

# STATYSTYCZNE METODY WSPOMAGANIA DECYZJI

## zestaw zadań nr 6

*Cel:      jednoczynnikowa i wieloczynnikowa analiza wariancji (ANOVA)*

### Zadanie 1

Dokonano po cztery niezależne pomiary wytrzymałości na ściskanie trzech rodzajów betonu. Otrzymano następujące wyniki (w  $\text{kG/cm}^2$ ):

| I   | II  | III |
|-----|-----|-----|
| 204 | 197 | 190 |
| 200 | 205 | 208 |
| 198 | 213 | 202 |
| 204 | 209 | 210 |

Stwierdzić, czy badane gatunki betonu różnią się istotnie pod względem wytrzymałości na ściskanie. Przyjąć poziom istotności 0.05.

### Zadanie 2

Zbadano czas reakcji trzech rodzajów układów stosowanych w kalkulatorach elektronicznych i otrzymano następujące wyniki (w milisekundach):

| Typ układu | Czas reakcji |    |    |    |    |    |    |    |
|------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|
| I          | 19           | 22 | 20 | 18 | 25 | 21 | 24 | 17 |
| II         | 20           | 21 | 33 | 27 | 29 | 30 | 22 | 23 |
| III        | 16           | 15 | 18 | 26 | 17 | 23 | 20 | 19 |

Stwierdzić, czy istnieje statystycznie istotna różnica między czasami reakcji badanych trzech układów. Przyjąć poziom istotności 0.01.

### Zadanie 3

Plik **zarobki.csv** zawiera dane dotyczące wysokości miesięcznych zarobków wybranych losowo osób w czterech miastach: w Warszawie, Krakowie, Wrocławiu i Katowicach. Stwierdzić, czy wysokość miesięcznych zarobków w tych miastach różni się istotnie (przyjąć poziom istotności 0.05).

### Zadanie 4

W celu porównania trzech metod nauki stenografii przeprowadzono sprawdzian na losowych próbach osób szkolonych poszczególnymi metodami. Otrzymano następujące wyniki:

| metoda | maksymalna liczba słów zapisanych w ciągu jednej minuty |
|--------|---|
| A      | 147, 188, 162, 144, 157, 179, 165, 180                  |
| B      | 153, 161, 157, 155, 163, 160, 154                       |
| C      | 173, 152, 194, 186, 166, 194, 178, 192, 186             |

Zbadać, czy te trzy metody są tak samo efektywne.

### Zadanie 5

Na podstawie danych dotyczących parametrów kilku wybranych marek samochodów (plik **samochody.csv**) stwierdzić, czy istnieją istotne różnice w zużyciu paliwa przez samochody produkowane w USA, w Europie i w Japonii.

### Zadanie 6

Zamieszczony poniżej zbiór danych zawiera obserwacje plonów pszenicy ozimej (w kwintalach na hektar) zebranych z poletek nawadnianych dwiema metodami, przy zastosowaniu czterech dawek nawożenia azotem (zmienne *woda* i *azot* zawierają, odpowiednio, kody metod nawadniania i dawek nawożenia):

| woda | azot | plon |
|------|------|------|
| 1    | 1    | 64.5 |
| 1    | 1    | 66.3 |
| 1    | 1    | 69.3 |
| 1    | 1    | 67.0 |
| 1    | 2    | 64.8 |
| 1    | 2    | 66.5 |
| 1    | 2    | 66.8 |
| 1    | 2    | 67.3 |
| 1    | 3    | 69.3 |
| 1    | 3    | 70.3 |
| 1    | 3    | 70.0 |
| 1    | 3    | 69.0 |
| 1    | 4    | 69.0 |
| 1    | 4    | 71.5 |
| 1    | 4    | 71.3 |
| 1    | 4    | 72.0 |

| woda | azot | plon |
|------|------|------|
| 2    | 1    | 74.0 |
| 2    | 1    | 75.8 |
| 2    | 1    | 72.0 |
| 2    | 1    | 72.5 |
| 2    | 2    | 77.3 |
| 2    | 2    | 71.5 |
| 2    | 2    | 74.0 |
| 2    | 2    | 74.5 |
| 2    | 3    | 76.3 |
| 2    | 3    | 72.0 |
| 2    | 3    | 72.5 |
| 2    | 3    | 76.8 |
| 2    | 4    | 77.0 |
| 2    | 4    | 74.5 |
| 2    | 4    | 79.0 |
| 2    | 4    | 79.8 |

Na podstawie tych danych ocenić doboru metody nawadniania poletok i sposobu nawożenia azotem na wielkość plonu ziarna pszenicy ozimej. Oprócz oceny istotności wpływu pojedynczych czynników zbadać istotność interakcji (współdziałania) nawadniania i nawożenia azotem. Przyjąć poziom istotności 0.05.

