

# Spis treści

|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| ELEMENTY KSIĄŻKI .....                                          | 16        |
| PRZEDMOWA .....                                                 | 23        |
| <b>1. WPROWADZENIE .....</b>                                    | <b>35</b> |
| 1.1. Czym jest programowanie? .....                             | 35        |
| 1.2. Anatomia komputera .....                                   | 36        |
| <b>IAS</b> Komputery są wszędzie .....                          | 38        |
| 1.3. Kod maszynowy i języki programowania .....                 | 39        |
| <b>IAS</b> Organizacje normalizacyjne .....                     | 40        |
| 1.4. Zapoznanie się ze środowiskiem programowania .....         | 41        |
| <b>WDP</b> Kopie zapasowe .....                                 | 44        |
| 1.5. Analiza pierwszego programu .....                          | 45        |
| <b>CPB</b> Pomijanie średników .....                            | 47        |
| <b>TS</b> Sekuencje ucieczki .....                              | 48        |
| 1.6. Błędy .....                                                | 49        |
| <b>CPB</b> Błędna pisownia wyrazów .....                        | 50        |
| 1.7. Rozwiązywanie problemów: projektowanie algorytmów .....    | 50        |
| 1.7.1. Koncepcja algorytmu .....                                | 51        |
| 1.7.2. Algorytm rozwiązywania problemu stopy zwrotu .....       | 51        |
| 1.7.3. Pseudokod .....                                          | 52        |
| 1.7.4. Od algorytmów do programów .....                         | 53        |
| <b>JTZ</b> Opisywanie algorytmu za pomocą pseudokodu .....      | 54        |
| <b>P</b> Napisanie algorytmu układania płytek podłogowych ..... | 55        |
| Podsumowanie rozdziału .....                                    | 57        |

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2. PODSTAWOWE TYPY DANYCH .....</b>                                | <b>59</b> |
| 2.1. Zmienne .....                                                    | 59        |
| 2.1.1. Definicje zmiennych .....                                      | 60        |
| 2.1.2. Typy liczbowe .....                                            | 61        |
| 2.1.3. Nazwy zmiennych .....                                          | 62        |
| 2.1.4. Instrukcja przypisania .....                                   | 63        |
| 2.1.5. Stałe .....                                                    | 65        |
| 2.1.6. Komentarze .....                                               | 65        |
| <b>CPB</b> Używanie niezdefiniowanych zmiennych .....                 | 66        |
| <b>CPB</b> Używanie niezainicjowanych zmiennych .....                 | 66        |
| <b>WDP</b> Wybieraj opisowe nazwy zmiennych .....                     | 67        |
| <b>WDP</b> Nie używaj sekretnych numerów .....                        | 67        |
| <b>TS</b> Typy liczbowe w C++ .....                                   | 68        |
| <b>TS</b> Zakresy i precyzja liczb .....                              | 69        |
| <b>TS</b> Definiowanie zmiennych ze słowem auto .....                 | 69        |
| 2.2. Arytmetyka .....                                                 | 69        |
| 2.2.1. Operatory arytmetyczne .....                                   | 69        |
| 2.2.2. Inkrementacja i dekrementacja .....                            | 70        |
| 2.2.3. Dzielenie całkowite i reszta z dzielenia .....                 | 70        |
| 2.2.4. Konwertowanie liczb zmiennoprzecinkowych na całkowite .....    | 71        |
| 2.2.5. Potęgi i pierwiastki .....                                     | 72        |
| <b>CPB</b> Niezamierzone dzielenie całkowite .....                    | 74        |
| <b>CPB</b> Niezamknięte nawiasy .....                                 | 74        |
| <b>CPB</b> Zapominanie o plikach nagłówkowych .....                   | 75        |
| <b>CPB</b> Błędy zaokrąglenia .....                                   | 76        |
| <b>WDP</b> Spacje w wyrażeniach .....                                 | 76        |
| <b>TS</b> Rzutowania .....                                            | 77        |
| <b>TS</b> Połączenie przypisania i działań arytmetycznych .....       | 77        |
| <b>IAS</b> Błąd jednostki zmiennoprzecinkowej procesora Pentium ..... | 77        |
| 2.3. Wejście i wyjście .....                                          | 79        |
| 2.3.1. Wejście .....                                                  | 79        |
| 2.3.2. Formatowanie wyjścia .....                                     | 80        |
| 2.4. Rozwiązywanie problemów: najpierw zrób to ręcznie .....          | 82        |
| <b>P</b> Obliczanie czasu podróży .....                               | 83        |
| <b>JTZ</b> Przeprowadzanie obliczeń .....                             | 83        |
| <b>P</b> Obliczenie kosztu znaczków pocztowych .....                  | 86        |
| 2.5. Ciągi .....                                                      | 86        |
| 2.5.1. Typ string .....                                               | 86        |
| 2.5.2. Łączenie ciągów .....                                          | 87        |
| 2.5.3. Wprowadzanie ciągów .....                                      | 87        |
| 2.5.4. Funkcje ciągów .....                                           | 88        |
| <b>IAS</b> Alfabet międzynarodowe i zestaw Unicode .....              | 91        |
| Podsumowanie rozdziału .....                                          | 92        |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3. DECYZJE</b>                                                   | <b>93</b>  |
| 3.1. Instrukcja if                                                  | 93         |
| CPB Średnik po warunku if                                           | 96         |
| WDP Układ nawiasów klamrowych                                       | 96         |
| WDP Zawsze używaj nawiasów klamrowych                               | 97         |
| WDP Wcięcia                                                         | 97         |
| WDP Unikaj duplikowania kodu w gałęziach                            | 98         |
| TS Operator warunkowy                                               | 99         |
| 3.2. Porównywanie liczb oraz znaków                                 | 99         |
| CPB Mylenie operatora $=$ z $==$                                    | 101        |
| CPB Dokładne porównywanie liczb zmiennoprzecinkowych                | 102        |
| WDP Doprowadź do kompilacji z brakiem ostrzeżeń                     | 103        |
| TS Alfabetyczna kolejność ciągów                                    | 103        |
| JTZ Implementacja instrukcji if                                     | 104        |
| P Wyodrębnianie ze środka                                           | 106        |
| IAS Dysfunkcyjne systemy komputerowe                                | 106        |
| 3.3. Wiele wariantów                                                | 107        |
| TS Instrukcja switch                                                | 110        |
| 3.4. Zagnieżdżone gałęzie                                           | 111        |
| CPB Problem z zawieszonym słowem else                               | 113        |
| WDP Ręczne śledzenie kodu                                           | 114        |
| 3.5. Rozwiązywanie problemów: schematy blokowe                      | 116        |
| 3.6. Rozwiązywanie problemów: przypadki testowe                     | 119        |
| WDP Opracuj harmonogram i zarezerwuj czas na nieoczekiwane problemy | 120        |
| 3.7. Zmienne i operatory logiczne                                   | 121        |
| CPB Łączenie wielu operatorów relacyjnych                           | 124        |
| CPB Mylenie warunków $\&\&$ i $  $                                  | 125        |
| TS Skrócone obliczanie wartości operatorów logicznych               | 126        |
| TS Prawa de Morgana                                                 | 126        |
| 3.8. Zastosowanie: weryfikacja danych wejściowych                   | 127        |
| IAS Sztuczna inteligencja                                           | 129        |
| Podsumowanie rozdziału                                              | 131        |
| <b>4. PĘTLE</b>                                                     | <b>133</b> |
| 4.1. Pętla while                                                    | 133        |
| CPB Nieskończone pętle                                              | 138        |
| CPB Nie myśl w kategoriach „Czy doszliśmy już do celu?”             | 138        |
| CPB Pomyłki o jeden                                                 | 139        |
| IAS Pierwszy „bug”                                                  | 140        |
| 4.2. Rozwiązywanie problemów: ręczne śledzenie kodu                 | 140        |

