombinovaný, víceúrovňový, ...)

Slouží k výpočtu optimálních hodnot faktoru nebo k výpočtu hodnot  $Y$  pro libovolnou úroveň faktoru,



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

**Počet replikací:** 2



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

**Počet replikací:** 2

**Počet měření:**  $2^2 \times 2 = 8$



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

**Počet replikací:** 2

**Počet měření:**  $2^2 \times 2 = 8$

**Experiment:**  $2^2$  (2 faktory, 2 úrovně)

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

**Počet replikací:** 2

**Počet měření:**  $2^2 \times 2 = 8$

**Experiment:**  $2^2$  (2 faktory, 2 úrovně)

Faktor A: koncentrace 42% a 48%

Faktor B: teplota 175°C a 195°C

| test | A | B | AB |
|------|---|---|----|
| 1    | - | - | +  |
| 2    | + | - | -  |
| 3    | - | + | -  |
| 4    | + | + | +  |

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

**Počet replikací:** 2

**Počet měření:**  $2^2 \times 2 = 8$

**Experiment:**  $2^2$  (2 faktory, 2 úrovně)

Faktor A: koncentrace 42% a 48%

Faktor B: teplota 175°C a 195°C

| test | A | B | AB |
|------|---|---|----|
| 1    | - | - | +  |
| 2    | + | - | -  |
| 3    | - | + | -  |
| 4    | + | + | +  |

|   | A | B | y   |
|---|---|---|-----|
| 1 | + | - | 9.3 |
| 2 | - | + | 5.5 |
| 3 | - | + | 6.5 |
| 4 | - | - | 9.0 |
| 5 | + | + | 1.3 |
| 6 | - | - | 9.0 |
| 7 | + | + | 1.8 |
| 8 | + | - | 8.0 |

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad:** Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

**Odezva:** požadované viskozity je dosahováno při době reakce mezi 7 až 9 hodinami  
=> budeme sledovat dobu reakce v závislosti na úrovních faktorů

**Faktor:** koncentrace (A), teplota (B), 2 úrovně

**Počet replikací:** 2

**Počet měření:**  $2^2 \times 2 = 8$

**Experiment:**  $2^2$  (2 faktory, 2 úrovně)

Faktor A: koncentrace 42% a 48%

Faktor B: teplota 175°C a 195°C

| test | A | B | AB |
|------|---|---|----|
| 1    | - | - | +  |
| 2    | + | - | -  |
| 3    | - | + | -  |
| 4    | + | + | +  |

|   | A | B | y   |
|---|---|---|-----|
| 1 | + | - | 9.3 |
| 2 | - | + | 5.5 |
| 3 | - | + | 6.5 |
| 4 | - | - | 9.0 |
| 5 | + | + | 1.3 |
| 6 | - | - | 9.0 |
| 7 | + | + | 1.8 |
| 8 | + | - | 8.0 |



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$\hat{A} = \frac{-9 - 9 + 9.3 + 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.4$$

$$\hat{B} = \frac{-9 - 9 - 9.3 - 8 + 5.5 + 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -5.05$$

$$\widehat{AB} = \frac{+9 + 9 - 9.3 - 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.05$$

## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$\hat{A} = \frac{-9 - 9 + 9.3 + 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.4$$

$$\hat{B} = \frac{-9 - 9 - 9.3 - 8 + 5.5 + 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -5.05$$

$$\widehat{AB} = \frac{+9 + 9 - 9.3 - 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.05$$



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$$

$$\hat{A} = \frac{-9 - 9 + 9.3 + 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.4$$

$$\hat{B} = \frac{-9 - 9 - 9.3 - 8 + 5.5 + 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -5.05$$

$$\widehat{AB} = \frac{+9 + 9 - 9.3 - 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.05$$





## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$$

$$b_0 = \frac{1}{2} \hat{A} = -1.2, \quad b_1 = \frac{1}{2} \hat{B} = -2.025,$$

$$b_{12} = \frac{1}{2} \widehat{AB} = -1.025, \quad \bar{Y} = 6.3.$$

$$\hat{A} = \frac{-9 - 9 + 9.3 + 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.4$$

$$\hat{B} = \frac{-9 - 9 - 9.3 - 8 + 5.5 + 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -5.05$$

$$\widehat{AB} = \frac{+9 + 9 - 9.3 - 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.05$$





## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$$

$$b_0 = \frac{1}{2} \hat{A} = -1.2, \quad b_1 = \frac{1}{2} \hat{B} = -2.025,$$

$$b_{12} = \frac{1}{2} \widehat{AB} = -1.025, \quad \bar{Y} = 6.3.$$

$$Y = 6.3 - 1.2X_A - 2.025X_B - 1.025X_A X_B$$

$$\hat{A} = \frac{-9 - 9 + 9.3 + 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.4$$

$$\hat{B} = \frac{-9 - 9 - 9.3 - 8 + 5.5 + 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -5.05$$

$$\widehat{AB} = \frac{+9 + 9 - 9.3 - 8 - 5.5 - 6.5 + 1.8 + 1.3}{4} = -2.05$$



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

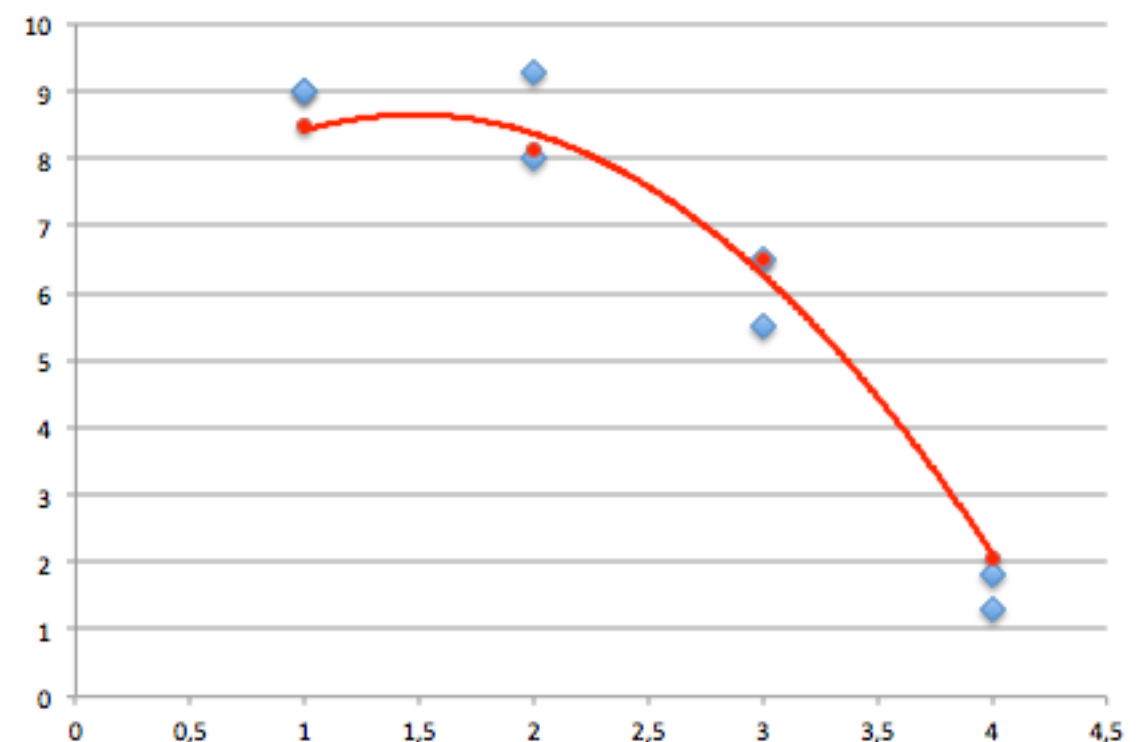
| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y_{--} = 6.3 + 1.2 + 2.025 - 1.025 = 8.5$$

$$Y_{+-} = 6.3 - 1.2 + 2.025 + 1.025 = 8.15$$

$$Y_{-+} = 6.3 + 1.2 - 2.025 + 1.025 = 6.5$$

$$Y_{++} = 6.3 - 1.2 - 2.025 - 1.025 = 2.05$$



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

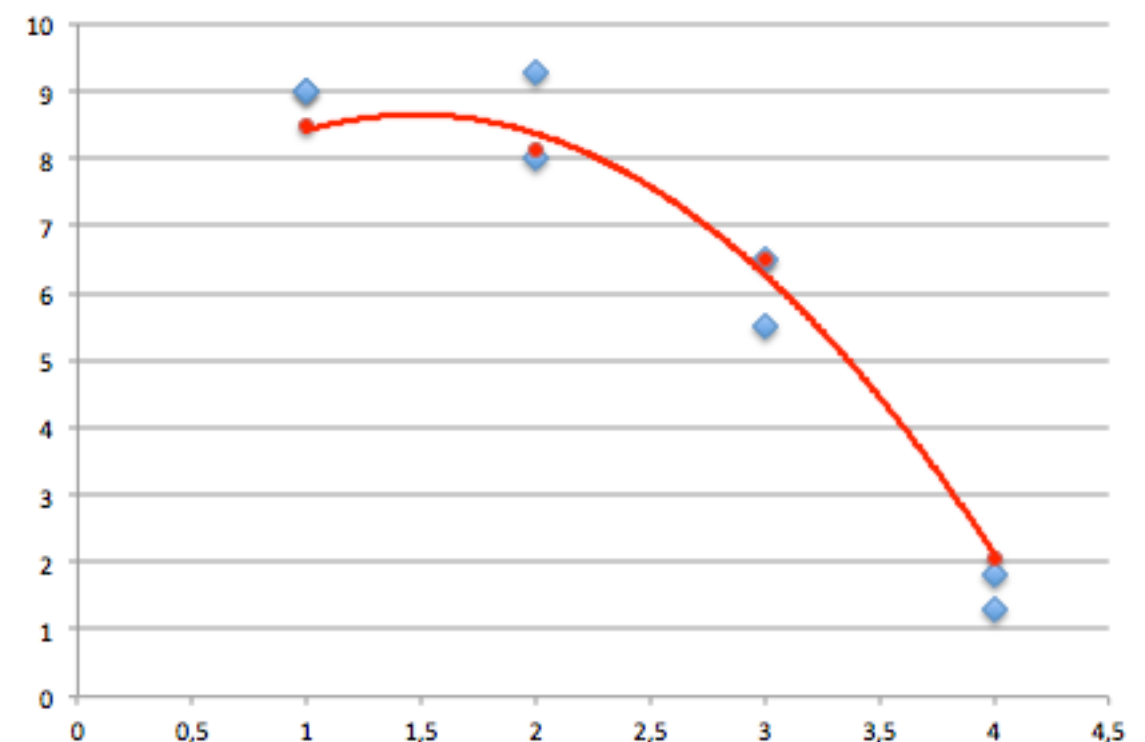
| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y_{--} = 6.3 + 1.2 + 2.025 - 1.025 = 8.5$$

