

Spis treści

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Wstęp</b>                                                                       | <b>11</b> |
| <b>Notacja, konwencje, stosowane symbole i akronimy</b>                            | <b>15</b> |
| <b>1</b>                                                                           |           |
| <b>Statyczny model regresji liniowej – przypadek jednej zmiennej objaśniającej</b> | <b>21</b> |
| 1.1. Wprowadzenie                                                                  | 22        |
| 1.2. Założenia modelu regresji liniowej                                            | 27        |
| 1.3. Metoda najmniejszych kwadratów                                                | 30        |
| 1.4. Dekompozycja wariancji zmiennej objaśnianej                                   | 37        |
| 1.5. Właściwości i błędy średnie estymatorów. Wariancja składnika losowego         | 42        |
| 1.6. Przedziały ufności                                                            | 46        |
| 1.7. Testowanie hipotez                                                            | 50        |
| Nota bibliograficzna                                                               | 53        |
| <b>2</b>                                                                           |           |
| <b>Stacyjny model regresji liniowej – przypadek wielu zmiennych objaśniających</b> | <b>55</b> |
| 2.1. Wstęp                                                                         | 56        |
| 2.2. Założenia modelu regresji liniowej wielu zmiennych                            | 58        |
| 2.3. Interpretacja w modelu regresji liniowej wielu zmiennych                      | 60        |
| 2.4. Metoda najmniejszych kwadratów                                                | 61        |
| 2.5. Właściwości estymatora klasycznej metody najmniejszych kwadratów              | 63        |
| 2.6. Estymator wariancji składnika losowego                                        | 65        |
| 2.7. Miary zgodności                                                               | 66        |
| 2.8. Testowanie hipotez                                                            | 69        |
| 2.9. Metoda najmniejszych kwadratów przy warunkach pobocznych                      | 73        |
| 2.10. Testowanie stabilności parametrów                                            | 76        |
| 2.11. Strategia modelowania „od ogółu do szczegółu”                                | 77        |
| Nota bibliograficzna                                                               | 79        |
| <b>3</b>                                                                           |           |
| <b>Metoda największej wiarygodności</b>                                            | <b>83</b> |
| 3.1. Wstęp                                                                         | 84        |
| 3.2. Estymator MNW parametrów modelu regresji liniowej                             | 86        |
| 3.3. Właściwości estymatora największej wiarygodności                              | 88        |
| 3.4. Testy ilorazu wiarygodności, Walda i mnożnika Lagrange'a                      | 90        |
| Nota bibliograficzna                                                               | 93        |

|                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4</b>                                                                                                    |            |
| <b>Niesferyczność składnika losowego w statycznym modelu regresji: autokorelacja i heteroskedastyczność</b> | <b>95</b>  |
| 4.1. Wstęp                                                                                                  | 96         |
| 4.2. Przyczyny autokorelacji                                                                                | 97         |
| 4.3. Schemat autoregresyjny pierwszego rzędu                                                                | 98         |
| 4.4. Estymacja w przypadku autokorelacji składników losowych, gdy znany jest współczynnik autokorelacji     | 100        |
| 4.5. Estymacja w przypadku autokorelacji składników losowych, gdy współczynnik autokorelacji jest nieznany  | 107        |
| 4.6. Testowanie występowania zjawiska autokorelacji pierwszego rzędu                                        | 109        |
| 4.7. Estymacja i testowanie w przypadku szczególnego procesu AR(4)                                          | 112        |
| 4.8. Estymacja i testowanie w przypadku procesu MA(1)                                                       | 113        |
| 4.9. Estymacja w przypadku heteroskedastyczności, gdy wariancje składników losowych są znane                | 117        |
| 4.10. Estymacja w przypadku heteroskedastyczności, gdy wariancje składników losowych nie są znane           | 120        |
| 4.11. Testowanie występowania heteroskedastyczności składników losowych                                     | 123        |
| 4.12. Modele ARCH                                                                                           | 126        |
| 4.13. Modele zmienności stochastycznej                                                                      | 137        |
| Nota bibliograficzna                                                                                        | 138        |
| <b>5 Współliniowość</b>                                                                                     | <b>143</b> |
| 5.1. Wstęp                                                                                                  | 144        |
| 5.2. Dokładna współliniowość                                                                                | 145        |
| 5.3. Przybliżona współliniowość                                                                             | 146        |
| 5.4. Pomiar współliniowości                                                                                 | 148        |
| 5.5. Postępowanie w przypadku przybliżonej współliniowości                                                  | 150        |
| 5.6. Wnioski                                                                                                | 154        |
| Nota bibliograficzna                                                                                        | 155        |
| <b>6</b>                                                                                                    |            |
| <b>Modele dynamiczne</b>                                                                                    | <b>157</b> |
| 6.1. Wstęp                                                                                                  | 158        |
| 6.2. Modele z nieskończonym rozkładem opóźnień                                                              | 158        |
| 6.3. Modele ze skończonym rozkładem opóźnień                                                                | 162        |
| 6.4. Model autoregresyjny z rozkładem opóźnień                                                              | 164        |
| 6.5. Model ze zautokorelowanym składnikiem losowym                                                          | 167        |
| 6.6. Model korekty błędem                                                                                   | 170        |
| 6.7. Modele ARMA                                                                                            | 184        |
| Nota bibliograficzna                                                                                        | 197        |
| <b>7</b>                                                                                                    |            |
| <b>Modele specjalne</b>                                                                                     | <b>203</b> |
| 7.1. Modele z objaśniającymi zmiennymi zero-jedynkowymi                                                     | 204        |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 7.2. Modele przełącznikowe         | 215 |
| 7.3. Modele wygładzonego przejścia | 217 |
| 7.4. Modele nieliniowe             | 221 |
| 7.5. Modele nierównowagi           | 233 |
| 7.6. Modele z oczekiwaniami        | 238 |
| 7.7. Modele racjonalnych oczekiwań | 241 |
| Nota bibliograficzna               | 246 |

