

# Spis treści

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Od redaktora (Andrzej Stanisław)</b> .....                                               | 9   |
| <b>1. PRZYSTĘPUJEMY DO ANALIZY STATYSTYCZNEJ (Joanna Martyniak,</b>                         |     |
| Irena Roterman-Konieczna).....                                                              | 11  |
| 1.1. Zbieramy dane .....                                                                    | 12  |
| 1.2. Forma graficzna.....                                                                   | 18  |
| 1.3. Baza danych w pakietach statystycznych .....                                           | 21  |
| 1.3.1. Pakiet <i>STATISTICA</i> .....                                                       | 21  |
| 1.3.2. Pakiet <i>STATGRAPHICS</i> .....                                                     | 23  |
| 1.3.3. Pakiet <i>SAS</i> .....                                                              | 24  |
| 1.3.4. Pakiet <i>BMDP</i> .....                                                             | 26  |
| 1.3.5. Pakiet <i>SPSS</i> .....                                                             | 27  |
| <b>2. CHARAKTERYZACJA OBSERWOWANEJ LUB BADANEJ GRUPY.</b>                                   |     |
| <b>CHARAKTERYSTYKI PODSTAWOWE: MIARY POŁOŻENIA, MIARY</b>                                   |     |
| <b>ROZPROSZENIA (Lucyna Walczycka)</b> .....                                                | 31  |
| 2.1. Wprowadzenie .....                                                                     | 31  |
| 2.2. Szukamy wielkości przeciętnej – miary położenia .....                                  | 32  |
| 2.3. Jak dalece zebrane pomiary odbiegają od średniej – miary rozproszenia (miary           |     |
| zmienności lub dyspersji).....                                                              | 38  |
| 2.4. Miary asymetrii.....                                                                   | 41  |
| 2.5. Miary koncentracji.....                                                                | 44  |
| 2.6. Wyciągamy wnioski z naszych obliczeń – przedział ufności dla średniej z populacji..... | 44  |
| 2.7. Ćwiczenia .....                                                                        | 46  |
| <b>3. ABC WERYFIKACJI HIPOTEZ (Józef Pułka)</b> .....                                       | 57  |
| 3.1. Uwagi wstępne .....                                                                    | 57  |
| 3.1.1. Hipotezy statystyczne .....                                                          | 59  |
| 3.1.2. Hipotezy istotności różnic .....                                                     | 61  |
| 3.1.3. Hipotezy niezależności .....                                                         | 62  |
| 3.1.4. Hipotezy zgodności .....                                                             | 63  |
| 3.2. Weryfikacja hipotez statystycznych.....                                                | 63  |
| <b>4. TEST SPRAWDZAJĄCY TYP ROZKŁADU CECHY MIERZALNEJ. TEST</b>                             |     |
| <b>CHI-KWADRAT (<math>\chi^2</math>) (Irena Roterman-Konieczna)</b> .....                   | 71  |
| 4.1. Pakiet <i>STATISTICA</i> .....                                                         | 80  |
| 4.2. Pakiet <i>STATGRAPHICS</i> .....                                                       | 86  |
| 4.3. Pakiet <i>SAS</i> .....                                                                | 89  |
| 4.4. Pakiet <i>BMDP</i> .....                                                               | 92  |
| 4.5. Pakiet <i>SPSS</i> .....                                                               | 96  |
| <b>5. TESTY PARAMETRYCZNE (Krystyna Stanisław-Wallis)</b> .....                             | 101 |
| 5.1. Test t-Studenta dla prób niezależnych .....                                            | 101 |
| 5.1.1. Wprowadzenie.....                                                                    | 101 |
| 5.1.2. Problem medyczny .....                                                               | 101 |



|                                                                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.1.3. Opis danych.....                                                                                                             | 101        |
| 5.1.4. Opis metody .....                                                                                                            | 102        |
| 5.1.5. Obliczenie w pakiecie <i>STATISTICA 6</i> i interpretacja wyników.....                                                       | 104        |
| 5.1.6. Pakiet STATGRAPHICS Plus 5.0.....                                                                                            | 109        |
| 5.1.7. Obliczenie w pakiecie SAS przy użyciu Enterprise Guide.....                                                                  | 112        |
| 5.1.8. Obliczenie w pakiecie BMDP .....                                                                                             | 115        |
| 5.1.9. Obliczenie w pakiecie SPSS.....                                                                                              | 118        |
| 5.2. Test t-Studenta dla prób zależnych (powiązanych).....                                                                          | 119        |
| 5.2.1. Wprowadzenie.....                                                                                                            | 119        |