$$Y_{+-} = 6.3 - 1.2 + 2.025 + 1.025 = 8.15$$

$$Y_{-+} = 6.3 + 1.2 - 2.025 + 1.025 = 6.5$$

$$Y_{++} = 6.3 - 1.2 - 2.025 - 1.025 = 2.05$$



## 3.6. Regresní model experimentu

**Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu**

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

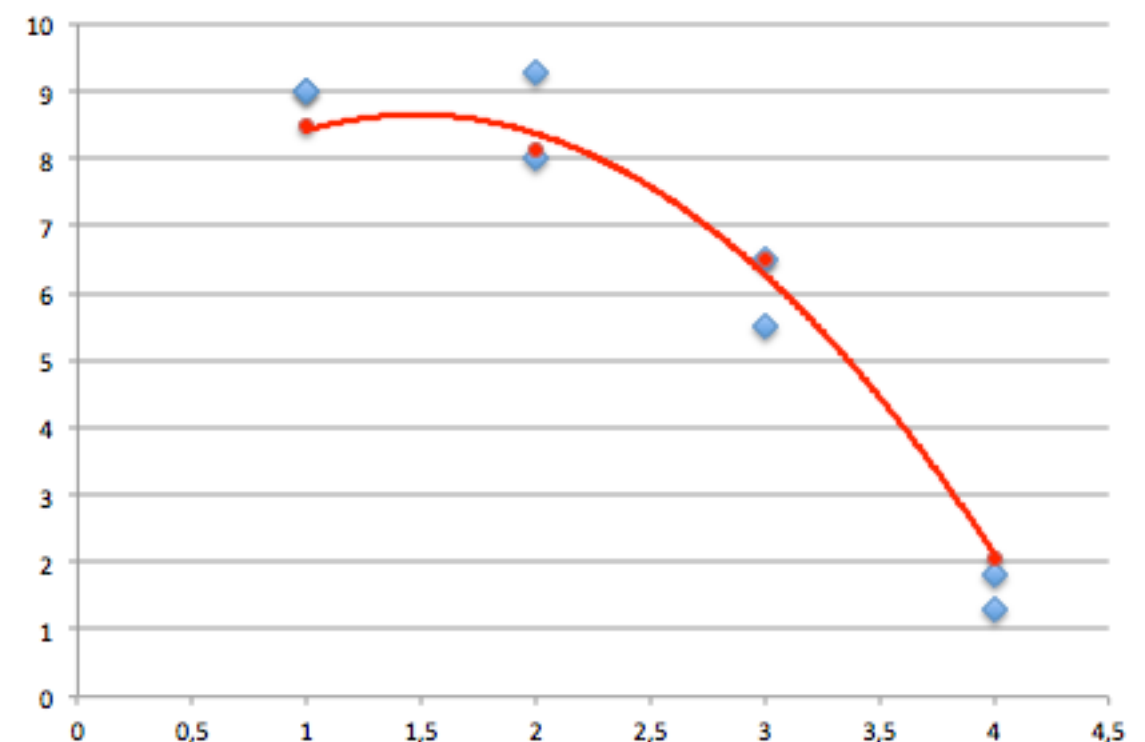
$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$$

$$Y_{--} = 6.3 + 1.2 + 2.025 - 1.025 = 8.5$$

$$Y_{+-} = 6.3 - 1.2 + 2.025 + 1.025 = 8.15$$

$$Y_{-+} = 6.3 + 1.2 - 2.025 + 1.025 = 6.5$$

$$Y_{++} = 6.3 - 1.2 - 2.025 - 1.025 = 2.05$$



## 3.6. Regresní model experimentu

### Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$$

$$b_0 = \frac{1}{2} \hat{A} = -1.2, \quad b_1 = \frac{1}{2} \hat{B} = -2.025,$$

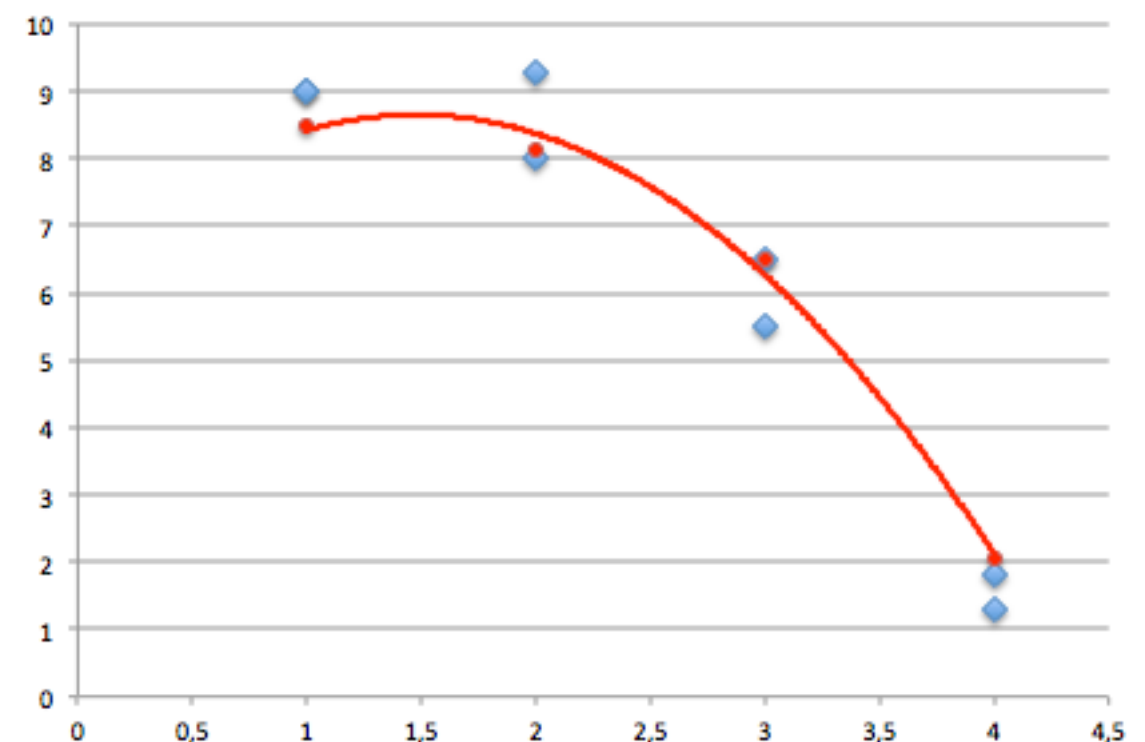
$$b_{12} = \frac{1}{2} \widehat{AB} = -1.025, \quad \bar{Y} = 6.3.$$

$$Y_{--} = 6.3 + 1.2 + 2.025 - 1.025 = 8.5$$

$$Y_{+-} = 6.3 - 1.2 + 2.025 + 1.025 = 8.15$$

$$Y_{-+} = 6.3 + 1.2 - 2.025 + 1.025 = 6.5$$

$$Y_{++} = 6.3 - 1.2 - 2.025 - 1.025 = 2.05$$



## 3.6. Regresní model experimentu

### Příklad: Účinek koncentrace a teploty na viskozitu výsledného produktu

| A    | B     | AB    | y   | y   |
|------|-------|-------|-----|-----|
| -    | -     | +     | 9.0 | 9.0 |
| +    | -     | -     | 9.3 | 8.0 |
| -    | +     | -     | 5.5 | 6.5 |
| +    | +     | +     | 1.8 | 1.3 |
| -2.4 | -5.05 | -2.05 |     |     |

$$Y = b_0 + b_1 X_A + b_2 X_B + b_{12} X_A X_B + \epsilon$$

$$b_0 = \frac{1}{2} \hat{A} = -1.2, \quad b_1 = \frac{1}{2} \hat{B} = -2.025,$$

$$b_{12} = \frac{1}{2} \widehat{AB} = -1.025, \quad \bar{Y} = 6.3.$$

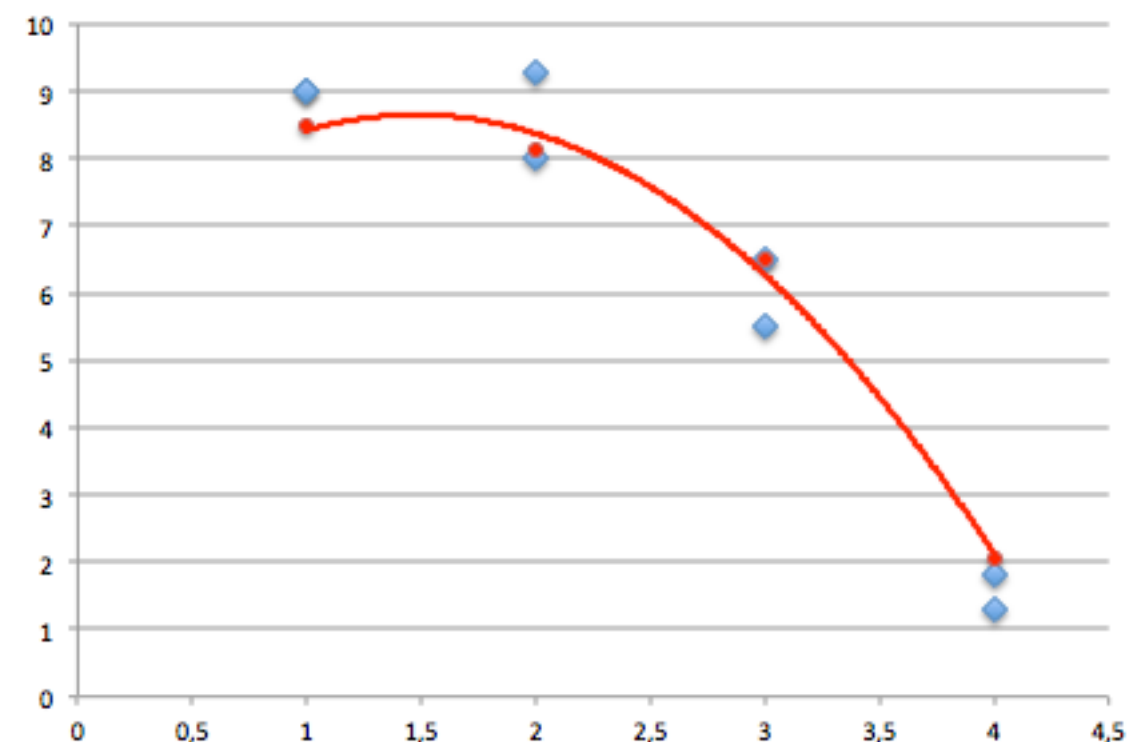
$$Y = 6.3 - 1.2X_A - 2.025X_B - 1.025X_A X_B$$

$$Y_{--} = 6.3 + 1.2 + 2.025 - 1.025 = 8.5$$

$$Y_{+-} = 6.3 - 1.2 + 2.025 + 1.025 = 8.15$$

$$Y_{-+} = 6.3 + 1.2 - 2.025 + 1.025 = 6.5$$

$$Y_{++} = 6.3 - 1.2 - 2.025 - 1.025 = 2.05$$



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### **počet faktorů:**

- + více faktorů lépe popisuje model
- + můžeme zkoumat vliv více interakcí
- komplikuje se návrh velkým množstvím měření
- složitá a nepřehledná analýza

### **počet úrovní:**

- 2 nejčastější případ, funguje dobře při lineární závislosti
- 3 máme-li pochybnosti o lineární závislosti odezvy a faktoru
- 4 méně často, komplikovaný návrh, mnoho měření

### **počet replikací:**

- + více replikací dává lepší obraz variability chyby měření
- + dostáváme spolehlivější výsledky
- nebezpečí závislosti na skrytých faktorech
- narůstá počet měření (cena, čas)
- při jediné replikaci není možné určit chybu měření vůbec



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### **počet faktorů:**

- + více faktorů lépe popisuje model
- + můžeme zkoumat vliv více interakcí
- komplikuje se návrh velkým množstvím měření
- složitá a nepřehledná analýza

### **počet úrovní:**

- 2 nejčastější případ, funguje dobře při lineární závislosti
- 3 máme-li pochybnosti o lineární závislosti odezvy a faktoru
- 4 méně často, komplikovaný návrh, mnoho měření