|         |                                                                  |     |
|---------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.    | Pętla for .....                                                  | 143 |
| WDP     | Używaj pętli tylko do tego, do czego została przeznaczona .....  | 147 |
| WDP     | Wybierz zakres pętli odpowiedni do zadania .....                 | 147 |
| WDP     | Licz iteracje .....                                              | 148 |
| 4.4.    | Pętla do .....                                                   | 148 |
| WDP     | Schematy blokowe pętli .....                                     | 149 |
| 4.5.    | Przetwarzanie danych wejściowych .....                           | 150 |
| 4.5.1.  | Wartości wartownika .....                                        | 150 |
| 4.5.2.  | Odczytywanie danych wejściowych do chwili niepowodzenia .....    | 151 |
| TS      | Czyszczenie stanu błędu .....                                    | 153 |
| TS      | „Pętla i pól” oraz instrukcja break .....                        | 154 |
| TS      | Przekierowywanie wejścia i wyjścia .....                         | 154 |
| 4.6.    | Rozwiązywanie problemów: scenopis .....                          | 155 |
| 4.7.    | Typowe algorytmy pętli .....                                     | 158 |
| 4.7.1.  | Suma i średnia .....                                             | 158 |
| 4.7.2.  | Zliczanie pasujących elementów .....                             | 158 |
| 4.7.3.  | Znajdowanie pierwszego pasującego elementu .....                 | 159 |
| 4.7.4.  | Monitowanie aż do skutku .....                                   | 159 |
| 4.7.5.  | Maksimum i minimum .....                                         | 160 |
| 4.7.6.  | Porównywanie sąsiednich wartości .....                           | 160 |
| JTZ     | Tworzenie pętli .....                                            | 161 |
| P       | Przetwarzanie numerów kart kredytowych .....                     | 165 |
| 4.8.    | Zagnieżdżone pętle .....                                         | 165 |
| P       | Manipulowanie pikselami obrazu .....                             | 168 |
| 4.9.    | Rozwiązywanie problemów: najpierw rozwiąż prostszy problem ..... | 169 |
| 4.10.   | Liczby losowe i symulacje .....                                  | 173 |
| 4.10.1. | Generowanie liczb losowych .....                                 | 174 |
| 4.10.2. | Symulowanie rzutów kostką .....                                  | 175 |
| 4.10.3. | Metoda Monte Carlo .....                                         | 176 |
| IAS     | Piractwo cyfrowe .....                                           | 177 |
|         | Podsumowanie rozdziału .....                                     | 178 |
| 5.      | FUNKCJE .....                                                    | 181 |
| 5.1.    | Funkcje jako czarne skrzynki .....                               | 181 |
| 5.2.    | Implementowanie funkcji .....                                    | 183 |
| WDP     | Komentarze funkcji .....                                         | 185 |
| 5.3.    | Przekazywanie parametrów .....                                   | 185 |
| WDP     | Nie modyfikuj zmiennych parametrycznych .....                    | 187 |
| 5.4.    | Wartości zwracane .....                                          | 187 |
| CPB     | Brak wartości zwracanej .....                                    | 188 |
| TS      | Deklaracje funkcji .....                                         | 189 |
| JTZ     | Implementowanie funkcji .....                                    | 190 |

