

Spis treści

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>O autorce</b>                                          | <b>15</b> |
| <b>Podziękowania od autorki</b>                           | <b>17</b> |
| <b>Wstęp</b>                                              | <b>19</b> |
| O książce                                                 | 20        |
| Konwencje zastosowane w książce                           | 20        |
| Czego nie czytać                                          | 21        |
| Naiwne założenia                                          | 21        |
| Jak podzielona jest książka                               | 21        |
| Część I: Istotne statystyki dotyczące statystyki          | 21        |
| Część II: Podstawy wykonywania obliczeń                   | 22        |
| Część III: Rozkłady i centralne twierdzenie graniczne     | 22        |
| Część IV: Przewidywanie i hipotetyzowanie z przekonaniem  | 22        |
| Część V: Badania statystyczne i pogoń za znaczącą relacją | 23        |
| Część VI: Dekalogi                                        | 23        |
| Ikony użyte w książce                                     | 23        |
| Co dalej                                                  | 24        |
| <b>Część I: Istotne statystyki dotyczące statystyki</b>   | <b>25</b> |
| <b>Rozdział 1: Statystyka w pigułce</b>                   | <b>27</b> |
| Powodzenie w statystycznym świecie                        | 27        |
| Projektowanie odpowiednich badań                          | 28        |
| Sondaże                                                   | 29        |
| Eksperymenty                                              | 29        |
| Gromadzenie wartościowych danych                          | 30        |
| Dobór właściwej próby                                     | 30        |
| Unikanie tendencyjności danych                            | 31        |
| Tworzenie skutecznych podsumowań                          | 32        |
| Statystyki opisowe                                        | 32        |
| Wykresy i grafy                                           | 33        |
| Ustalanie rozkładów                                       | 34        |
| Prowadzenie właściwych analiz                             | 34        |
| Błąd statystyczny i przedziały ufności                    | 35        |
| Testowanie statystyczne                                   | 36        |
| Korelacja, regresja i tabele krzyżowe                     | 37        |
| Wyciąganie wiarygodnych wniosków                          | 38        |
| Podawanie zawyżonych wyników                              | 38        |
| Kwestionowanie twierdzeń o przyczynie i skutku            | 38        |
| Jak być detektywem, a nie sceptykiem                      | 39        |

|                                                                                |               |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Rozdział 2: Statystyka w codziennym życiu</b>                               | <b>41</b>     |
| Statystyka i media — więcej pytań niż odpowiedzi?                              | 41            |
| Sondowanie problemów z popcornem                                               | 42            |
| Walka z wirusami                                                               | 42            |
| Ustalanie przyczyn wypadków                                                    | 43            |
| Rozważania nad pomyłkami lekarskimi                                            | 44            |
| Kwestie utraty gruntów                                                         | 44            |
| Kontrolowanie szkół                                                            | 44            |
| Problematyka sportowa                                                          | 45            |
| Wiadomości ekonomiczne                                                         | 46            |
| Informacje turystyczne                                                         | 46            |
| Badanie statystyk seksualnych                                                  | 47            |
| Dywagacje nad prognozami pogody                                                | 47            |
| Rozmyślania o filmach                                                          | 48            |
| Prześwietlanie horoskopów                                                      | 48            |
| Wykorzystywanie statystyki w pracy                                             | 48            |
| Odbieranie porodów — oraz udzielanie informacji                                | 49            |
| Pozowanie do zdjęć                                                             | 49            |
| Gromadzenie danych o pizzy                                                     | 50            |
| Statystyki w biurze                                                            | 50            |
| <br><b>Rozdział 3: Przejmujemy kontrolą — tak wiele liczb i tak mało czasu</b> | <br><b>51</b> |
| Wykiywanie błędów, przesady i zwykłych kłamstw                                 | 52            |
| Sprawdzanie obliczeń                                                           | 52            |
| Wykrywanie mylących statystyk                                                  | 53            |
| Poszukiwanie kłamstw we właściwych miejscach                                   | 59            |
| Skutki mylących statystyk                                                      | 59            |
| <br><b>Rozdział 4: Narzędzia pracy</b>                                         | <br><b>61</b> |
| Statystyka — więcej niż tylko liczby                                           | 61            |
| Poznajemy podstawy statystycznego żargonu                                      | 63            |
| Dane                                                                           | 63            |
| Zbiór danych                                                                   | 64            |
| Zmienna                                                                        | 65            |
| Populacja                                                                      | 65            |
| Próba losowa czy inna?                                                         | 66            |
| Statystyka                                                                     | 67            |
| Parametr                                                                       | 68            |
| Tendencyjność                                                                  | 68            |
| Średnia (przeciętna)                                                           | 69            |
| Mediana                                                                        | 69            |
| Odchylenie standardowe                                                         | 69            |
| Percentyl                                                                      | 70            |
| Wynik standaryzowany                                                           | 70            |
| Rozkład i rozkład normalny                                                     | 71            |
| Centralne twierdzenie graniczne                                                | 72            |
| Wartości z                                                                     | 73            |
| Eksperymenty                                                                   | 73            |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| Sondaże (ankiety)              | 74 |
| Błąd statystyczny              | 75 |
| Przedział ufności              | 76 |
| Testowanie statystyczne        | 77 |
| Wartości p                     | 77 |
| Istotność statystyczna         | 78 |
| Korelacja kontra przyczynowość | 79 |