### **počet replikací:**

- + více replikací dává lepší obraz variability chyby měření
- + dostáváme spolehlivější výsledky
- nebezpečí závislosti na skrytých faktorech
- narůstá počet měření (cena, čas)
- při jediné replikaci není možné určit chybu měření vůbec





## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### **počet faktorů:**

- + více faktorů lépe popisuje model
- + můžeme zkoumat vliv více interakcí
- komplikuje se návrh velkým množstvím měření
- složitá a nepřehledná analýza

### **počet úrovní:**

- 2 nejčastější případ, funguje dobře při lineární závislosti
- 3 máme-li pochybnosti o lineární závislosti odezvy a faktoru
- 4 méně často, komplikovaný návrh, mnoho měření

### **počet replikací:**

- + více replikací dává lepší obraz variability chyby měření
- + dostáváme spolehlivější výsledky
- nebezpečí závislosti na skrytých faktorech
- narůstá počet měření (cena, čas)
- při jediné replikaci není možné určit chybu měření vůbec

### **počet bloků:**

- + snižují variabilitu chyby měření
- + umožňují provádět experiment "po částech"
- snižují počet stupňů volnosti pro odhad chyby měření
- směšují se s interakcemi vyšších řádů (ztrácíme informaci)



## 3.7. Struktura plánu

## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:** Y - výběrem na základě zadání

## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:**  $Y$  - výběrem na základě zadání

**Faktory:**  $A, B, \dots, F$  - na základě analýzy procesu, každý má svůj počet úrovní  
 $k_A, k_B, \dots, k_F$  - kombinace těchto úrovní tvoří tzv. “ošetření”

## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:**  $Y$  - výběrem na základě zadání

**Faktory:**  $A, B, \dots, F$  - na základě analýzy procesu, každý má svůj počet úrovní  
 $k_A, k_B, \dots, k_F$  - kombinace těchto úrovní tvoří tzv. “ošetření”

**Počet replikací:**  $n$  , pro každé ošetření budeme pozorovat  $n$  hodnot odezvové proměnné

## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:**  $Y$  - výběrem na základě zadání

**Faktory:**  $A, B, \dots, F$  - na základě analýzy procesu, každý má svůj počet úrovní  
 $k_A, k_B, \dots, k_F$  - kombinace těchto úrovní tvoří tzv. “ošetření”

**Počet replikací:**  $n$  , pro každé ošetření budeme pozorovat  $n$  hodnot odezvové proměnné

**Počet měření:**  $k \times n$ , kde  $k$  je počet všech ošetření ( $k = k_A \cdot k_B \dots k_F$ )

## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:**  $Y$  - výběrem na základě zadání

**Faktory:**  $A, B, \dots, F$  - na základě analýzy procesu, každý má svůj počet úrovní  
 $k_A, k_B, \dots, k_F$  - kombinace těchto úrovní tvoří tzv. “ošetření”

**Počet replikací:**  $n$  , pro každé ošetření budeme pozorovat  $n$  hodnot odezvové proměnné

**Počet měření:**  $k \times n$ , kde  $k$  je počet všech ošetření ( $k = k_A \cdot k_B \cdot \dots \cdot k_F$ )

**Experiment:** počet faktorů a jejich úrovní, závislost měření (blokové uspořádání), znáhodnění



## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:**  $Y$  - výběrem na základě zadání

**Faktory:**  $A, B, \dots, F$  - na základě analýzy procesu, každý má svůj počet úrovní  $k_A, k_B, \dots, k_F$  - kombinace těchto úrovní tvoří tzv. “ošetření”

**Počet replikací:**  $n$  , pro každé ošetření budeme pozorovat  $n$  hodnot odezvové proměnné

**Počet měření:**  $k \times n$ , kde  $k$  je počet všech ošetření ( $k = k_A \cdot k_B \dots k_F$ )

**Experiment:** počet faktorů a jejich úrovní, závislost měření (blokové uspořádání), znáhodnění

**Metody vyhodnocení:** ANOVA, neparametrické testy

Hledáme nejvlivnější faktory, tj. ty, které ovlivňují odezvu nejvíce.



## 3.7. Struktura plánu

**Odezva:**  $Y$  - výběrem na základě zadání

**Faktory:**  $A, B, \dots, F$  - na základě analýzy procesu, každý má svůj počet úrovní  $k_A, k_B, \dots, k_F$  - kombinace těchto úrovní tvoří tzv. “ošetření”

**Počet replikací:**  $n$  , pro každé ošetření budeme pozorovat  $n$  hodnot odezvové proměnné

**Počet měření:**  $k \times n$ , kde  $k$  je počet všech ošetření ( $k = k_A \cdot k_B \dots k_F$ )

**Experiment:** počet faktorů a jejich úrovní, závislost měření (blokové uspořádání), znáhodnění

**Metody vyhodnocení:** ANOVA, neparametrické testy

Hledáme nejvlivnější faktory, tj. ty, které ovlivňují odezvu nejvíce.



## 3.7. Statistický model

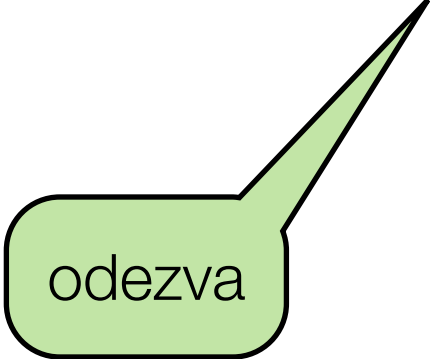
Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

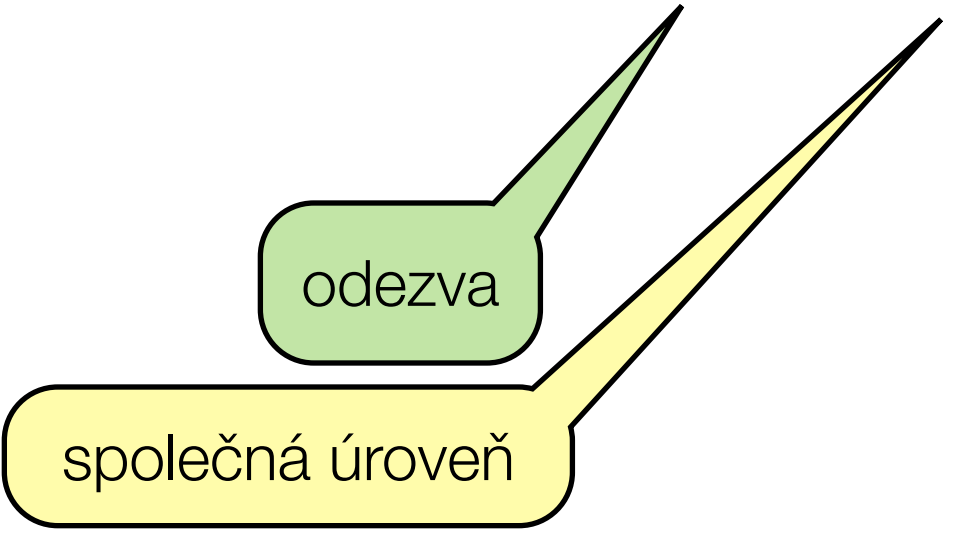


odezva

## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$



odezva

společná úroveň

## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

odezva

společná úroveň

vliv i-té úrovně faktoru A,  
 $i=1,2,\dots, k_A$

$$\sum_{i=1}^{k_A} \alpha_i = 0$$

## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

odezva

společná úroveň

vliv i-té úrovně faktoru A,  
 $i=1,2,\dots, k_A$

$$\sum_{i=1}^{k_A} \alpha_i = 0$$

vliv j-té úrovně faktoru B,  
 $j=1,2,\dots, k_B$

$$\sum_{j=1}^{k_B} \beta_j = 0$$

## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

odezva

společná úroveň

vliv i-té úrovně faktoru A,  
 $i=1,2,\dots, k_A$

$$\sum_{i=1}^{k_A} \alpha_i = 0$$

vliv j-té úrovně faktoru B,  
 $j=1,2,\dots, k_B$

$$\sum_{j=1}^{k_B} \beta_j = 0$$

vliv interakce  
i-té a j-té  
úrovně faktorů  
A a B



## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

odezva

společná úroveň

vliv i-té úrovně faktoru A,  
 $i=1,2,\dots, k_A$

$$\sum_{i=1}^{k_A} \alpha_i = 0$$

vliv j-té úrovně faktoru B,  
 $j=1,2,\dots, k_B$

$$\sum_{j=1}^{k_B} \beta_j = 0$$

vliv interakce  
i-té a j-té  
úrovně faktorů  
A a B

náhodná chyba  
při i-té a j-té  
úrovni faktorů  
A a B



## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

odezva

společná úroveň

vliv i-té úrovně faktoru A,  
 $i=1,2,\dots, k_A$

$$\sum_{i=1}^{k_A} \alpha_i = 0$$

vliv j-té úrovně faktoru B,  
 $j=1,2,\dots, k_B$

$$\sum_{j=1}^{k_B} \beta_j = 0$$

vliv interakce  
i-té a j-té  
úrovně faktorů  
A a B

náhodná chyba  
při i-té a j-té  
úrovni faktorů  
A a B

Statistický model pro tři faktory A, B, C:

$$y_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{il} + (\beta\gamma)_{jl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijl} + \epsilon_{ijl}$$

## 3.7. Statistický model

Statistický model pro dva faktory A, B:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

odezva

společná úroveň

vliv i-té úrovně faktoru A,  
 $i=1,2,\dots, k_A$

$$\sum_{i=1}^{k_A} \alpha_i = 0$$

vliv j-té úrovně faktoru B,  
 $j=1,2,\dots, k_B$

$$\sum_{j=1}^{k_B} \beta_j = 0$$

vliv interakce  
i-té a j-té  
úrovně faktorů  
A a B

náhodná chyba  
při i-té a j-té  
úrovni faktorů  
A a B

Statistický model pro tři faktory A, B, C:

$$y_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_l + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{il} + (\beta\gamma)_{jl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijl} + \epsilon_{ijl}$$



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### **počet faktorů:**

- + více faktorů lépe popisuje model
- + můžeme zkoumat vliv více interakcí
- komplikuje se návrh velkým množstvím měření
- složitá a nepřehledná analýza

## 3.7. Víceúrovňové experimenty

- počet faktorů:**
- + více faktorů lépe popisuje model
  - + můžeme zkoumat vliv více interakcí
  - komplikuje se návrh velkým množstvím měření
  - složitá a nepřehledná analýza