|            |                                                                         |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>P</b>   | Generowanie losowych haseł .....                                        | 191        |
| <b>P</b>   | Używanie debugera .....                                                 | 191        |
| 5.5.       | Funkcje bez wartości zwracanych .....                                   | 192        |
| 5.6.       | Rozwiązywanie problemów: funkcje do ponownego wykorzystania .....       | 193        |
| 5.7.       | Rozwiązywanie problemów: uściślanie stopniowe .....                     | 195        |
| <b>WDP</b> | Pilnuj, by funkcje były krótkie .....                                   | 200        |
| <b>WDP</b> | Śledzenie funkcji .....                                                 | 200        |
| <b>WDP</b> | Atrapy .....                                                            | 202        |
| <b>P</b>   | Obliczanie oceny z przedmiotu .....                                     | 202        |
| 5.8.       | Zakres zmiennej i zmienne globalne .....                                | 202        |
| <b>WDP</b> | Unikaj zmiennych globalnych .....                                       | 204        |
| 5.9.       | Parametry referencyjne .....                                            | 204        |
| <b>WDP</b> | Preferuj wartości zwracane zamiast parametrów referencyjnych .....      | 208        |
| <b>TS</b>  | Stałe referencje .....                                                  | 209        |
| 5.10.      | Funkcje rekurencyjne (opcjonalnie) .....                                | 209        |
| <b>JTZ</b> | Wnioskowanie rekurencyjne .....                                         | 212        |
| <b>IAS</b> | Nagłe rozpowszechnienie się komputerów osobistych .....                 | 214        |
|            | Podsumowanie rozdziału .....                                            | 215        |
| <b>6.</b>  | <b>TABLICE I WEKTORY .....</b>                                          | <b>217</b> |
| 6.1.       | Tablice .....                                                           | 217        |
| 6.1.1.     | Definiowanie tablic .....                                               | 217        |
| 6.1.2.     | Dostęp do elementów tablicy .....                                       | 219        |
| 6.1.3.     | Częściowo wypełnione tablice .....                                      | 221        |
| <b>CPB</b> | Przekroczenie zakresu .....                                             | 222        |
| <b>WDP</b> | Używaj tablic do przechowywania serii związanych ze sobą wartości ..... | 222        |
| <b>IAS</b> | Wirusy komputerowe .....                                                | 222        |
| 6.2.       | Typowe algorytmy tablicowe .....                                        | 224        |
| 6.2.1.     | Wypełnianie wartościami .....                                           | 224        |
| 6.2.2.     | Kopiowanie .....                                                        | 224        |
| 6.2.3.     | Suma i średnia .....                                                    | 225        |
| 6.2.4.     | Maksimum i minimum .....                                                | 225        |
| 6.2.5.     | Separatory elementów .....                                              | 225        |
| 6.2.6.     | Zliczanie pasujących elementów .....                                    | 226        |
| 6.2.7.     | Wyszukiwanie liniowe .....                                              | 226        |
| 6.2.8.     | Usuwanie elementu .....                                                 | 227        |
| 6.2.9.     | Wstawianie elementu .....                                               | 227        |
| 6.2.10.    | Przestawianie elementów .....                                           | 229        |
| 6.2.11.    | Odczyt danych wejściowych .....                                         | 230        |
| <b>TS</b>  | Sortowanie za pomocą biblioteki C++ .....                               | 231        |
| <b>TS</b>  | Algorytm sortowania .....                                               | 231        |
| <b>TS</b>  | Wyszukiwanie binarne .....                                              | 233        |