## 8

### **Prognozy na podstawie modeli jednorównaniowych 253**

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1. Wstęp                                                     | 254 |
| 8.2. Prognozy na podstawie modelu z jedną zmienną objaśniającą | 255 |
| 8.3. Prognozy warunkowe                                        | 258 |
| 8.4. Prognozy na podstawie modelu regresji wielu zmiennych     | 260 |
| 8.5. Zastosowanie zmiennych zero-jedynkowych w prognozowaniu   | 262 |
| 8.6. Źródła błędów prognoz                                     | 264 |
| 8.7. Pomiar dokładności prognoz                                | 266 |
| 8.8. Prognozy optymalne                                        | 271 |
| 8.9. Porównywanie prognoz                                      | 273 |
| 8.10. Zakończenie                                              | 276 |
| Nota bibliograficzna                                           | 277 |

## 9

### **Modele wielorównaniowe o równaniach współzależnych 281**

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 9.1. Wstęp                                    | 282 |
| 9.2. Zapis. Założenia                         | 286 |
| 9.3. Rodzaje modeli                           | 289 |
| 9.4. Postać zredukowana                       | 291 |
| 9.5. Postać końcowa. Mnożniki                 | 292 |
| 9.6. Identyfikacja                            | 298 |
| 9.7. Estymacja parametrów                     | 306 |
| 9.8. Estymacja parametrów pojedynczych równań | 308 |
| 9.9. Estymacja łączna                         | 317 |
| 9.10. Metody estymacji w praktyce modelowania | 320 |
| Nota bibliograficzna                          | 321 |

## 10

### **Symulacje i wykorzystanie modeli wielorównaniowych 329**

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10.1. Wstęp                                                                    | 330 |
| 10.2. Rodzaje symulacji                                                        | 330 |
| 10.3. Klasyczny algorytm Gaussa-Seidela                                        | 332 |
| 10.4. Istnienie rozwiązania i jego poszukiwanie metodą Gaussa-Seidela          | 336 |
| 10.5. Rozwiązywanie dużych układów równań liniowych metodą Gaussa-Seidela      | 338 |
| 10.6. Rozwiązywanie nieliniowych modeli ekonometrycznych metodą Gaussa-Seidela | 341 |
| 10.7. Metoda Newtona-Raphsona                                                  | 343 |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.8. Porządkowanie układu równań                                               | 345        |
| 10.9. Zastosowanie metody Newtona-Raphsona do symulacji modeli ekonometrycznych | 350        |
| 10.10. Numeryczne wyznaczanie wartości mnożników                                | 353        |
| 10.11. Symulacje stochastyczne                                                  | 358        |
| 10.12. Budowa modeli o równaniach współzależnych                                | 362        |
| 10.13. Prognozy na podstawie modeli wielorównaniowych                           | 367        |
| 10.14. Korekty struktury modelu                                                 | 373        |
| Nota bibliograficzna                                                            | 379        |
| <b>11 Niestacjonarność. Jednowymiarowa analiza kointegracyjna</b>               | <b>385</b> |
| 11.1. Równowaga. Zależności długookresowe                                       | 386        |
| 11.2. Stacjonarność i równowaga                                                 | 386        |
| 11.3. Trendy deterministyczne i stochastyczne                                   | 390        |
| 11.4. Testy pierwiastka jednostkowego                                           | 399        |
| 11.5. Regresje pozorne                                                          | 407        |
| 11.6. Kointegracja                                                              | 409        |
| 11.7. Stabilność długookresowa modelu log-liniowego                             | 418        |
| 11.8. Testy kointegracji                                                        | 419        |
| Nota bibliograficzna                                                            | 421        |
| <b>12 Skointegrowane modele wielowymiarowe</b>                                  | <b>427</b> |
| 12.1. Modele VAR i CVAR                                                         | 428        |
| 12.2. Model CVAR uwzględniający zmiany strukturalne                             | 437        |
| 12.3. Estymacja parametrów i testowanie wymiaru przestrzeni kointegracyjnej     | 446        |
| 12.4. Restrykcje w modelu CVAR                                                  | 453        |
| 12.5. Strukturalny model CVAR                                                   | 461        |
| 12.6. Model CVAR w przypadku zmiennych I(2)                                     | 464        |
| 12.7. Analiza reakcji na impuls                                                 | 468        |
| Nota bibliograficzna                                                            | 473        |
| <b>Bibliografia (wybór)</b>                                                     | <b>477</b> |
| <b>Indeks</b>                                                                   | <b>481</b> |