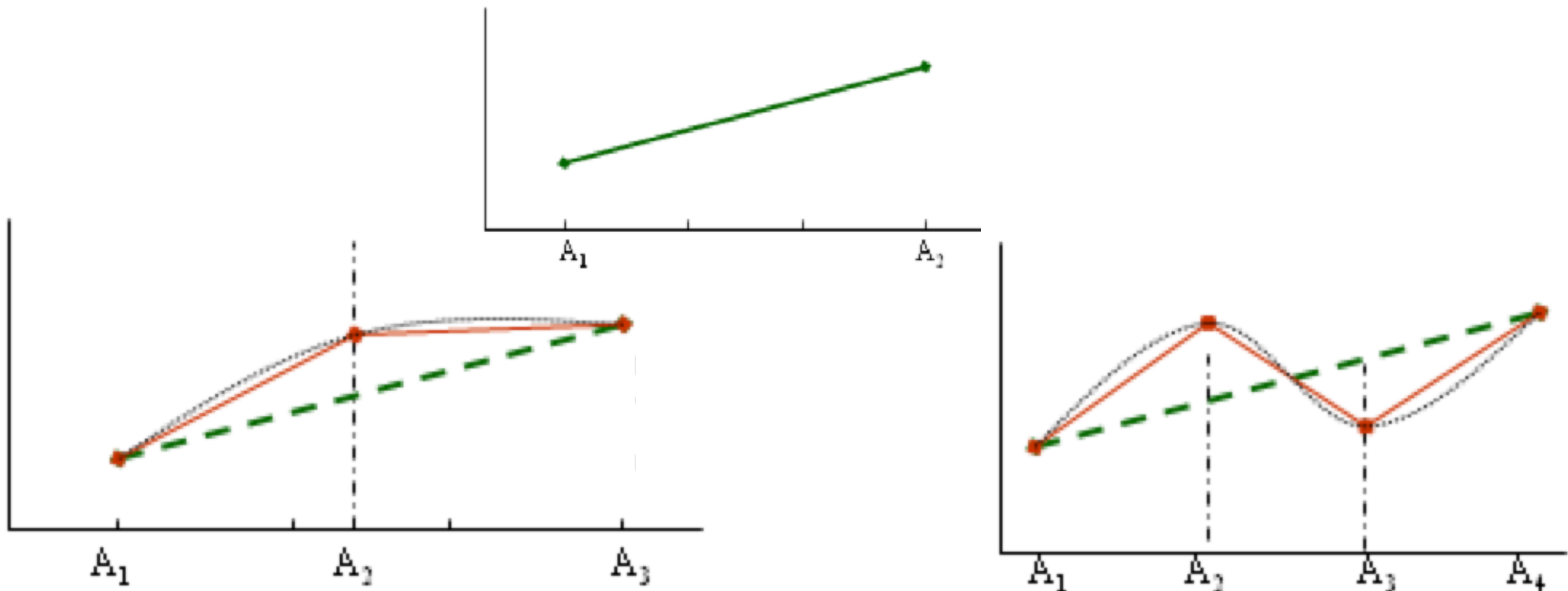
## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### počet faktorů:

- + více faktorů lépe popisuje model
- + můžeme zkoumat vliv více interakcí
- komplikuje se návrh velkým množstvím měření
- složitá a nepřehledná analýza

### počet úrovní:

- 2 nejčastější případ, funguje dobře při lineární závislosti
- 3 máme-li pochybnosti o lineární závislosti odezvy a faktoru
- 4 méně často, komplikovaný návrh, mnoho měření



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad matice návrhu experimentu  $3^2$  nebo  $3^3$**

## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad matice návrhu experimentu  $3^2$  nebo  $3^3$**





## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad matice návrhu experimentu  $3^2$  nebo  $3^3$**

| test | A  | B  |
|------|----|----|
| 1    | -1 | -1 |
| 2    | -1 | 0  |
| 3    | -1 | +1 |
| 4    | 0  | -1 |
| 5    | 0  | 0  |
| 6    | 0  | +1 |
| 7    | +1 | -1 |
| 8    | +1 | 0  |
| 9    | +1 | +1 |





## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad matice návrhu experimentu  $3^2$  nebo  $3^3$**

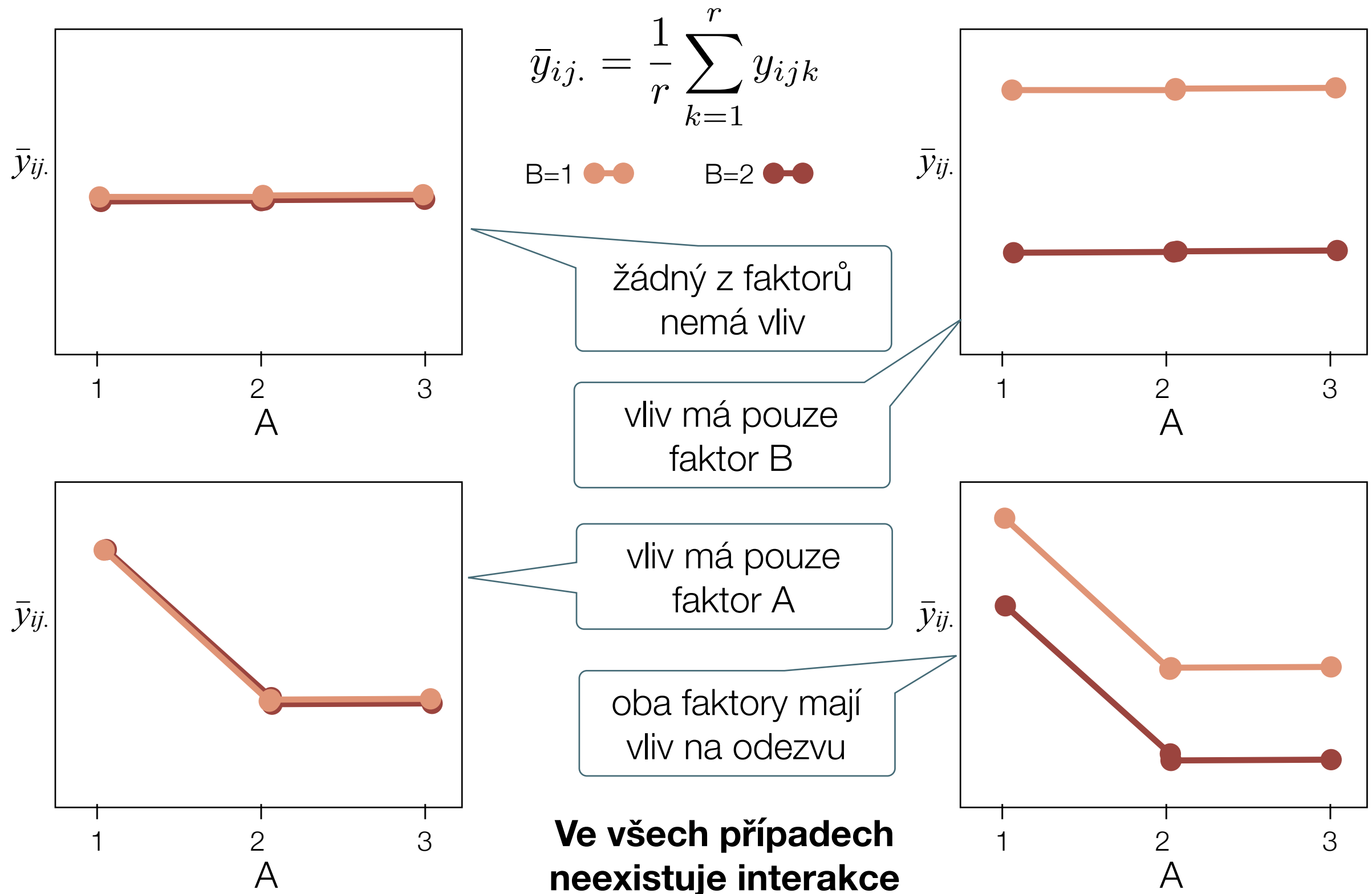
| test | A  | B  |
|------|----|----|
| 1    | -1 | -1 |
| 2    | -1 | 0  |
| 3    | -1 | +1 |
| 4    | 0  | -1 |
| 5    | 0  | 0  |
| 6    | 0  | +1 |
| 7    | +1 | -1 |
| 8    | +1 | 0  |
| 9    | +1 | +1 |

| test | A  | B  | C  |
|------|----|----|----|
| 1    | -1 | -1 | -1 |
| 2    | -1 | -1 | 0  |
| 3    | -1 | -1 | +1 |
| 4    | -1 | 0  | -1 |
| 5    | -1 | 0  | 0  |
| 6    | -1 | 0  | +1 |
| 7    | -1 | +1 | -1 |
| 8    | -1 | +1 | 0  |
| 9    | -1 | +1 | +1 |
| 10   | 0  | -1 | -1 |
| 11   | 0  | -1 | 0  |
| 12   | 0  | -1 | +1 |
| 13   | 0  | 0  | -1 |
| 14   | 0  | 0  | 0  |
| 15   | 0  | 0  | +1 |
| 16   | 0  | +1 | -1 |
| 17   | 0  | +1 | 0  |
| 18   | 0  | +1 | +1 |
| 19   | +1 | -1 | -1 |
| 20   | +1 | -1 | 0  |
| 21   | +1 | -1 | +1 |
| 22   | +1 | 0  | -1 |
| 23   | +1 | 0  | 0  |
| 24   | +1 | 0  | +1 |
| 25   | +1 | +1 | -1 |
| 26   | +1 | +1 | 0  |
| 27   | +1 | +1 | +1 |



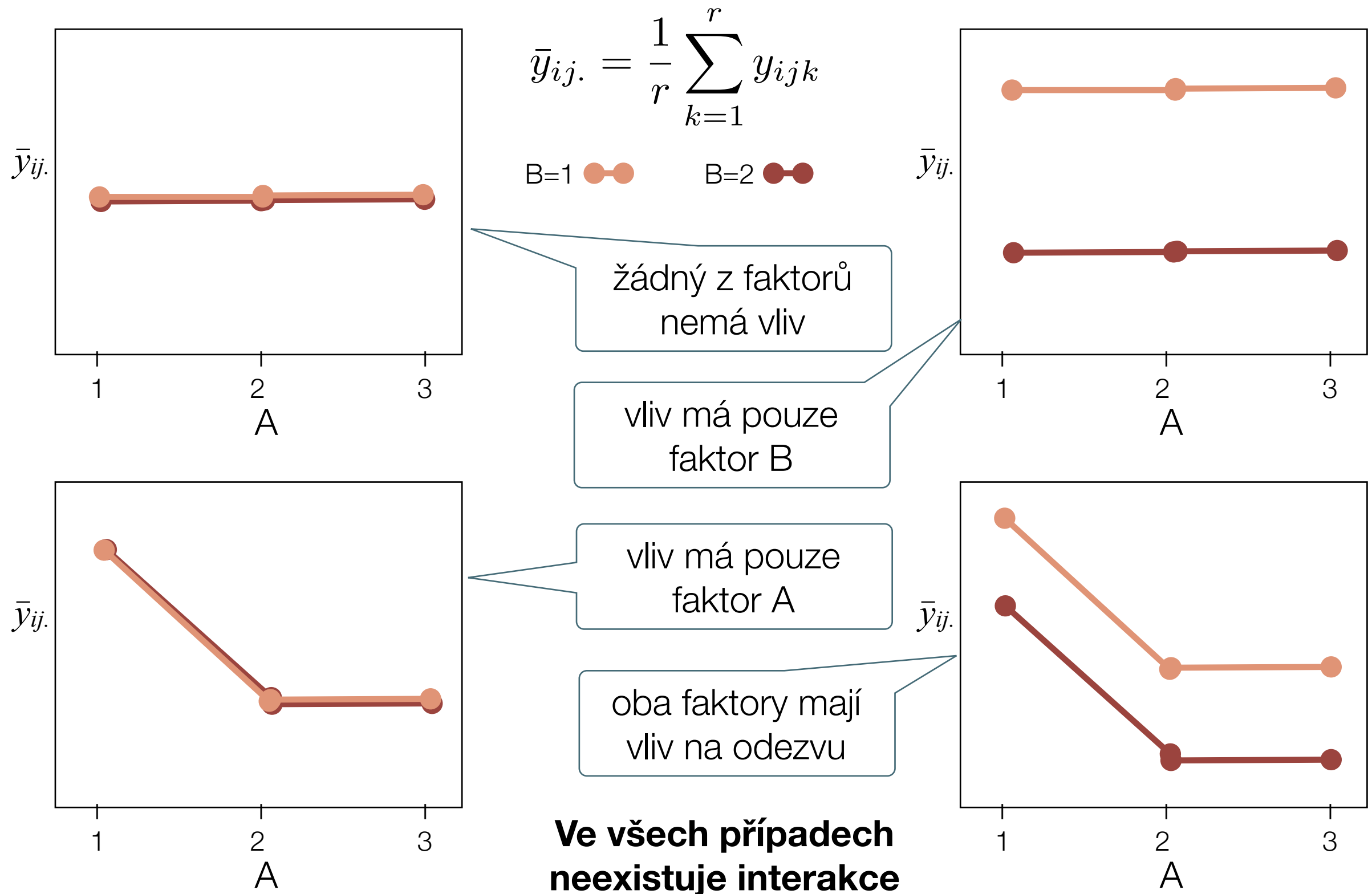
## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad: experiment 3x2 (dva faktory: A o třech úrovních, B o dvou úrovních)**