|            |                                                                                                |            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.3.       | Tablice a funkcje .....                                                                        | 234        |
| <b>TS</b>  | Stałe parametry tablicowe .....                                                                | 237        |
| 6.4.       | Rozwiązywanie problemów: dostosowywanie algorytmów .....                                       | 238        |
| <b>JTZ</b> | Praca z tablicami .....                                                                        | 240        |
| <b>P</b>   | Rzut kostką .....                                                                              | 243        |
| 6.5.       | Rozwiązywanie problemów: odkrywanie algorytmów<br>przez manipulację obiektami fizycznymi ..... | 244        |
| 6.6.       | Tablice dwuwymiarowe .....                                                                     | 246        |
| 6.6.1.     | Definiowanie tablic dwuwymiarowych .....                                                       | 247        |
| 6.6.2.     | Dostęp do elementów .....                                                                      | 248        |
| 6.6.3.     | Lokalizowanie sąsiadujących elementów .....                                                    | 248        |
| 6.6.4.     | Obliczanie sum wierszy i kolumn .....                                                          | 249        |
| 6.6.5.     | Dwuwymiarowe parametry tablicowe .....                                                         | 250        |
| <b>CPB</b> | Pomijanie rozmiaru kolumny<br>w dwuwymiarowym parametrze tablicowym .....                      | 253        |
| <b>P</b>   | Tabela danych o ludności świata .....                                                          | 253        |
| 6.7.       | Wektory .....                                                                                  | 253        |
| 6.7.1.     | Definiowanie wektorów .....                                                                    | 254        |
| 6.7.2.     | Powiększanie i zmniejszanie wektorów .....                                                     | 255        |
| 6.7.3.     | Wektory a funkcje .....                                                                        | 256        |
| 6.7.4.     | Algorytmy związane z wektorami .....                                                           | 257        |
| 6.7.5.     | Wektory dwuwymiarowe .....                                                                     | 259        |
| <b>WDP</b> | Stosuj wektory zamiast tablic .....                                                            | 260        |
| <b>TS</b>  | Pętla for oparta na zakresie .....                                                             | 260        |
|            | Podsumowanie rozdziału .....                                                                   | 261        |
| <b>7.</b>  | <b>WSKAŹNIKI I STRUKTURY .....</b>                                                             | <b>263</b> |
| 7.1.       | Definiowanie i używanie wskaźników .....                                                       | 264        |
| 7.1.1.     | Definiowanie wskaźników .....                                                                  | 264        |
| 7.1.2.     | Dostęp do zmiennych poprzez wskaźniki .....                                                    | 265        |
| 7.1.3.     | Inicjowanie wskaźników .....                                                                   | 266        |
| <b>CPB</b> | Mylenie wskaźników z danymi, na które wskazują .....                                           | 268        |
| <b>WDP</b> | Używaj oddzielnej definicji dla każdej zmiennej wskaźnikowej .....                             | 269        |
| <b>TS</b>  | Wskaźniki i referencje .....                                                                   | 269        |
| 7.2.       | Tablice i wskaźniki .....                                                                      | 270        |
| 7.2.1.     | Tablice jako wskaźniki .....                                                                   | 270        |
| 7.2.2.     | Arytmetyka wskaźnikowa .....                                                                   | 271        |
| 7.2.3.     | Tablicowe zmienne parametryczne są wskaźnikami .....                                           | 272        |
| <b>TS</b>  | Przechodzenie po tablicy przy użyciu wskaźnika .....                                           | 273        |
| <b>CPB</b> | Zwracanie wskaźnika wskazującego na zmienną lokalną .....                                      | 274        |
| <b>WDP</b> | Programuj przejrzystość, a nie sprytnie .....                                                  | 275        |
| <b>TS</b>  | Stałe wskaźniki .....                                                                          | 275        |

|        |                                                                            |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.3.   | Ciągi w językach C i C++ .....                                             | 276 |
| 7.3.1. | Typ char .....                                                             | 276 |
| 7.3.2. | Ciągi w stylu C .....                                                      | 276 |
| 7.3.3. | Tablice znaków .....                                                       | 277 |
| 7.3.4. | Konwertowanie pomiędzy ciągami w stylu C i C++ .....                       | 278 |
| 7.3.5. | Ciągi w stylu C++ i operator [] .....                                      | 278 |
| TS     | Praca z ciągami w stylu C .....                                            | 279 |
| 7.4.   | Dynamiczna alokacja pamięci .....                                          | 281 |
| CPB    | Wiszące wskaźniki .....                                                    | 283 |
| CPB    | Wycieki pamięci .....                                                      | 284 |
| 7.5.   | Tablice i wektory wskaźników .....                                         | 285 |
| 7.6.   | Rozwiązywanie problemów: rysowanie schematu .....                          | 288 |
| JTZ    | Praca ze wskaźnikami .....                                                 | 289 |
| P      | Tworzenie korespondencji masowej .....                                     | 291 |
| IAS    | Systemy wbudowane .....                                                    | 291 |
| 7.7.   | Struktury .....                                                            | 292 |
| 7.7.1. | Typy strukturalne .....                                                    | 292 |
| 7.7.2. | Przypisania struktur i ich porównywanie .....                              | 293 |
| 7.7.3. | Funkcje a struktury .....                                                  | 294 |
| 7.7.4. | Tablice struktur .....                                                     | 294 |
| 7.7.5. | Struktury ze składowymi tablicowymi .....                                  | 295 |
| 7.7.6. | Struktury zagnieżdżone .....                                               | 295 |
| 7.8.   | Wskaźniki a struktury .....                                                | 296 |
| 7.8.1. | Wskaźniki do struktur .....                                                | 296 |
| 7.8.2. | Struktury ze składowymi wskaźnikowymi .....                                | 297 |
| TS     | Wskaźniki inteligentne .....                                               | 298 |
|        | Podsumowanie rozdziału .....                                               | 299 |
| 8.     | STRUMIENIE .....                                                           | 301 |
| 8.1.   | Odczytywanie i zapisywanie plików tekstowych .....                         | 301 |
| 8.1.1. | Otwieranie strumienia .....                                                | 302 |
| 8.1.2. | Odczyt z pliku .....                                                       | 303 |
| 8.1.3. | Zapis do pliku .....                                                       | 304 |
| 8.1.4. | Przykład przetwarzania pliku .....                                         | 304 |
| 8.2.   | Odczyt tekstowych danych wejściowych .....                                 | 307 |
| 8.2.1. | Odczyt wyrazów .....                                                       | 307 |
| 8.2.2. | Odczyt znaków .....                                                        | 307 |
| 8.2.3. | Odczyt wierszy .....                                                       | 309 |
| CPB    | Łączenie operacji wejścia przy użyciu operatora >> i funkcji getline ..... | 310 |
| TS     | Sprawdzanie błędów strumienia .....                                        | 311 |
| 8.3.   | Zapisywanie tekstowych danych wyjściowych .....                            | 312 |
| TS     | Standard Unicode, kodowanie UTF-8 i ciągi C++ .....                        | 314 |