## **Część II: Podstawy Wykonywania obliczeń** **81**

### **Rozdział 5: Średnie, mediany i nie tylko** **83**

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| Podsumowywanie danych z wykorzystaniem statystyk opisowych       | 83  |
| Obliczenia danych kategoriycznych — tabele i wartości procentowe | 84  |
| Badanie środka za pomocą średniej i mediany                      | 86  |
| Uśrednianie do średniej                                          | 87  |
| Podział danych według mediany                                    | 88  |
| Porównywanie średnich i median — histogramy                      | 89  |
| Pojęcie rozproszenia                                             | 91  |
| Ustalanie odchylenia standardowego                               | 91  |
| Poza zakresem                                                    | 95  |
| Badanie reguły trzech sigm                                       | 95  |
| Pomiar pozycji względnej za pomocą percentyli                    | 97  |
| Obliczanie percentyli                                            | 98  |
| Interpretacja percentyli                                         | 99  |
| Zestawianie podsumowania pięcioliczbowego                        | 101 |
| Badanie rozstępu ćwiartkowego                                    | 103 |

### **Rozdział 6: Właściwy obraz — wykresy danych kategoriycznych** **105**

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| Kawałki układanki — wykresy kołowe                                 | 105 |
| Podział wydatków osobistych                                        | 106 |
| Dochody z loterii                                                  | 107 |
| Jedzenie z dostawą do domu                                         | 108 |
| Analiza trendów struktury wiekowej                                 | 109 |
| Podnoszenie poprzeczki na wykresach słupkowych                     | 110 |
| Śledzenie kosztów transportu                                       | 110 |
| Zyski z lotem                                                      | 112 |
| Kwestia skali na wykresie słupkowym                                | 113 |
| Rozmyślanie nad najbardziej irytującymi sytuacjami w miejscu pracy | 114 |