| 5.2.2. Problem medyczny .....                                                                                                       | 120        |
| 5.2.3. Opis danych.....                                                                                                             | 120        |
| 5.2.4. Opis metody .....                                                                                                            | 120        |
| 5.2.5. Obliczenie w pakiecie <i>STATISTICA 6</i> i interpretacja wyników.....                                                       | 121        |
| 5.2.6. Obliczenie w pakiecie STATGRAPHICS Plus 5.0 .....                                                                            | 125        |
| 5.2.7. Obliczenie w pakiecie SAS przy użyciu Enterprise Guide .....                                                                 | 127        |
| 5.2.8. Obliczenie w pakiecie BMDP .....                                                                                             | 129        |
| 5.2.9. Obliczenie w pakiecie SPSS.....                                                                                              | 131        |
| <b>6. TESTY NIEPARAMETRYCZNE (Krystyna Stanisz-Wallis) .....</b>                                                                    | <b>135</b> |
| 6.1. Wstęp.....                                                                                                                     | 135        |
| 6.2. Test Manna–Whitneya.....                                                                                                       | 135        |
| 6.2.1. Wprowadzenie.....                                                                                                            | 135        |
| 6.2.2. Problem medyczny .....                                                                                                       | 136        |
| 6.2.3. Opis danych.....                                                                                                             | 136        |
| 6.2.4. Opis metody .....                                                                                                            | 136        |
| 6.2.5. Obliczenie za pomocą pakietu <i>STATISTICA 6</i> i interpretacja wyników.....                                                | 137        |
| 6.2.6. Pakiet STATGRAPHICS .....                                                                                                    | 141        |
| 6.2.7. Pakiet SAS.....                                                                                                              | 144        |
| 6.2.8. Pakiet BMDP.....                                                                                                             | 146        |
| 6.2.9. Pakiet SPSS .....                                                                                                            | 148        |
| 6.3. Test kolejności par Wilcozona (zmiennie powiązane).....                                                                        | 150        |
| 6.3.1. Wprowadzenie.....                                                                                                            | 150        |
| 6.3.2. Problem medyczny .....                                                                                                       | 150        |
| 6.3.3. Opis danych.....                                                                                                             | 151        |
| 6.3.4. Opis metody .....                                                                                                            | 151        |
| 6.3.5. Obliczenie w pakiecie <i>STATISTICA 6</i> i interpretacja wyników.....                                                       | 151        |
| 6.3.6. Pakiet STATGRAPHICS .....                                                                                                    | 155        |
| 6.3.7. Pakiet BMDP.....                                                                                                             | 158        |
| 6.3.8. Pakiet SPSS.....                                                                                                             | 160        |
| 6.4. Test ANOVA Kruskala–Wallisa.....                                                                                               | 162        |
| 6.4.1. Wprowadzenie.....                                                                                                            | 162        |
| 6.4.2. Problem medyczny .....                                                                                                       | 163        |
| 6.4.3. Opis danych.....                                                                                                             | 163        |
| 6.4.4. Opis metody .....                                                                                                            | 163        |
| 6.4.5. Obliczenie za pomocą pakietu <i>STATISTICA 6</i> i interpretacja wyników.....                                                | 164        |
| 6.4.6. Pakiet STATGRAPHICS .....                                                                                                    | 168        |
| 6.4.7. Obliczenie w pakiecie SAS .....                                                                                              | 171        |