|           |                                                                                        |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.4.      | Analizowanie i formatowanie ciągów .....                                               | 315        |
| 8.5.      | Argumenty wiersza poleceń .....                                                        | 317        |
| IAS       | Algorytmy szyfrowania .....                                                            | 320        |
| JTZ       | Przetwarzanie plików tekstowych .....                                                  | 321        |
| P         | Wyszukiwanie duplikatów .....                                                          | 324        |
| 8.6.      | Dostęp swobodny i pliki binarne .....                                                  | 324        |
| 8.6.1.    | Dostęp swobodny .....                                                                  | 324        |
| 8.6.2.    | Pliki binarne .....                                                                    | 325        |
| 8.6.3.    | Przetwarzanie plików z obrazami .....                                                  | 326        |
| IAS       | Bazy danych a prywatność .....                                                         | 329        |
|           | Podsumowanie rozdziału .....                                                           | 330        |
| <b>9.</b> | <b>KLASY .....</b>                                                                     | <b>333</b> |
| 9.1.      | Programowanie obiektowe .....                                                          | 334        |
| 9.2.      | Implementowanie prostej klasy .....                                                    | 335        |
| 9.3.      | Określanie interfejsu publicznego klasy .....                                          | 338        |
| CPB       | Zapominanie o średniku .....                                                           | 340        |
| 9.4.      | Projektowanie reprezentacji danych .....                                               | 341        |
| 9.5.      | Funkcje składowe .....                                                                 | 342        |
| 9.5.1.    | Implementowanie funkcji składowych .....                                               | 342        |
| 9.5.2.    | Parametry jawne i niejawne .....                                                       | 343        |
| 9.5.3.    | Wywoływanie funkcji składowej wewnątrz innej funkcji składowej .....                   | 344        |
| WDP       | Wszystkie dane składowe powinny być prywatne,<br>a większość funkcji — publiczna ..... | 347        |
| WDP       | Poprawne użycie słowa zastrzeżonego const .....                                        | 347        |
| 9.6.      | Konstruktory .....                                                                     | 348        |
| CPB       | Próba wywołania konstruktora .....                                                     | 350        |
| TS        | Przeciążanie .....                                                                     | 351        |
| TS        | Listy inicjatorów .....                                                                | 351        |
| TS        | Uniwersalna i jednolita składnia inicjacji .....                                       | 352        |
| 9.7.      | Rozwiązywanie problemów: śledzenie obiektów .....                                      | 353        |
| JTZ       | Implementowanie klasy .....                                                            | 355        |
| P         | Implementowanie klasy reprezentującej konto bankowe .....                              | 358        |
| IAS       | Elektroniczne maszyny do głosowania .....                                              | 358        |
| 9.8.      | Rozwiązywanie problemów: znajdowanie klas .....                                        | 360        |
| WDP       | Przekształcaj wektory równoległe w wektory obiektów .....                              | 361        |
| 9.9.      | Osobna kompilacja .....                                                                | 363        |
| 9.10.     | Wskaźniki do obiektów .....                                                            | 367        |
| 9.10.1.   | Obiekty alokowane dynamicznie .....                                                    | 367        |
| 9.10.2.   | Operator -> .....                                                                      | 368        |
| 9.10.3.   | Wskaźnik this .....                                                                    | 369        |