### **Rozdział 7: Krok po kroku — wykresy danych liczbowych** **117**

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Histogramy                        | 117 |
| Tworzenie histogramu              | 117 |
| Interpretacja histogramu          | 120 |
| Obrazy i liczby                   | 124 |
| Wykrywanie mylących histogramów   | 125 |
| Badanie wykresów pudełkowych      | 128 |
| Tworzenie wykresu pudełkowego     | 128 |
| Interpretacja wykresu pudełkowego | 130 |
| Tworzenie wykresów czasowych      | 135 |

|                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Interpretacja wykresów czasowych                                                                                                            | 135        |
| Kwestia zróżnicowania — wykresy czasowe kontra histogramy                                                                                   | 136        |
| Wyszukiwanie mylących wykresów czasowych                                                                                                    | 136        |
| <b>Część III: Rozkłady i centralne twierdzenie graniczne</b>                                                                                | <b>141</b> |
| <b>Rozdział 8: Zmienne losowe i rozkład dwumianowy</b>                                                                                      | <b>143</b> |
| Definiowanie zmiennej losowej                                                                                                               | 143        |
| Zmienne dyskretne i ciągłe                                                                                                                  | 144        |
| Rozkłady prawdopodobieństw                                                                                                                  | 145        |
| Średnia i wariancja dyskretnej zmiennej losowej                                                                                             | 146        |
| Identyfikacja dwumianu                                                                                                                      | 146        |
| Sprawdzanie warunków rozkładu dwumianowego krok po kroku                                                                                    | 147        |
| Brak ustalonej liczby prób                                                                                                                  | 148        |
| Więcej niż sukces lub porażka                                                                                                               | 148        |
| Próby nie są niezależne                                                                                                                     | 148        |
| Prawdopodobieństwo sukcesu ( $p$ ) ulega zmianie                                                                                            | 149        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dwumianowych z wykorzystaniem wzoru                                                                           | 149        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dwumianowych z wykorzystaniem tablicy dwumianowej                                                             | 151        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dla określonych wartości $X$                                                                                  | 152        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dla $X$ większego lub mniejszego od określonej wartości oraz dla znajdującego się pomiędzy dwiema wartościami | 152        |
| Sprawdzanie średniej i odchylenia standardowego zmiennej o rozkładzie dwumianowym                                                           | 153        |
| <b>Rozdział 9: Rozkład normalny</b>                                                                                                         | <b>155</b> |
| Badanie podstaw rozkładu normalnego                                                                                                         | 155        |
| Spotkanie ze standardowym rozkładem normalnym (rozkładem $Z$ )                                                                              | 158        |
| Sprawdzanie $Z$                                                                                                                             | 158        |
| Standaryzacja $X$ do $Z$                                                                                                                    | 159        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dla $Z$ z wykorzystaniem tablicy $Z$                                                                          | 160        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dla rozkładu normalnego                                                                                       | 161        |
| Znajdowanie $X$ , gdy znamy wartość procentową                                                                                              | 164        |
| Ustalanie percentyli dla rozkładu normalnego                                                                                                | 164        |
| Podchwytliwe sformułowania w zadaniach z percentylami                                                                                       | 166        |
| Aproksymacja rozkładu dwumianowego rozkładem normalnym                                                                                      | 167        |
| <b>Rozdział 10: Rozkład t-Studenta</b>                                                                                                      | <b>169</b> |
| Podstawy rozkładu t-Studenta                                                                                                                | 169        |
| Porównanie rozkładów $Z$ i t-Studenta                                                                                                       | 169        |
| Ustalanie wpływu zróżnicowania na rozkłady t-Studenta                                                                                       | 170        |
| Korzystanie z tablicy t-Studenta                                                                                                            | 171        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw z wykorzystaniem tablicy rozkładu t-Studenta                                                                  | 172        |
| Ustalanie percentyli dla rozkładu t-Studenta                                                                                                | 172        |
| Określanie wartości $t^*$ dla przedziałów ufności                                                                                           | 173        |