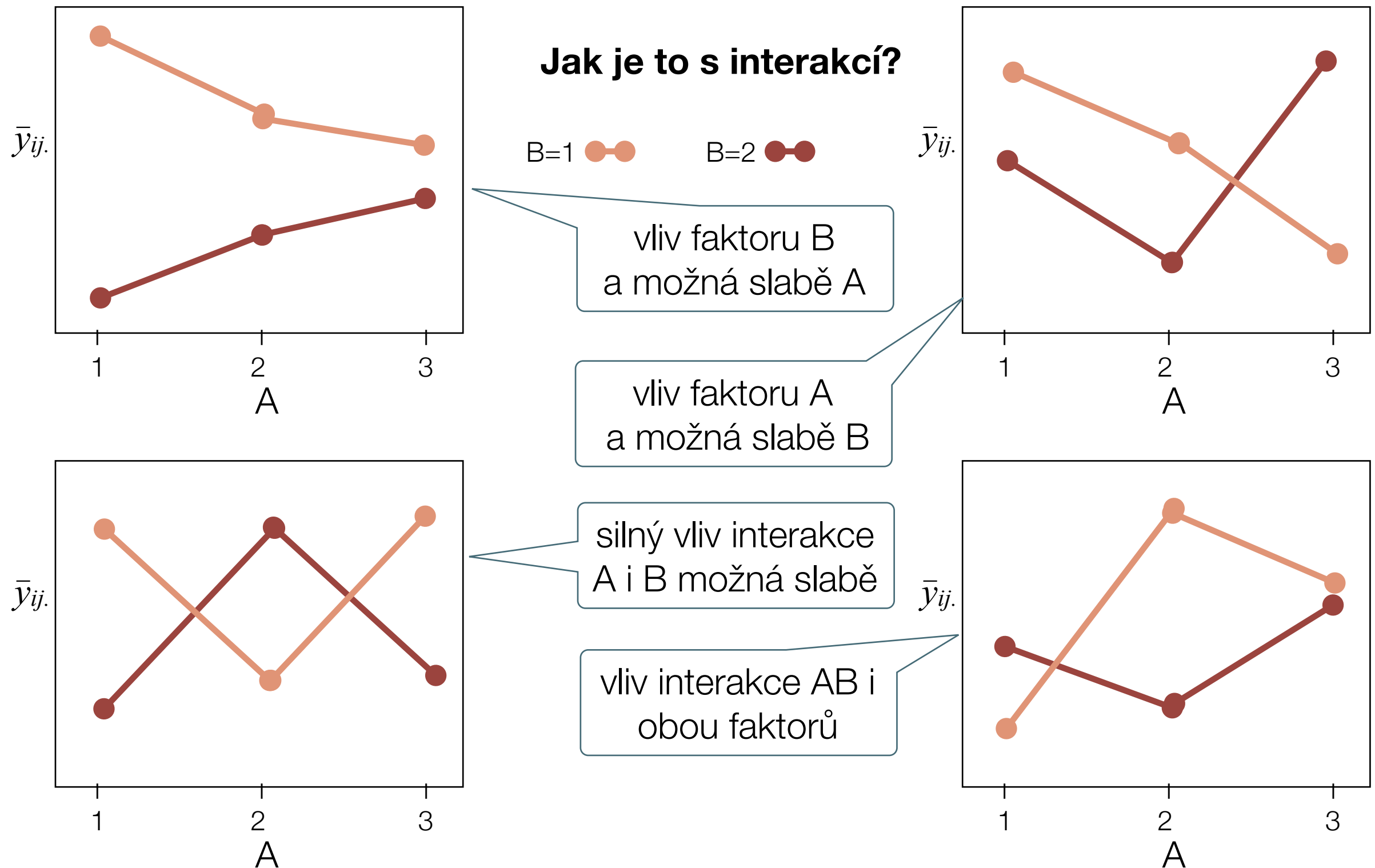
## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad: experiment 3x2 (dva faktory: A o třech úrovních, B o dvou úrovních)**



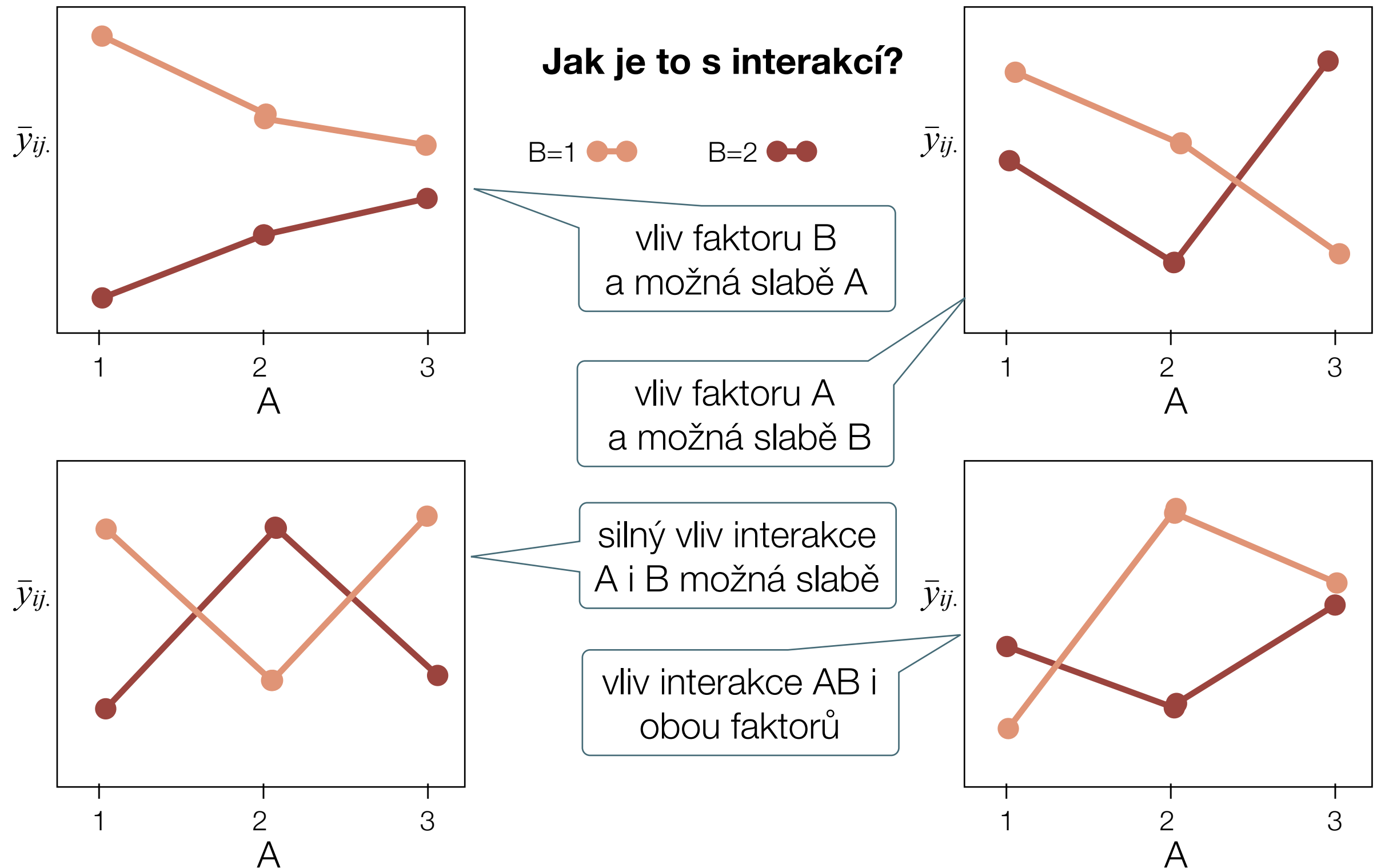
## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad: experiment 3x2 (dva faktory: A o třech úrovních, B o dvou úrovních)**



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

**Příklad: experiment 3x2 (dva faktory: A o třech úrovních, B o dvou úrovních)**



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### **Příklad: Experiment $3 \times 2^2$**

faktor A: 3 úrovně 1, 2 a 3

faktor B: 2 úrovně 1 a 2

faktor C: 2 úrovně 1 a 2

## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### **Příklad: Experiment $3 \times 2^2$**

faktor A: 3 úrovně 1, 2 a 3

faktor B: 2 úrovně 1 a 2

faktor C: 2 úrovně 1 a 2





## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### Příklad: Experiment $3 \times 2^2$

faktor A: 3 úrovně 1, 2 a 3

faktor B: 2 úrovně 1 a 2

faktor C: 2 úrovně 1 a 2

| test | A | B | C |
|------|---|---|---|
| 1    | 1 | 1 | 1 |
| 2    | 1 | 1 | 2 |
| 3    | 1 | 2 | 1 |
| 4    | 1 | 2 | 2 |
| 5    | 2 | 1 | 1 |
| 6    | 2 | 1 | 2 |
| 7    | 2 | 2 | 1 |
| 8    | 2 | 2 | 2 |
| 9    | 3 | 1 | 1 |
| 10   | 3 | 1 | 2 |
| 11   | 3 | 2 | 1 |
| 12   | 3 | 2 | 2 |





## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### Příklad: Experiment $3 \times 2^2$

faktor A: 3 úrovně 1, 2 a 3

faktor B: 2 úrovně 1 a 2

faktor C: 2 úrovně 1 a 2

| test | A | B | C |
|------|---|---|---|
| 1    | 1 | 1 | 1 |
| 2    | 1 | 1 | 2 |
| 3    | 1 | 2 | 1 |
| 4    | 1 | 2 | 2 |
| 5    | 2 | 1 | 1 |
| 6    | 2 | 1 | 2 |
| 7    | 2 | 2 | 1 |
| 8    | 2 | 2 | 2 |
| 9    | 3 | 1 | 1 |
| 10   | 3 | 1 | 2 |
| 11   | 3 | 2 | 1 |
| 12   | 3 | 2 | 2 |