|            |                                                                                                           |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.11.      | Rozwiązywanie problemów: wzorce danych obiektu .....                                                      | 369        |
| 9.11.1.    | Przechowywanie sumy całkowitej .....                                                                      | 370        |
| 9.11.2.    | Liczenie zdarzeń .....                                                                                    | 371        |
| 9.11.3.    | Gromadzenie danych .....                                                                                  | 371        |
| 9.11.4.    | Zarządzanie właściwościami obiektu .....                                                                  | 372        |
| 9.11.5.    | Modelowanie obiektów o różnych stanach .....                                                              | 373        |
| 9.11.6.    | Opisywanie pozycji obiektu .....                                                                          | 374        |
| IAS        | Oprogramowanie o otwartych źródłach i wolne oprogramowanie .....                                          | 375        |
|            | Podsumowanie rozdziału .....                                                                              | 376        |
| <b>10.</b> | <b>DZIEDZICZENIE .....</b>                                                                                | <b>379</b> |
| 10.1.      | Hierarchie dziedziczenia .....                                                                            | 379        |
| 10.2.      | Implementowanie klas pochodnych .....                                                                     | 383        |
| CPB        | Dziedziczenie prywatne .....                                                                              | 386        |
| CPB        | Replikowanie składowych klasy bazowej .....                                                               | 386        |
| WDP        | Przy odmiennych wartościach należy używać jednej klasy,<br>przy odmiennym działaniu — dziedziczenia ..... | 387        |
| TS         | Wywoływanie konstruktora klasy bazowej .....                                                              | 387        |
| 10.3.      | Przesłanianie funkcji składowych .....                                                                    | 388        |
| CPB        | Zapominanie o podaniu nazwy klasy bazowej .....                                                           | 391        |
| 10.4.      | Funkcje wirtualne i polimorfizm .....                                                                     | 391        |
| 10.4.1.    | Problem odcinania .....                                                                                   | 392        |
| 10.4.2.    | Wskaźniki do klasy bazowej i pochodnej .....                                                              | 393        |
| 10.4.3.    | Funkcje wirtualne .....                                                                                   | 394        |
| 10.4.4.    | Polimorfizm .....                                                                                         | 395        |
| WDP        | Nie używaj znaczników typów .....                                                                         | 398        |
| CPB        | Odcinanie obiektu .....                                                                                   | 398        |
| CPB        | Nieudane przesłanianie funkcji wirtualnej .....                                                           | 399        |
| TS         | Wirtualne samowywołania .....                                                                             | 400        |
| JTZ        | Opracowywanie hierarchii dziedziczenia .....                                                              | 400        |
| P          | Implementowanie hierarchii pracowników<br>na potrzeby przetwarzania odcinków wypłat .....                 | 406        |
| IAS        | Kto sprawuje kontrolę nad internetem? .....                                                               | 406        |
|            | Podsumowanie rozdziału .....                                                                              | 408        |
| <b>11.</b> | <b>REKURENCJA .....</b>                                                                                   | <b>409</b> |
| 11.1.      | Liczby trójkątne .....                                                                                    | 409        |
| CPB        | Śledzenie wykonania funkcji rekurencyjnych .....                                                          | 413        |
| CPB        | Nieskończona rekurencja .....                                                                             | 414        |
| JTZ        | Wnioskowanie rekurencyjne .....                                                                           | 415        |
| P          | Znajdowanie plików .....                                                                                  | 418        |
| 11.2.      | Rekurencyjne funkcje pomocnicze .....                                                                     | 418        |

|            |                                                                     |            |
|------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 11.3.      | Wydajność rekurencji .....                                          | 419        |
| 11.4.      | Permutacje .....                                                    | 423        |
| 11.5.      | Rekurencja wzajemna .....                                           | 426        |
| 11.6.      | Poszukiwanie z nawrotami .....                                      | 430        |
| <b>P</b>   | Wieże Hanoi .....                                                   | 436        |
| <b>IAS</b> | Ograniczenia obliczeń komputerowych .....                           | 436        |
|            | Podsumowanie rozdziału .....                                        | 439        |
| <b>12.</b> | <b>SORTOWANIE I WYSZUKIWANIE .....</b>                              | <b>441</b> |
| 12.1.      | Sortowanie przez wybieranie .....                                   | 441        |
| 12.2.      | Profilowanie algorytmu sortowania przez wybieranie .....            | 444        |
| 12.3.      | Analiza wydajności algorytmu sortowania przez wybieranie .....      | 445        |
| <b>TS</b>  | O, omega i theta .....                                              | 447        |
| <b>TS</b>  | Sortowanie przez wstawianie .....                                   | 449        |
| 12.4.      | Sortowanie przez scalanie .....                                     | 450        |
| 12.5.      | Analiza algorytmu sortowania przez scalanie .....                   | 453        |
| <b>TS</b>  | Algorytm sortowania szybkiego .....                                 | 456        |
| 12.6.      | Wyszukiwanie .....                                                  | 457        |
| 12.6.1.    | Wyszukiwanie liniowe .....                                          | 457        |
| 12.6.2.    | Wyszukiwanie binarne .....                                          | 459        |
| <b>WDP</b> | Funkcje biblioteczne do sortowania i wyszukiwania binarnego .....   | 462        |
| <b>TS</b>  | Definiowanie kolejności sortowania obiektów .....                   | 462        |
| 12.7.      | Rozwiązywanie problemów: szacowanie czasu wykonania algorytmu ..... | 463        |
| 12.7.1.    | Czas liniowy .....                                                  | 463        |
| 12.7.2.    | Czas kwadratowy .....                                               | 464        |
| 12.7.3.    | Wzór trójkąta .....                                                 | 465        |
| 12.7.4.    | Czas logarytmiczny .....                                            | 467        |
| <b>P</b>   | Ulepszanie algorytmu sortowania przez wstawianie .....              | 468        |
| <b>IAS</b> | Pierwsza programistka .....                                         | 468        |
|            | Podsumowanie rozdziału .....                                        | 469        |
| <b>13.</b> | <b>ZAAWANSOWANE CECHY JĘZYKA C++ .....</b>                          | <b>471</b> |
| 13.1.      | Przeciążanie operatorów .....                                       | 471        |
| 13.1.1.    | Funkcje operatorów .....                                            | 472        |
| 13.1.2.    | Przeciążanie operatorów porównania .....                            | 474        |
| 13.1.3.    | Wejście i wyjście .....                                             | 475        |
| 13.1.4.    | Operatory składowe .....                                            | 476        |
| <b>TS</b>  | Przeciążanie operatorów inkrementacji i dekrementacji .....         | 476        |
| <b>TS</b>  | Niejawne konwersje typów .....                                      | 478        |
| <b>TS</b>  | Zwracanie referencji .....                                          | 479        |
| <b>P</b>   | Klasa Fraction .....                                                | 480        |