|                                                                                              |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Badanie zachowań z wykorzystaniem tablicy t-Studenta                                         | 173        |
| <b>Rozdział 11: Rozkłady z prób i centralne twierdzenie graniczne</b>                        | <b>175</b> |
| Definiowanie rozkładu z próby                                                                | 175        |
| Średnia rozkładu z próby                                                                     | 177        |
| Pomiar błędu standardowego                                                                   | 177        |
| Liczebność próby a błąd standardowy                                                          | 178        |
| Odchylenie standardowe a błąd standardowy dla populacji                                      | 179        |
| Kształt rozkładu z próby                                                                     | 181        |
| Przypadek 1.: rozkład X jest normalny                                                        | 181        |
| Przypadek 2.: rozkład X nie jest normalny — pojawia się centralne twierdzenie graniczne      | 181        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dla średniej z próby                                           | 184        |
| Rozkład z próby dla odsetka z próby                                                          | 185        |
| Znajdowanie prawdopodobieństw dla odsetka z próby                                            | 187        |
| <b>Część IV: Przewidywanie i hipotetyzowanie z przekonaniem</b>                              | <b>189</b> |
| <b>Rozdział 12: Miejsce na błąd statystyczny</b>                                             | <b>191</b> |
| Istotność plusa i minusa                                                                     | 191        |
| Ustalanie błędu statystycznego — wzór ogólny                                                 | 193        |
| Pomiar zróżnicowania próby                                                                   | 193        |
| Obliczanie błędu statystycznego dla odsetka z próby                                          | 194        |
| Ogłaszanie wyników                                                                           | 196        |
| Obliczanie błędu statystycznego dla średniej z próby                                         | 196        |
| Przekonanie, że mamy rację                                                                   | 198        |
| Ustalanie znaczenia liczebności próby                                                        | 198        |
| Liczebność próby a błąd statystyczny                                                         | 198        |
| Więcej nie zawsze znaczy (o wiele) lepiej!                                                   | 199        |
| Utrzymanie błędu statystycznego w odpowiedniej perspektywie                                  | 199        |
| <b>Rozdział 13: Przedziały ufności — trafne oszacowania</b>                                  | <b>201</b> |
| Nie wszystkie oszacowania są sobie równe                                                     | 201        |
| Łączenie statystyki z parametrem                                                             | 202        |
| Kwestie nazewnictwa                                                                          | 203        |
| Interpretacja wyników                                                                        | 204        |
| Problematyka zakresu                                                                         | 204        |
| Wybór poziomu ufności                                                                        | 205        |
| Uwzględnianie liczebności próby                                                              | 207        |
| Ocena zróżnicowania populacji                                                                | 208        |
| Obliczanie przedziału ufności dla średniej z populacji                                       | 209        |
| Przypadek 1.: odchylenie standardowe populacji jest znane                                    | 209        |
| Przypadek 2.: odchylenie standardowe populacji nie jest znane i/lub wartość n jest niewielka | 210        |
| Ustalanie pożądanej wartości liczebności próby                                               | 211        |
| Ustalanie przedziału ufności dla pojedynczego odsetka populacji                              | 213        |
| Określanie przedziału ufności dla różnicy dwóch średnich                                     | 214        |
| Przypadek 1.: odchylenia standardowe populacji są znane                                      | 215        |
| Przypadek 2.: odchylenia standardowe populacji są nieznane i/lub                             |            |