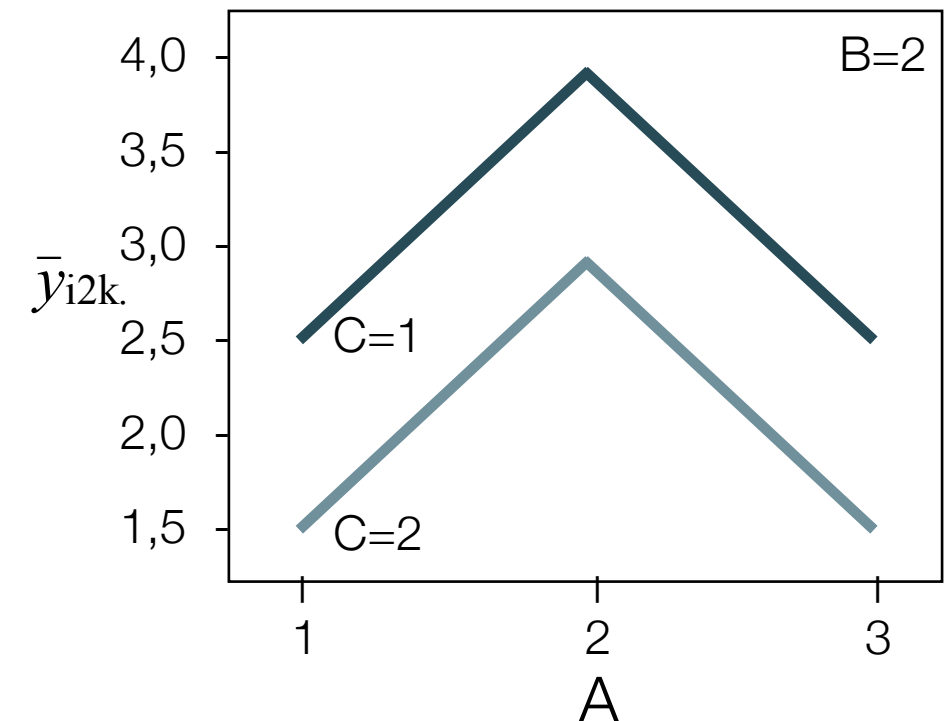
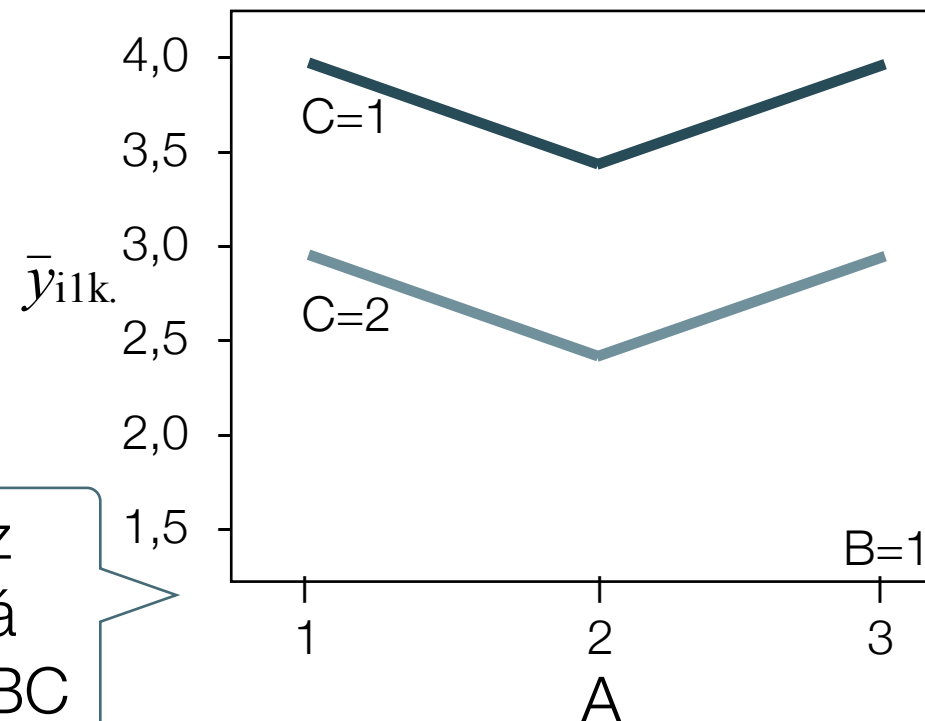
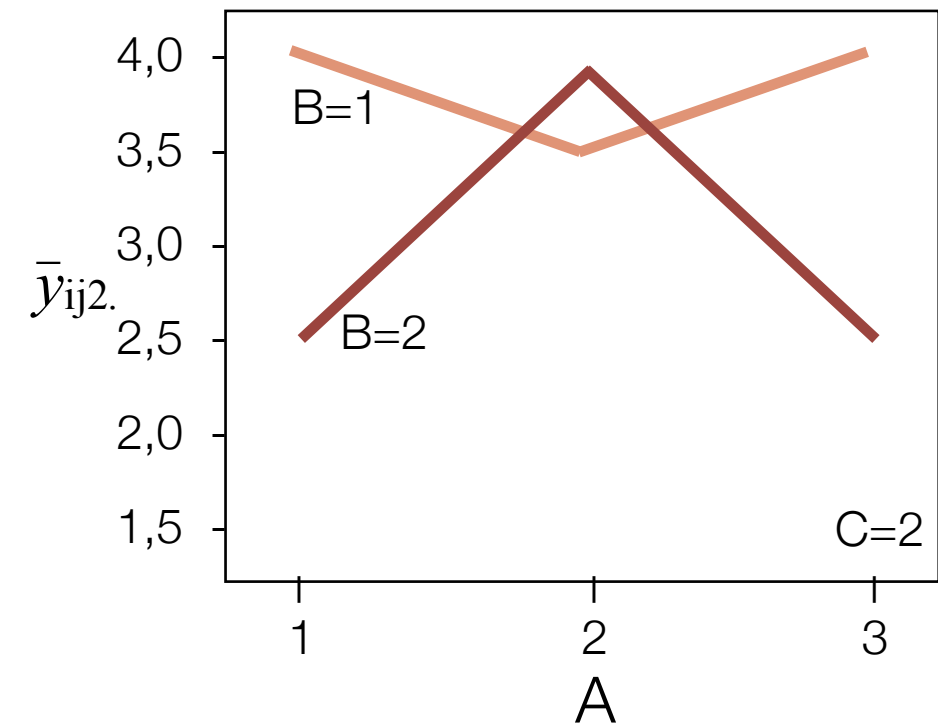
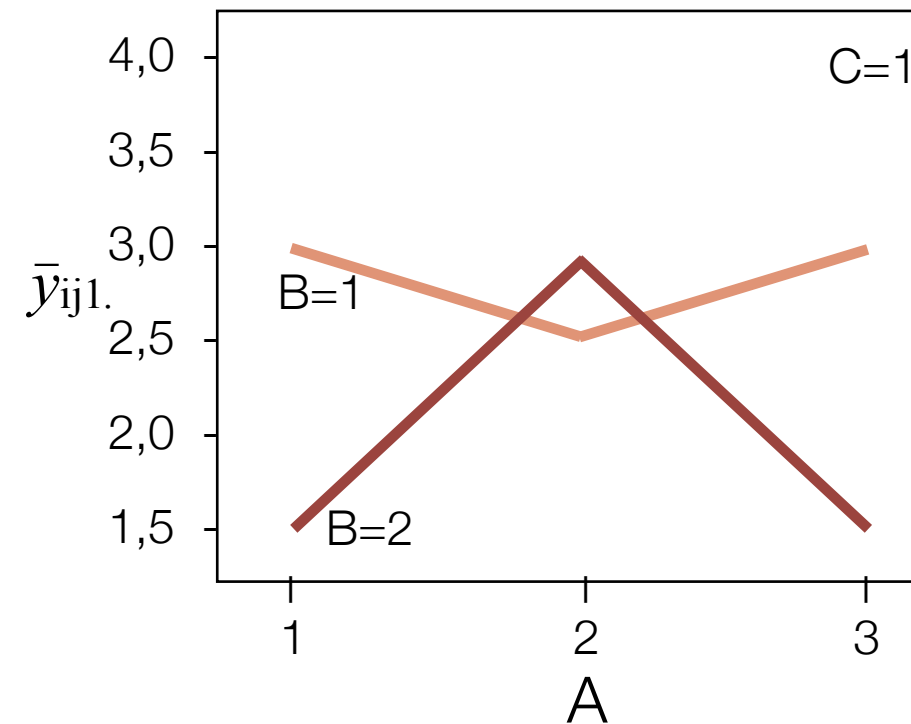
| ošetření | y   |
|----------|-----|
| 111      | 3,0 |
| 112      | 2,0 |
| 121      | 1,5 |
| 122      | 4,0 |
| 211      | 2,5 |
| 212      | 3,5 |
| 221      | 3,0 |
| 222      | 4,0 |
| 311      | 3,0 |
| 312      | 5,0 |
| 321      | 3,5 |
| 322      | 6,0 |



## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### Příklad matice návrhu experimentu $3 \times 2^2$