| 6.4.8. Pakiet BMDP.....                                                                                                             | 174        |
| 6.4.9. Pakiet SPSS .....                                                                                                            | 176        |
| <b>7. OCENA RÓŻNIC ŚREDNICH MIĘDZY WIELOMA POPULACJAMI I ANALIZA DANYCH UWZGLĘDNIAJĄCYCH ZMIANĘ W CZASIE (Helena Stanuch) .....</b> | <b>179</b> |
| 7.1. Wprowadzenie.....                                                                                                              | 179        |
| 7.2. Założenia analizy wariancji .....                                                                                              | 180        |
| 7.3. Schemat analizy wariancji .....                                                                                                | 181        |



|                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4. Obliczenia w pakiecie <i>STATISTICA 6</i> i interpretacja wyników.....          | 184        |
| 7.4.1. Import zeszytu z kilkoma arkuszami z Excela do <i>STATISTICA 6</i> .....      | 184        |
| 7.4.2. Obliczanie testu Levene'a do oceny jednorodności wariancji .....              | 185        |
| 7.4.3. Obliczanie testu F w jednoczynnikowej analizie wariancji .....                | 187        |
| 7.4.4. Obliczanie testu Scheffego do wyboru istotnie różnych średnich .....          | 189        |
| 7.4.5. Ogólny schemat jednoczynnikowej analizy wariancji.....                        | 190        |
| 7.5. Dwuczynnikowa analiza wariancji z uwzględnieniem interakcji.....                | 191        |
| 7.6. Niektóre metody analizy danych klinicznych uwzględniających czynnik czasu ..... | 199        |
| 7.6.1. Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami .....                              | 199        |
| 7.6.2. Analiza czasu przeżycia metodą Kaplana–Meiera.....                            | 204        |
| 7.6.3. Szeregi czasowe – rytmiczność dobową.....                                     | 210        |
| 7.7. Obliczenia w pakiecie statystycznym BMDP New System 2.0.....                    | 213        |
| 7.7.1. Jednoczynnikowa analiza wariancji.....                                        | 213        |
| 7.7.2. Dwukierunkowa analiza wariancji z interakcją .....                            | 215        |
| 7.7.3. Analiza wariancji z powtarzanymi pomiarami .....                              | 216        |
| 7.7.4. Analiza przeżycia metodą Kaplana–Meiera .....                                 | 218        |
| 7.8. Obliczenia w pakiecie statystycznym STATGRAPHICS Plus 5.0.....                  | 220        |
| 7.8.1. Jednokierunkowa analiza wariancji.....                                        | 220        |
| 7.8.2. Dwukierunkowa analiza wariancji.....                                          | 221        |
| 7.8.3. Analiza krzywych przeżycia metodą Kaplana–Meiera.....                         | 222        |
| 7.9. Obliczenia w pakiecie SAS przy użyciu Enterprise Guide .....                    | 224        |
| 7.9.1. Analiza wariancji.....                                                        | 224        |
| 7.9.2. Analiza przeżycia metodą Kaplana–Meiera .....                                 | 225        |
| 7.10. Obliczenia w pakiecie statystycznym SPSS .....                                 | 227        |
| 7.10.1. Jednokierunkowa analiza wariancji .....                                      | 227        |
| 7.10.2. Dwukierunkowa analiza wariancji z interakcją .....                           | 229        |
| 7.10.3. Analiza krzywych przeżycia metodą Kaplana–Meiera.....                        | 231        |
| <b>8. BADANIE ZALEŻNOŚCI MIĘDZY DWIEMA CECHAMI NIEMIERSZALNYMI.</b>                  |            |
| <b>TABELE WIELODZIELCZE. TEST NIEZALEŻNOŚCI CHI-KWADRAT (<math>\chi^2</math>)</b>    |            |
| (Lucyna Walczycka) .....                                                             | 235        |
| 8.1. Wprowadzenie .....                                                              | 235        |
| 8.2. Test niezależności chi-kwadrat ( $\chi^2$ ) .....                               | 237        |
| 8.3. Test chi-kwadrat ( $\chi^2$ ), ćwiczenia.....                                   | 244        |
| <b>9. ESTYMACJA I ESTYMATORY (Stanisława Kuroś) .....</b>                            | <b>263</b> |
| 9.1. Wstęp.....                                                                      | 263        |
| 9.2. Estymacja punktowa.....                                                         | 264        |
| 9.3. Metody wyznaczania estymatorów.....                                             | 265        |
| 9.4. Estymacja przedziałowa .....                                                    | 268        |
| <b>10. KORELACJA (Stanisława Kuroś) .....</b>                                        | <b>271</b> |
| 10.1. Wstęp .....                                                                    | 271        |
| 10.2. Zależności między zmiennymi .....                                              | 271        |
| 10.3. Analiza korelacji .....                                                        | 273        |
| 10.4. Współczynnik korelacji Pearsona.....                                           | 274        |
| 10.5. Korelacja rang Spearmana.....                                                  | 279        |
| 10.6. Obliczenia w pakiecie statystycznym SAS.....                                   | 282        |