|                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| liczebności prób są niewielkie                                          | 216        |
| Szacowanie różnicy dwóch odsetków                                       | 217        |
| Znajdowanie mylących przedziałów ufności                                | 219        |
| <b>Rozdział 14: Twierdzenia, testy i wnioski</b>                        | <b>221</b> |
| Formułowanie hipotez                                                    | 222        |
| Definiowanie zera                                                       | 222        |
| Jaka jest alternatywa?                                                  | 222        |
| Gromadzenie dowodów (danych)                                            | 223        |
| Zestawianie dowodów — statystyka testowa                                | 224        |
| Gromadzenie statystyk z prób                                            | 224        |
| Pomiar rozproszenia z wykorzystaniem błędów standardowych               | 224        |
| Pojęcie wyników standaryzowanych                                        | 225        |
| Obliczanie i interpretacja statystyki testowej                          | 225        |
| Ocena dowodów i podejmowanie decyzji — wartości p                       | 226        |
| Łączenie statystyk testowych i wartości p                               | 226        |
| Definiowanie wartości p                                                 | 227        |
| Obliczanie wartości p                                                   | 227        |
| Wyciąganie wniosków                                                     | 228        |
| Określanie granic dla odrzucenia $H_0$                                  | 229        |
| Testowanie żyłaków                                                      | 230        |
| Ocena prawdopodobieństwa złej decyzji                                   | 230        |
| Fałszywe alarmy — błędy pierwszego rodzaju                              | 231        |
| Brak wykrycia — błędy drugiego rodzaju                                  | 231        |
| Rozdział 15: Popularne testy statystyczne — wzory i przykłady           | 233        |
| Testowanie jednej średniej z populacji                                  | 233        |
| Małe próby i nieznane odchylenia standardowe — test t-Studenta          | 235        |
| Stosowanie testu t-Studenta                                             | 236        |
| Związek pomiędzy t i Z                                                  | 237        |
| Postępowanie z ujemnymi wartościami t                                   | 237        |
| Badanie opcji „nie równa się”                                           | 238        |
| Testowanie pojedynczego odsetka z populacji                             | 238        |
| Porównywanie dwóch (niezależnych) średnich z populacji                  | 240        |
| Testowanie średniej z różnicy (test t-Studenta dla zmiennych zależnych) | 242        |
| Porównywanie dwóch odsetków z populacji                                 | 245        |
| <b>Część V: Badania statystyczne i pogoń za znaczącą relacją</b>        | <b>249</b> |
| <b>Rozdział 16: Sondaże, sondaże i jeszcze raz sondaże</b>              | <b>251</b> |
| Znaczenie sondaży                                                       | 252        |
| Docieranie do źródła                                                    | 252        |
| Gorące tematy sondaży                                                   | 254        |
| Wpływ sondaży na ludzi                                                  | 254        |
| Za kulisami — tajniki sondaży                                           | 256        |
| Planowanie i projektowanie sondażu                                      | 256        |
| Wybór próby                                                             | 260        |
| Prowadzenie sondażu                                                     | 262        |
| Interpretacja wyników i wyszukiwanie problemów                          | 264        |

|                                                                            |                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Rozdział 17: Eksperymenty — przełomy w medycynie czy mylące wyniki?</b> | <b>267</b>     |
| Sprawdzanie badań do podstaw                                               | 268            |
| Podstawowe terminy badawczego żargonu                                      | 268            |
| Obserwacja badań obserwacyjnych                                            | 269            |
| Badanie eksperymentów                                                      | 269            |
| Projektowanie dobrego eksperymentu                                         | 270            |
| Projektowanie eksperymentu, aby możliwe było dokonywanie porównań          | 270            |
| Wybór liczebności próby                                                    | 273            |
| Wybór obiektów                                                             | 274            |
| Przypisywanie losowe                                                       | 274            |
| Kontrola zmiennych zakłócających                                           | 275            |
| Poszanowanie kwestii etycznych                                             | 277            |
| Gromadzenie dobrych danych                                                 | 278            |
| Prawidłowa analiza danych                                                  | 280            |
| Wyciąganie właściwych wniosków                                             | 280            |
| Podejmowanie świadomych decyzji                                            | 282            |
| <br><b>Rozdział 18: Szukanie powiązań — korelacja i regresja</b>           | <br><b>285</b> |
| Przedstawianie zależności za pomocą wykresu rozrzutu                       | 286            |
| Tworzenie wykresu rozrzutu                                                 | 287            |
| Interpretacja wykresu rozrzutu                                             | 287            |
| Ustalanie istnienia zależności liniowych za pomocą korelacji               | 288            |
| Obliczanie korelacji                                                       | 289            |
| Interpretacja korelacji                                                    | 290            |
| Badanie właściwości korelacji                                              | 292            |
| Pojęcie regresji liniowej                                                  | 292            |
| Ustalanie, która zmienna to X, a która Y                                   | 292            |
| Sprawdzanie warunków                                                       | 293            |
| Poszukiwanie linii regresji                                                | 293            |
| Interpretacja linii regresji                                               | 295            |
| Zestawienie wszystkiego razem — linia regresji dla świerszczy              | 296            |
| Dokonywanie właściwych prognoz                                             | 297            |
| Wyjaśnienie zależności — korelacja kontra przyczyna i skutek               | 298            |
| <br><b>Rozdział 19: Tabele krzyżowe i niezależność</b>                     | <br><b>301</b> |
| Tworzenie tabeli krzyżowej                                                 | 302            |
| Budowa komórek                                                             | 303            |
| Ustalanie sum                                                              | 303            |
| Interpretacja tabel krzyżowych                                             | 304            |
| Wyodrębnianie zmiennych za pomocą rozkładów brzegowych                     | 305            |
| Badanie wszystkich grup — rozkład łączny                                   | 308            |
| Porównywanie grup za pomocą rozkładów warunkowych                          | 310            |
| Sprawdzanie niezależności i opis zależności                                | 313            |
| Sprawdzanie istnienia niezależności                                        | 313            |
| Opis relacji zależnej                                                      | 316            |
| Ostrożna interpretacja wyników                                             | 317            |
| Sprawdzanie istnienia uzasadnionego związku przyczyny i skutku             | 317            |
| Przełożenie z próby na populację                                           | 318            |