zřejmá interakce AB bez  
ohledu na C => žádná  
nebo slabá interakce ABC

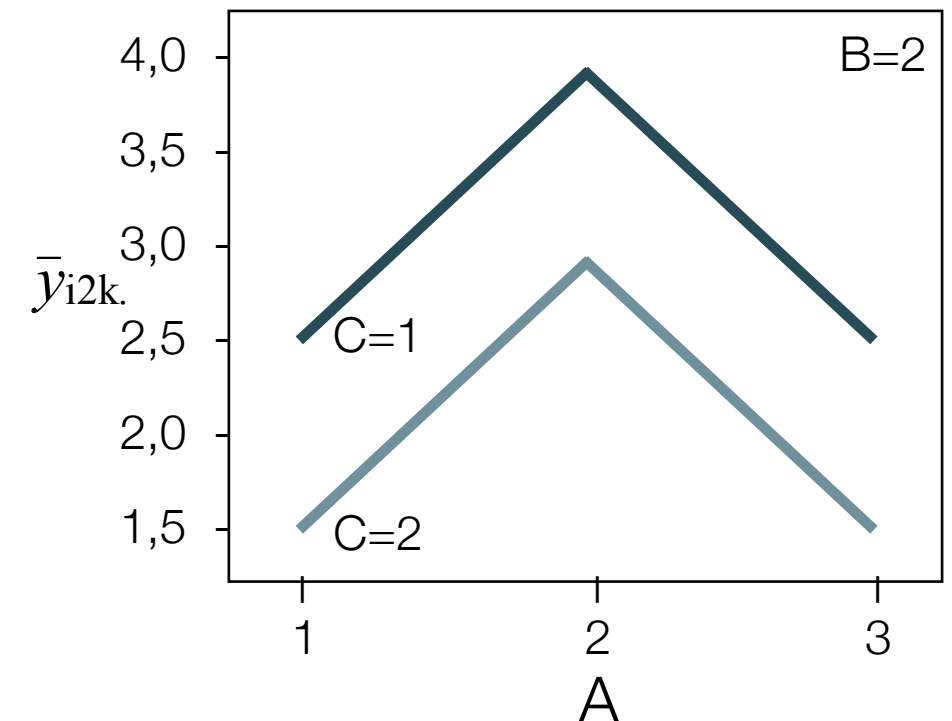
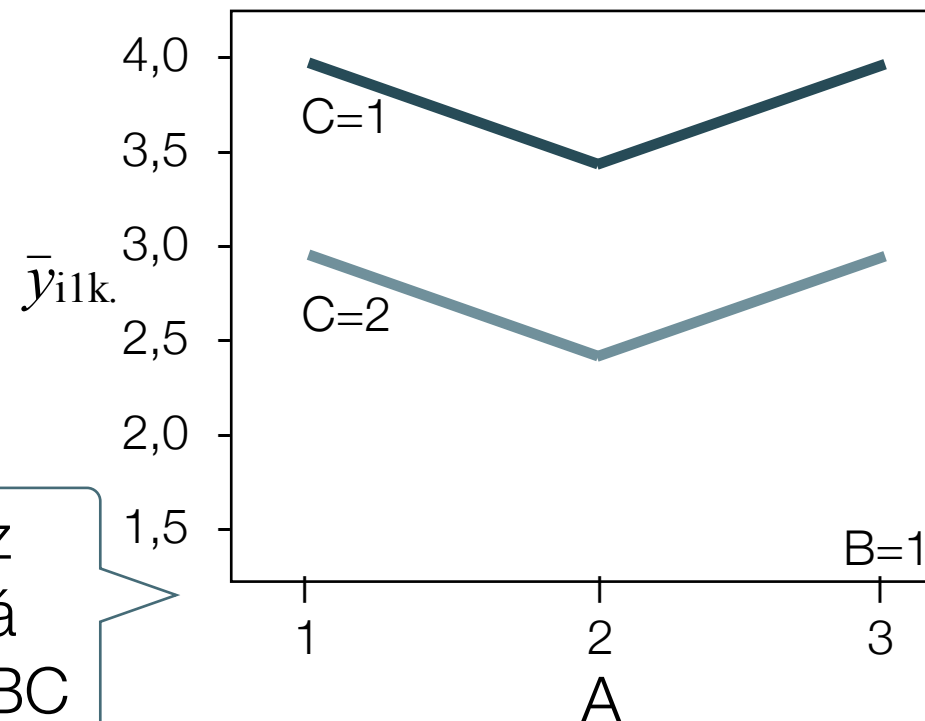
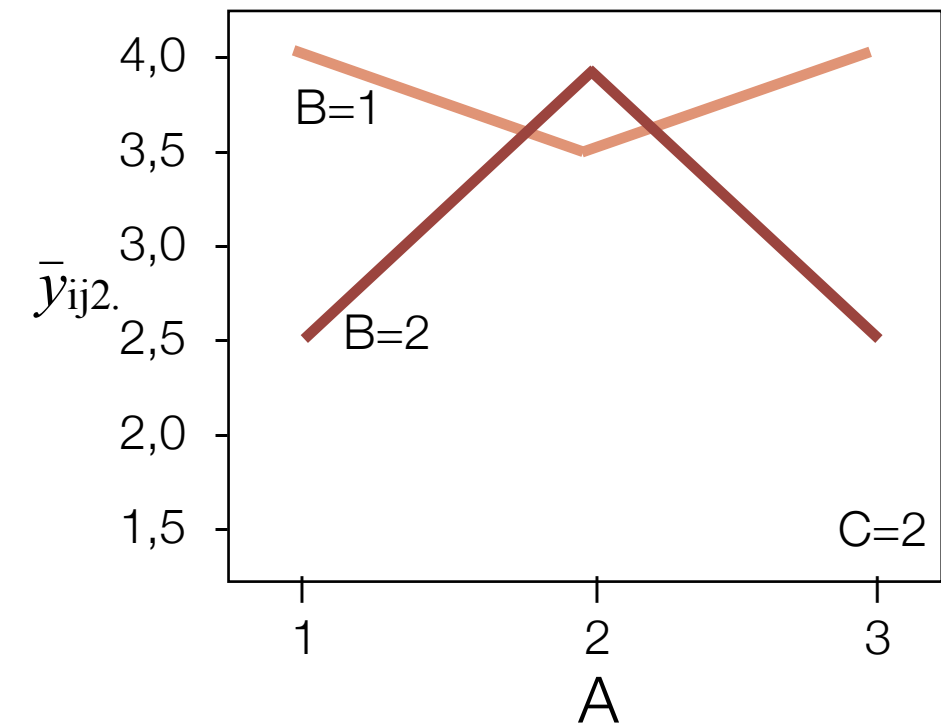
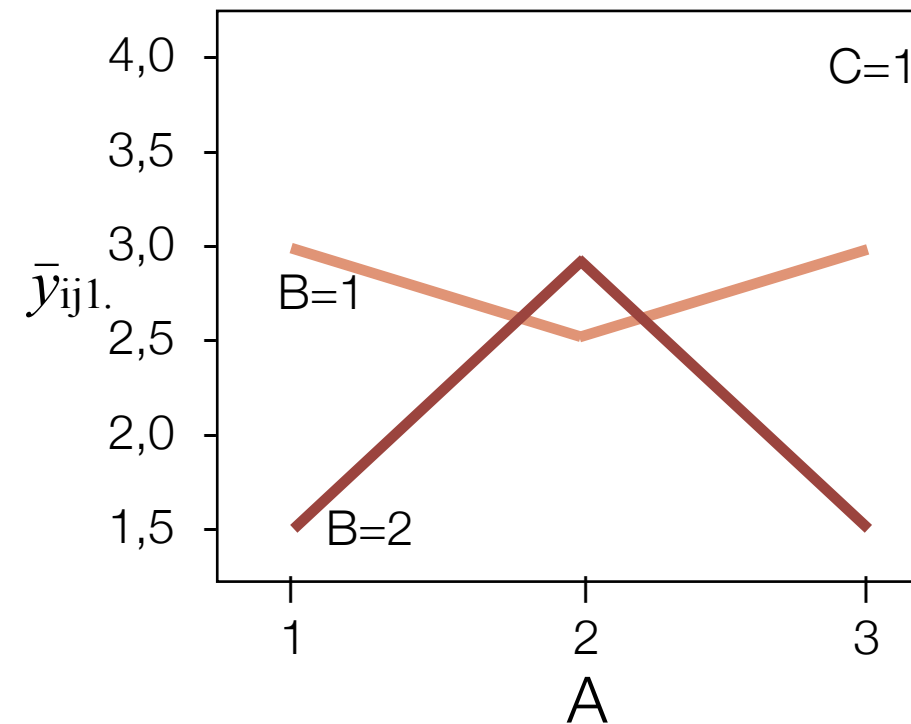


není interakce AC bez  
ohledu na B => žádná  
nebo slabá interakce ABC

## 3.7. Víceúrovňové experimenty

### Příklad matice návrhu experimentu $3 \times 2^2$

zřejmá interakce AB bez  
ohledu na C => žádná  
nebo slabá interakce ABC



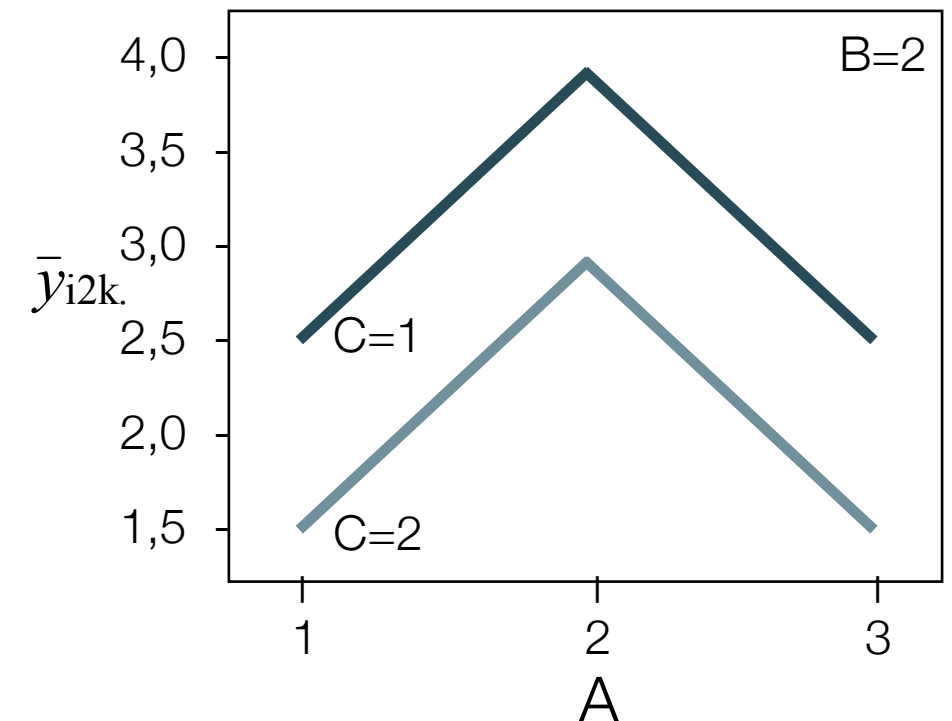
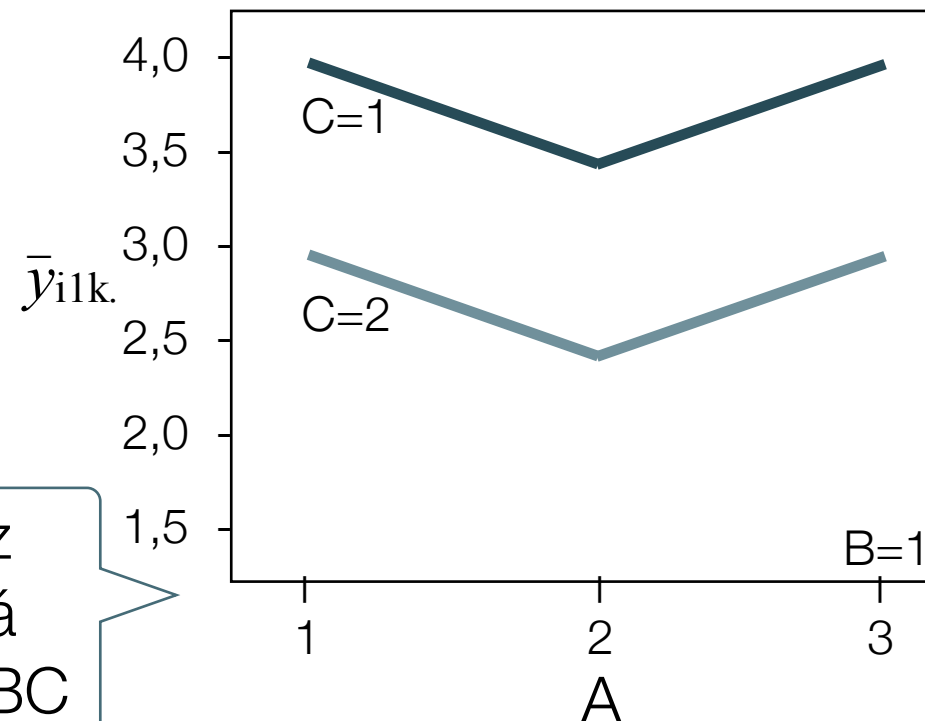
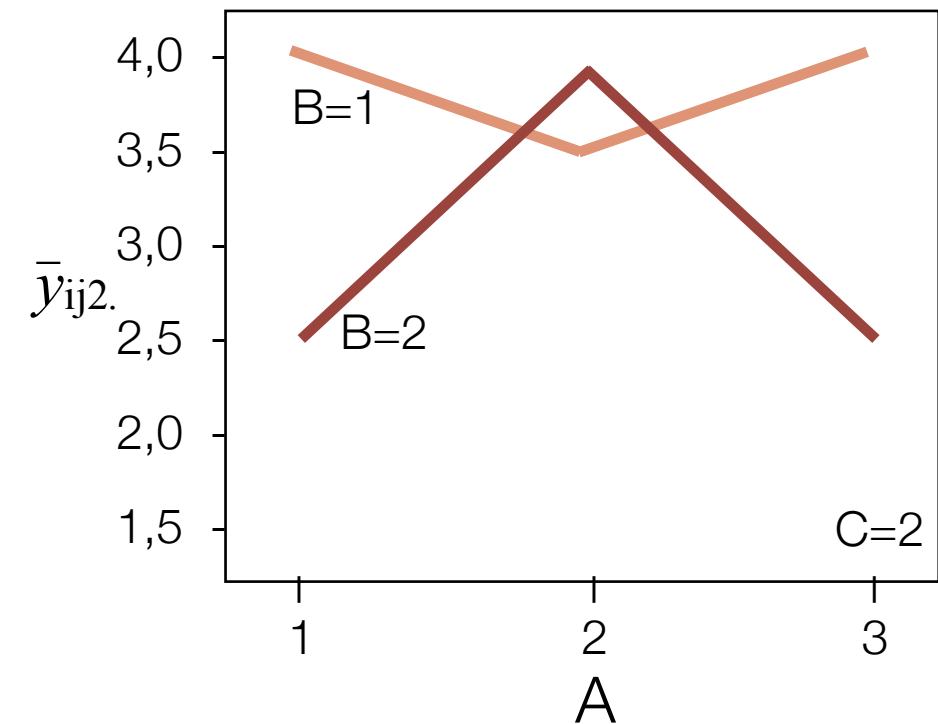
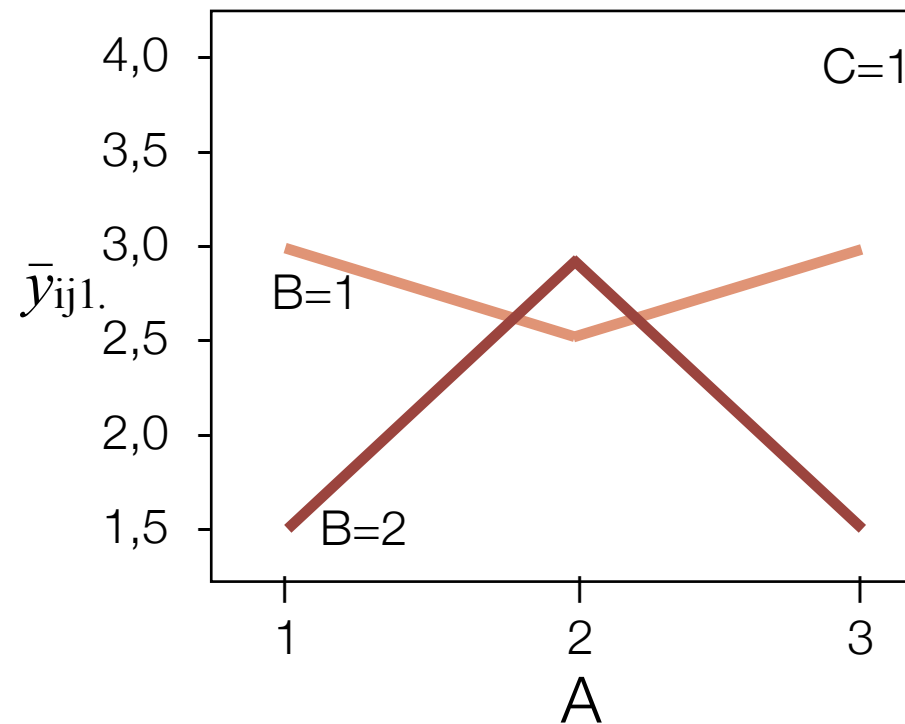
není interakce AC bez  
ohledu na B => žádná  
nebo slabá interakce ABC



