

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. DATA SCIENCE .....</b>                                                                          | <b>7</b>  |
| 1.1. Data Science i analiza danych w kontroli i ochronie .....                                        | 9         |
| 1.1.1. Chemometria w wielowymiarowej analizie danych środowiskowy .....                               | 11        |
| 1.1.2. Wielowymiarowa analiza danych .....                                                            | 12        |
| 1.2. Analiza, interpretacja, modelowanie .....                                                        | 14        |
| 1.2.1. Identyfikacja problemu .....                                                                   | 15        |
| 1.2.2. Zarządzanie danymi .....                                                                       | 16        |
| 1.2.3. Analiza danych .....                                                                           | 20        |
| 1.2.4. Data preprocessing i zbiory szkoleniowe .....                                                  | 24        |
| 1.2.5. Modelowanie .....                                                                              | 26        |
| 1.2.6. Narzędzia wykorzystywane w analizie danych i Data Science .....                                | 30        |
| 1.3. Najczęściej stosowane metody analizy chemometrycznej danych<br>Wielowymiarowych .....            | 34        |
| 1.3.1. Analiza skupień .....                                                                          | 34        |
| 1.3.2. Analiza czynnikowa .....                                                                       | 43        |
| 1.3.3. Analiza głównych składowych (PCA) .....                                                        | 47        |
| 1.3.4. Liniowa analiza dyskryminacyjna .....                                                          | 53        |
| 1.4. Wybrane metody uczenia maszynowego wykorzystywane w analizie danych<br>wielowymiarowych .....    | 59        |
| 1.4.1. Drzewa klasyfikacyjne i regresyjne C&RT .....                                                  | 60        |
| 1.4.2. Drzewa decyzyjne wzmacniane gradientowo .....                                                  | 63        |
| 1.4.3. Warunki decyzyjne dla określenia przynależności do grupy i pomiaru błędu<br>klasyfikacji ..... | 66        |
| 1.5. Wykorzystanie i planowanie eksperymentów i analizy wariancji w badaniach<br>Naukowych .....      | 69        |
| <b>2. WYZWANIA W OCHRONIE ŚRODOWISKA I KONTROLI BIOPALIW<br/>    STAŁYCH .....</b>                    | <b>80</b> |
| 2.1. Monitoring środowiska .....                                                                      | 80        |

|                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.2. Przeciwdziałanie emisji CO <sub>2</sub> .....                                                                                                             | 82         |
| 2.3. Przeciwdziałanie niskiej emisji poprzez przeciwdziałanie spalania stałych odpadów komunalnych w indywidualnych urządzeniach grzewczych.....               | 88         |
| 2.3.1. Wykrywanie spalania odpadów w indywidualnych urządzeniach grzewczych z wykorzystaniem ICP-OES.....                                                      | 90         |
| 2.3.2. Wykrywanie spalania odpadów w indywidualnych urządzeniach grzewczych z wykorzystaniem Py-GC-FID/MS.....                                                 | 97         |
| 2.4. Analiza czystości peletów z biomasy na obecność materiałów odpadowych.                                                                                    | 101        |
| 2.5. Alternatywne biopaliwa stałe .....                                                                                                                        | 122        |
| <b>3. WYZWANIA W RECYKLINGU .....</b>                                                                                                                          | <b>130</b> |
| 3.1. Przetwarzanie odpadów z tworzyw sztucznych uznawanych za nienadające się do recyklingu .....                                                              | 131        |
| 3.2. Obecnie wykorzystywane metody recyklingu odpadowych materiałów kompozytowych na przykładzie łopat turbin wiatrowych .....                                 | 135        |
| 3.2.1. Skład łopat turbin wiatrowych.....                                                                                                                      | 135        |
| 3.2.2. Przegląd metod recyklingu termoutwardzalnych materiałów Kompozytowych.....                                                                              | 136        |
| 3.3. Odzysk energii nierecyklingowalnych i odpadowych tworzyw sztucznych jako element produkcji zrównoważonych chemikaliów oraz surogatów paliw płynnych ..... | 146        |
| 3.4. Rozwój zrównoważonych technologii recyklingu chemicznego na przykładzie materiałów kompozytowych .....                                                    | 164        |
| 3.4.1. Oksydatywne upłynnianie.....                                                                                                                            | 165        |
| 3.4.2. Solwoliza.....                                                                                                                                          | 178        |
| 3.4.3. Zrównoważone wykorzystanie odpadów kompozytowych.....                                                                                                   | 187        |
| 3.5. Analiza i potencjalne drogi recyklingu odpadów kompozytowych za pomocą procesów chemicznych .....                                                         | 191        |
| <b>4. PODSUMOWANIE I PERSPEKTYWA DALSZYCH BADAŃ .....</b>                                                                                                      | <b>195</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>                                                                                                                                       | <b>198</b> |
| <b>Streszczenie.....</b>                                                                                                                                       | <b>221</b> |