|                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| Tworzenie rozważnych prognoz                                     | 319        |
| Opieranie się pokusie wyciągania pochopnych wniosków             | 320        |
| <b>Część VI: Dekalogi</b>                                        | <b>321</b> |
| <b>Rozdział 20: Dziesięć porad dla statystycznych detektywów</b> | <b>323</b> |
| Wskazywanie mylących wykresów                                    | 323        |
| Wykresy kołowe                                                   | 325        |
| Wykresy słupkowe                                                 | 325        |
| Wykresy czasowe                                                  | 326        |
| Histogramy                                                       | 326        |
| Wykrywanie tendencyjnych danych                                  | 327        |
| Poszukiwania błędu statystycznego                                | 328        |
| Identyfikowanie prób nielosowych                                 | 328        |
| Ustalanie brakujących liczebności prób                           | 329        |
| Wykrywanie błędnie interpretowanych korelacji                    | 330        |
| Ujawnianie zmiennych zakłócających                               | 331        |
| Sprawdzanie liczb                                                | 332        |
| Selektywne raportowanie                                          | 332        |
| Kwestia anegdoty                                                 | 333        |
| <b>Rozdział 21: Dziesięć niezawodnych porad egzaminacyjnych</b>  | <b>335</b> |
| Dowiedz się, czego nie wiesz, i zrób coś z tym                   | 336        |
| Unikanie pułapek „tak-tak”                                       | 337        |
| Pułapka „tak-tak” nr 1                                           | 337        |
| Pułapka „tak-tak” nr 2                                           | 338        |
| Zaprzysiężnij się z wzorami                                      | 339        |
| Zrób listę „jeżeli-to-jak”                                       | 341        |
| Ustal, o co chodzi w poleceniu                                   | 342        |
| Oznacz dane                                                      | 343        |
| Zrób rysunek                                                     | 345        |
| Stwórz powiązanie i rozwiąż zadanie                              | 346        |
| Wykonaj obliczenia dwa razy                                      | 347        |
| Analizuj swoje odpowiedzi                                        | 347        |
| <b>Dodatek A: Tablice statystyczne</b>                           | <b>349</b> |
| Tablica Z                                                        | 349        |
| Tablica t-Studenta                                               | 352        |
| Tablica dwumianowa                                               | 354        |
| <b>Skorowidz</b>                                                 | <b>359</b> |