# 3.7. Víceúrovňové experimenty

## Příklad matice návrhu experimentu 3x2<sup>2</sup>

| ošetření | y   |
|----------|-----|
| 111      | 3,0 |
| 112      | 2,0 |
| 121      | 1,5 |
| 122      | 4,0 |
| 211      | 2,5 |
| 212      | 3,5 |
| 221      | 3,0 |
| 222      | 4,0 |
| 311      | 3,0 |
| 312      | 5,0 |
| 321      | 3,5 |
| 322      | 6,0 |



zřejmá interakce AB bez  
ohledu na C => žádná  
nebo slabá interakce ABC

není interakce AC bez  
ohledu na B => žádná  
nebo slabá interakce ABC



## 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

- Srovnávací experimenty:**
- můžeme uvažovat jeden nebo více faktorů a jejich interakcí, ale v zásadě provádíme srovnání podle jednoho hlavního faktoru (ostatní faktory chápeme zpravidla jako blokové)
  - zajímá nás významnost vlivu změny úrovně tohoto faktoru na hodnotu odezvy

## 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

- Srovnávací experimenty:**
- můžeme uvažovat jeden nebo více faktorů a jejich interakcí, ale v zásadě provádíme srovnání podle jednoho hlavního faktoru (ostatní faktory chápeme zpravidla jako blokové)
  - zajímá nás významnost vlivu změny úrovně tohoto faktoru na hodnotu odezvy
- Screeningové experimenty:**
- primárním cílem je oddělit skupinu důležitých (vlivných) faktorů od těch ostatních.
  - tyto typy návrhů se také někdy nazývají “main effects designs”

## 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

- Srovnávací experimenty:**
- můžeme uvažovat jeden nebo více faktorů a jejich interakcí, ale v zásadě provádíme srovnání podle jednoho hlavního faktoru (ostatní faktory chápeme zpravidla jako blokové)
  - zajímá nás významnost vlivu změny úrovně tohoto faktoru na hodnotu odezvy
- Screeningové experimenty:**
- primárním cílem je oddělit skupinu důležitých (vlivných) faktorů od těch ostatních.
  - tyto typy návrhů se také někdy nazývají “main effects designs”
- Odezvové plochy (RSM):**
- pokoušíme se odhadnout závislosti a vyšších řádů mezi odezvou, faktory a jejich interakcemi
  - cílem je obvykle nalézt optimální nastavení kombinace úrovní faktorů (vzhledem k nějaké ztrátové funkci)
  - cílem může být i hledání slabých míst v procesu
  - často je cílem zajistit vyšší robustnost procesu vůči nekontrolovatelným vlivům



## 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

- Srovnávací experimenty:**
- můžeme uvažovat jeden nebo více faktorů a jejich interakcí, ale v zásadě provádíme srovnání podle jednoho hlavního faktoru (ostatní faktory chápeme zpravidla jako blokové)
  - zajímá nás významnost vlivu změny úrovně tohoto faktoru na hodnotu odezvy
- Screeningové experimenty:**
- primárním cílem je oddělit skupinu důležitých (vlivných) faktorů od těch ostatních.
  - tyto typy návrhů se také někdy nazývají “main effects designs”
- Odezvové plochy (RSM):**
- pokoušíme se odhadnout závislosti a vyšších řádů mezi odezvou, faktory a jejich interakcemi
  - cílem je obvykle nalézt optimální nastavení kombinace úrovní faktorů (vzhledem k nějaké ztrátové funkci)
  - cílem může být i hledání slabých míst v procesu
  - často je cílem zajistit vyšší robustnost procesu vůči nekontrolovatelným vlivům
- Regresní experimenty:**
- cílem takového experimentu je nalézt optimální regresní závislost mezi odezvou a faktory jako regresory
  - to může sloužit k predikci chování procesu a odhadu jeho parametrů



## 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

- Srovnávací experimenty:** - můžeme uvažovat jeden nebo více faktorů a jejich interakcí, ale v zásadě provádíme srovnání podle jednoho hlavního faktoru (ostatní faktory chápeme zpravidla jako blokové)
- zajímá nás významnost vlivu změny úrovně tohoto faktoru na hodnotu odezvy
- Screeningové experimenty:** - primárním cílem je oddělit skupinu důležitých (vlivných) faktorů od těch ostatních.
- tyto typy návrhů se také někdy nazývají “main effects designs”
- Odezvové plochy (RSM):** - pokoušíme se odhadnout závislosti a vyšších řádů mezi odezvou, faktory a jejich interakcemi
- cílem je obvykle nalézt optimální nastavení kombinace úrovní faktorů (vzhledem k nějaké ztrátové funkci)
  - cílem může být i hledání slabých míst v procesu
  - často je cílem zajistit vyšší robustnost procesu vůči nekontrolovatelným vlivům
- Regresní experimenty:** - cílem takového experimentu je nalézt optimální regresní závislost mezi odezvou a faktory jako regresory
- to může sloužit k predikci chování procesu a odhadu jeho parametrů



### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

# 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty | screeningové experimenty | odezvové plochy |
|---------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
|               |                        |                          |                 |
|               |                        |                          |                 |
|               |                        |                          |                 |

### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                      | screeningové experimenty | odezvové plochy |
|---------------|---------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1             | 1-faktorové,<br>plně znáhodněné experimenty | –                        | –               |
|               |                                             |                          |                 |
|               |                                             |                          |                 |

### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                      | screeningové experimenty | odezvové plochy |
|---------------|---------------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1             | 1-faktorové,<br>plně znáhodněné experimenty | –                        | –               |
| 2 - 4         | Znáhodněné<br>blokové návrhy                |                          |                 |
|               |                                             |                          |                 |

### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                      | screeningové experimenty                    | odezvové plochy |
|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------|
| 1             | 1-faktorové,<br>plně znáhodněné experimenty | –                                           | –               |
| 2 - 4         | Znáhodněné<br>blokové návrhy                | Úplné nebo<br>dílčí faktoriální experimenty |                 |
|               |                                             |                                             |                 |

### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                      | screeningové experimenty                    | odezvvové plochy                             |
|---------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1             | 1-faktorové,<br>plně znáhodněné experimenty | –                                           | –                                            |
| 2 - 4         | Znáhodněné<br>blokové návrhy                | Úplné nebo<br>dílčí faktoriální experimenty | Central Composite<br>Designs,<br>Box Behnken |
|               |                                             |                                             |                                              |



### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                   | screeningové experimenty                 | odezvvové plochy                       |
|---------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1             | 1-faktorové, plně znáhodněné experimenty | –                                        | –                                      |
| 2 - 4         | Znáhodněné blokové návrhy                | Úplné nebo dílčí faktoriální experimenty | Central Composite Designs, Box Behnken |
| 5 a více      | Znáhodněné blokové návrhy                |                                          |                                        |



### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                   | screeningové experimenty                                      | odezvvové plochy                       |
|---------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1             | 1-faktorové, plně znáhodněné experimenty | –                                                             | –                                      |
| 2 - 4         | Znáhodněné blokové návrhy                | Úplné nebo dílčí faktoriální experimenty                      | Central Composite Designs, Box Behnken |
| 5 a více      | Znáhodněné blokové návrhy                | Dílčí faktoriální, Plackett-Burmannovy, Taguchiho experimenty |                                        |

### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                   | screeningové experimenty                                      | odezvové plochy                                  |
|---------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1             | 1-faktorové, plně znáhodněné experimenty | –                                                             | –                                                |
| 2 - 4         | Znáhodněné blokové návrhy                | Úplné nebo dílčí faktoriální experimenty                      | Central Composite Designs, Box Behnken           |
| 5 a více      | Znáhodněné blokové návrhy                | Dílčí faktoriální, Plackett-Burmannovy, Taguchiho experimenty | Redukce počtu faktorů screeningovým experimentem |

### 3.8. Výběr typu experimentu podle cíle

| počet faktorů | srovnávací experimenty                   | screeningové experimenty                                      | odezvové plochy                                  |
|---------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1             | 1-faktorové, plně znáhodněné experimenty | –                                                             | –                                                |
| 2 - 4         | Znáhodněné blokové návrhy                | Úplné nebo dílčí faktoriální experimenty                      | Central Composite Designs, Box Behnken           |
| 5 a více      | Znáhodněné blokové návrhy                | Dílčí faktoriální, Plackett-Burmannovy, Taguchiho experimenty | Redukce počtu faktorů screeningovým experimentem |