| 10.7. Obliczenia w pakiecie statystycznym STATGRAPHICS Plus.....                     | 285        |
| 10.8. Obliczenia w pakiecie statystycznym SPSS.....                                  | 287        |
| 10.9. Obliczenia w pakiecie statystycznym BMDP.....                                  | 290        |
| 10.10. Obliczenia w pakiecie statystycznym <i>STATISTICA</i> .....                   | 293        |
| <b>11. REGRESJA LINIOWA (Stanisława Kuroś) .....</b>                                 | <b>299</b> |
| 11.1. Wstęp .....                                                                    | 299        |
| 11.2. Prosty model regresji liniowej.....                                            | 299        |



|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11.3. Liniowa regresja wieloraka .....                                                        | 303        |
| 11.4. Obliczenia w pakiecie statystycznym SAS.....                                            | 307        |
| 11.5. Obliczenia w pakiecie statystycznym STATGRAPHICS Plus.....                              | 311        |
| 11.6. Obliczenia w pakiecie statystycznym SPSS .....                                          | 313        |
| 11.7. Obliczenia w pakiecie statystycznym BMDP.....                                           | 317        |
| 11.8. Obliczenia w pakiecie statystycznym STATISTICA .....                                    | 320        |
| <b>12. ZAAWANSOWANE METODY STATYSTYCZNE (Andrzej Stanisławski) .....</b>                      | <b>325</b> |
| 12.1. Regresja logistyczna.....                                                               | 325        |
| 12.1.1. Pakiet STATGRAPHICS Plus.....                                                         | 335        |
| 12.1.2. Pakiet SAS.....                                                                       | 338        |
| 12.1.3. Pakiet BMDP.....                                                                      | 342        |
| 12.1.4. Pakiet SPSS .....                                                                     | 344        |
| 12.2. Analiza przeżycia .....                                                                 | 347        |
| 12.2.1. Pakiet STATGRAPHICS Plus.....                                                         | 358        |
| 12.2.2. Pakiet SAS.....                                                                       | 358        |
| 12.2.3. Pakiet BMDP.....                                                                      | 363        |
| 12.2.4. Pakiet SPSS .....                                                                     | 364        |
| <b>13. DODATEK 1 – ZASOBY STATYSTYCZNE W INTERNECIE (Piotr Grzybowski, Marcin Król) .....</b> | <b>371</b> |
| <b>14. DODATEK 2 – ELEMENTY RACHUNKU PRAWDOPODOBIEŃSTWA (Joanna Martyniak) .....</b>          | <b>379</b> |
| 14.1. Wstęp .....                                                                             | 379        |
| 14.2. Wprowadzenie .....                                                                      | 380        |
| 14.3. Klasyczna definicja prawdopodobieństwa .....                                            | 381        |
| 14.4. Prawdopodobieństwo warunkowe i całkowite .....                                          | 383        |
| 14.5. Twierdzenie Bayesa .....                                                                | 384        |
| 14.6. Schemat Bernoullego .....                                                               | 385        |
| 14.7. Zmienna losowa i jej rozkład .....                                                      | 386        |
| 14.7.1. Zmienne jakościowe .....                                                              | 386        |
| 14.7.2. Zmienne ilościowe.....                                                                | 387        |
| 14.8. Rozkłady w pakietach statystycznych .....                                               | 394        |
| 14.8.1. Pakiet STATISTICA .....                                                               | 394        |
| 14.8.2. Pakiet STATGRAPHICS .....                                                             | 395        |
| 14.8.3. Pakiet SAS.....                                                                       | 395        |
| <b>15. DODATEK 3 – SPOSOBY DOBORU PRÓBY I OBLICZANIE JEJ LICZEBNOŚCI (Józef Pułka) .....</b>  | <b>399</b> |
| 15.1. Dobór probabilistyczny .....                                                            | 399        |
| 15.2. Dobór prosty .....                                                                      | 399        |
| 15.3. Dobór warstwowy .....                                                                   | 400        |
| 15.4. Dobór systematyczny .....                                                               | 400        |
| 15.5. Dobór zespołowy .....                                                                   | 401        |
| 15.6. Dobór dwustopniowy .....                                                                | 401        |
| 15.7. Dobór grupy kontrolnej.....                                                             | 401        |
| 15.8. Określanie liczebności próby .....                                                      | 403        |
| 15.9. Ogólny schemat procedury wnioskowania statystycznego.....                               | 404        |
| 15.10. Metoda celowego doboru próby .....                                                     | 409        |