|         |                                                                               |            |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 13.2.   | Automatyczne zarządzanie pamięcią .....                                       | 480        |
| 13.2.1. | Konstruktory przydzielające pamięć .....                                      | 480        |
| 13.2.2. | Destruktry .....                                                              | 482        |
| 13.2.3. | Przeciążanie operatora przypisania .....                                      | 483        |
| 13.2.4. | Konstruktory kopiujące .....                                                  | 488        |
| WDP     | Używaj parametrów referencyjnych, by nie tworzyć kopii obiektów .....         | 492        |
| CPB     | Definiowanie destruktor bez pozostałych dwu funkcji z „wielkiej trójki” ..... | 492        |
| TS      | Wirtualne destruktry .....                                                    | 493        |
| TS      | Powstrzymanie automatycznego tworzenia funkcji zarządzających pamięcią .....  | 494        |
| TS      | Operacje przenoszenia .....                                                   | 494        |
| TS      | Wskaźniki współdzielone .....                                                 | 496        |
| P       | Śledzenie zarządzania pamięcią w obiektach typu String .....                  | 496        |
| 13.3.   | Szablony .....                                                                | 497        |
| 13.3.1. | Szablony funkcji .....                                                        | 497        |
| 13.3.2. | Szablony klas .....                                                           | 499        |
| TS      | Parametry szablonów niedotyczące typów .....                                  | 501        |
|         | Podsumowanie rozdziału .....                                                  | 502        |
| 14.     | <b>LISTY POWIĄZANE, STOSY I KOLEJKI .....</b>                                 | <b>503</b> |
| 14.1.   | Używanie list powiązanych .....                                               | 503        |
| 14.2.   | Implementowanie list powiązanych .....                                        | 509        |
| 14.2.1. | Klasy dla list, węzłów i iteratorów .....                                     | 509        |
| 14.2.2. | Implementowanie iteratorów .....                                              | 511        |
| 14.2.3. | Implementowanie wstawiania i usuwania węzłów .....                            | 512        |
| P       | Implementowanie szablonu listy powiązanej .....                               | 522        |
| 14.3.   | Wydajność operacji na listach, tablicach i wektorach .....                    | 523        |
| 14.4.   | Stosy i kolejki .....                                                         | 527        |
| 14.5.   | Implementowanie stosów i kolejek .....                                        | 530        |
| 14.5.1. | Stosy jako listy powiązane .....                                              | 530        |
| 14.5.2. | Stosy jako tablice .....                                                      | 533        |
| 14.5.3. | Kolejki jako listy powiązane .....                                            | 534        |
| 14.5.4. | Kolejki jako tablice cykliczne .....                                          | 535        |
| 14.6.   | Zastosowania stosów i kolejek .....                                           | 536        |
| 14.6.1. | Sprawdzanie zamknięcia nawiasów .....                                         | 536        |
| 14.6.2. | Obliczanie wyrażeń zapisanych w odwrotnej notacji polskiej .....              | 537        |
| 14.6.3. | Obliczanie wartości wyrażeń algebraicznych .....                              | 539        |
| 14.6.4. | Poszukiwanie z nawrotami .....                                                | 543        |
| TS      | Odwrotna notacja polska .....                                                 | 544        |
|         | Podsumowanie rozdziału .....                                                  | 545        |