### Zadanie 7

W pewnych zakładach lotniczych stosuje się dwie metody nakładania farby podkładowej na części aluminiowe: malowanie zanurzeniowe i natryskowe. Czyni się to w celu zwiększenia przylegania właściwej farby nawierzchniowej, którą później są malowane owe części. We wspomnianych zakładach stosowano do tej pory trzy rodzaje farb podkładowych. Inżynier technolog, odpowiedzialny za ten etap produkcji, postanowił zbadać, czy rodzaj farby podkładowej oraz sposób jej nakładania na detal mają istotny wpływ na siłę przylegania właściwej farby nawierzchniowej. W tym celu przeprowadzono eksperyment, w którym zmierzono siłę przylegania farby nawierzchniowej do kilku detali malowanych wpraw różnymi farbami podkładowymi, nanoszonymi obiema metodami. Wyniki pomiarów zamieszczono w poniższej tabeli. Jakie wnioski powinien wyciągnąć inżynier na podstawie owych wyników?

| Rodzaj farby | Malowanie zanurzeniowe |     |     | Malowanie natryskowe |     |     |
|--------------|------------------------|-----|-----|----------------------|-----|-----|
| A            | 4.0                    | 4.5 | 4.3 | 5.4                  | 4.9 | 5.6 |
| B            | 5.6                    | 4.9 | 5.4 | 5.8                  | 6.1 | 6.3 |
| C            | 3.8                    | 3.7 | 3.9 | 6.5                  | 6.0 | 5.0 |

### Zadanie 8

Przeprowadzono następujące doświadczenie: 18 mężczyzn i 18 kobiet rozmieszczono losowo w 9 pokojach w ten sposób, że w każdym pokoju były po dwie osoby tej samej płci. W pokojach tych utrzymywano stałą temperaturę: 18 °C, 21 °C albo 24 °C (przydział temperatur poszczególnym pokojom był także losowy). Po upływie trzech godzin oceniano samopoczucie każdej z badanych osób (zastosowano ocenę punktową, w której 1 = zbyt zimno, 8 = idealna temperatura, 15 = zbyt ciepło).

|       |    |         |    |    |         |   |    |         |   |
|-------|----|---------|----|----|---------|---|----|---------|---|
| 18 °C | M. | Pokój 1 |    | M. | Pokój 2 |   | M. | Pokój 3 |   |
|       | K. | 5       | 4  | K. | 5       | 4 | K. | 4       | 2 |
|       |    | 1       | 2  |    | 5       | 5 |    | 1       | 3 |
| 21 °C | M. | Pokój 4 |    | M. | Pokój 5 |   | M. | Pokój 6 |   |
|       | K. | 8       | 8  | K. | 6       | 3 | K. | 5       | 7 |
|       |    | 10      | 7  |    | 8       | 8 |    | 7       | 8 |
| 24 °C | M. | Pokój 7 |    | M. | Pokój 8 |   | M. | Pokój 9 |   |
|       | K. | 12      | 8  | K. | 8       | 7 | K. | 6       | 6 |
|       |    | 11      | 13 |    | 8       | 8 |    | 6       | 7 |

Zbadać wpływ temperatury panującej w pokoju na samopoczucie. Czy ocena samopoczucia zależy od płci? Czy występują tu istotne interakcje między oboma badanymi czynnikami (tzn. temperaturą i płcią)?

**Zadanie 9**

Przeprowadzono eksperyment mający na celu porównanie prędkości transmisji danych przez pewien model telefaksu wyposażony w trzy rodzaje podzespołów elektronicznych (oznaczonych przez A, B i C), pochodzących od różnych producentów. Wspomnianą próbę przeprowadzono na trzech rodzajach druków: zawierających sam tekst, same ilustracje oraz tekst z ilustracjami. Ustalić, czy ujawniły się istotne różnice w przeciętnym czasie transmisji między telefaksami wyposażonymi w różne rodzaje podzespołów.

|                      | A  | B  | C  |
|----------------------|----|----|----|
| Tekst                | 17 | 19 | 22 |
| Ilustracje           | 18 | 24 | 16 |
| Tekst z ilustracjami | 23 | 15 | 19 |

**Zadanie 10**

W celu zbadania wpływu czterech dawek nawożenia azotowego (w ilościach 0, 40, 80 i 120 kg/ha) na plonowanie lucerny przy trzech sposobach siewu (siew czysty C oraz dwa rodzaje wsiewu M i P w jęczmień jary) założono doświadczenie w czterech powtórzeniach. Dla każdej kombinacji nawożenia ze sposobem siewu zmierzono plon zielonej masy (w kg z poletka). W pierwszym pokosie uzyskano następujące obserwacje:

|   | 0    |      | 40   |      | 80   |      | 120  |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C | 33.2 | 36.2 | 42.2 | 41.4 | 50.2 | 53.0 | 46.2 | 52.4 |
|   | 44.2 | 51.0 | 50.6 | 45.2 | 52.6 | 45.0 | 49.0 | 43.6 |
| M | 18.6 | 13.0 | 18.0 | 20.0 | 24.2 | 21.6 | 34.2 | 17.2 |
|   | 14.6 | 18.8 | 14.2 | 19.1 | 16.4 | 19.0 | 15.5 | 22.2 |
| P | 20.4 | 14.4 | 21.9 | 42.0 | 18.2 | 21.0 | 16.4 | 15.0 |
|   | 11.0 | 22.6 | 16.2 | 25.6 | 27.3 | 27.6 | 21.6 | 27.8 |

Ustalić, który z badanych czynników miał istotny wpływ na plon masy zielonej.