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| <b>15. ZBIORY, MAPY I TABLICE MIESZAJĄCE .....</b>         | <b>547</b> |
| 15.1. Zbiory .....                                         | 547        |
| 15.2. Mapy .....                                           | 551        |
| <b>WDP</b> W przypadku iteratorów używaj typu auto .....   | 555        |
| <b>TS</b> Multizbiory i multimapy .....                    | 555        |
| <b>P</b> Częstość występowania wyrazów .....               | 556        |
| 15.3. Implementowanie tablicy mieszającej .....            | 556        |
| 15.3.1. Skróty .....                                       | 556        |
| 15.3.2. Tablice mieszające .....                           | 558        |
| 15.3.3. Znajdowanie elementu .....                         | 559        |
| 15.3.4. Dodawanie i usuwanie elementów .....               | 560        |
| 15.3.5. Przechodzenie po tablicy mieszającej .....         | 560        |
| <b>TS</b> Implementowanie funkcji skrótów .....            | 566        |
| <b>TS</b> Adresowanie otwarte .....                        | 568        |
| Podsumowanie rozdziału .....                               | 570        |
| <b>16. STRUKTURY DRZEW .....</b>                           | <b>571</b> |
| 16.1. Podstawowe koncepcje dotyczące drzew .....           | 571        |
| 16.2. Drzewa binarne .....                                 | 575        |
| 16.2.1. Przykłady drzew binarnych .....                    | 575        |
| 16.2.2. Drzewa zrównoważone .....                          | 577        |
| 16.2.3. Implementacja drzewa binarnego .....               | 578        |
| <b>P</b> Budowanie drzewa Huffmana .....                   | 580        |
| 16.3. Binarne drzewa poszukiwań .....                      | 580        |
| 16.3.1. Właściwość wyszukiwania binarnego .....            | 580        |
| 16.3.2. Wstawianie .....                                   | 582        |
| 16.3.3. Usuwanie .....                                     | 584        |
| 16.3.4. Wydajność operacji .....                           | 586        |
| 16.4. Przeglądanie drzewa .....                            | 591        |
| 16.4.1. Przeglądanie poprzeczne .....                      | 591        |
| 16.4.2. Przeglądanie wzdłużne i wsteczne .....             | 593        |
| 16.4.3. Wzorzec Wizytator .....                            | 594        |
| 16.4.4. Przeszukiwanie w głąb i wszcz .....                | 595        |
| 16.4.5. Iteratory drzew .....                              | 596        |
| 16.5. Drzewa czerwono-czarne .....                         | 597        |
| 16.5.1. Podstawowe własności drzew czerwono-czarnych ..... | 597        |
| 16.5.2. Wstawianie .....                                   | 600        |
| 16.5.3. Usuwanie .....                                     | 601        |
| <b>P</b> Implementowanie drzewa czerwono-czarnego .....    | 605        |
| Podsumowanie rozdziału .....                               | 605        |

|                                                        |            |
|--------------------------------------------------------|------------|
| <b>17. KOLEJKI PRIORYTETOWE I KOPCE</b>                | <b>607</b> |
| 17.1. Kolejki priorytetowe                             | 607        |
| <b>P</b> Symulacja kolejki oczekujących klientów       | 610        |
| 17.2. Kopce                                            | 610        |
| 17.3. Algorytm sortowania przez kopcowanie             | 621        |
| Podsumowanie rozdziału                                 | 626        |
| <b>A ZESTAWIENIE SŁÓW ZASTRZEŻONYCH</b>                | <b>627</b> |
| <b>B ZESTAWIENIE OPERATORÓW</b>                        | <b>631</b> |
| <b>C KODY ZNAKÓW</b>                                   | <b>633</b> |
| <b>D PRZEGLĄD BIBLIOTEKI C++</b>                       | <b>637</b> |
| <b>E WYTYCZNE DOTYCZĄCE PROGRAMOWANIA W JĘZYKU C++</b> | <b>643</b> |
| <b>F SYSTEMY LICZBOWE</b>                              | <b>651</b> |
| SŁOWNICZEK                                             | 661        |
| ŹRÓDŁA ILUSTRACJI                                      | 671        |
| ŚCIAĞAWKA                                              | 673        |

## ALFABETYCZNA LISTA SKŁADNI

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Definicja funkcji                       | 184 |
| Definicja funkcji składowej             | 345 |
| Definicja klasy                         | 339 |
| Definicja klasy pochodnej               | 385 |
| Definicja przeciążonego operatora       | 474 |
| Definicja tablicy dwuwymiarowej         | 247 |
| Definicja zmiennej                      | 60  |
| Definiowanie struktury                  | 293 |
| Definiowanie tablicy                    | 219 |
| Definiowanie wektora                    | 254 |
| Dynamiczna alokacja pamięci             | 282 |
| Instrukcja for                          | 144 |
| Instrukcja if                           | 94  |
| Instrukcja wejściowa                    | 79  |
| Instrukcja while                        | 134 |
| Instrukcja wyjścia                      | 47  |
| Konstruktor kopiujący                   | 489 |
| Konstruktor z inicjatorem klasy bazowej | 388 |
| Porównania                              | 100 |
| Praca ze strumieniami plikowymi         | 303 |
| Program C++                             | 46  |
| Przeciążony operator przypisania        | 487 |
| Przypisanie                             | 64  |
| Składnia wskaźników                     | 266 |
| Szablon funkcji                         | 498 |
| Szablon klasy                           | 500 |