

## SPIS TREŚCI

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Przedmowa .....                                                                      | 5  |
| 1. ENERGIA GEOTERMALNA .....                                                         | 7  |
| 1.1. Wprowadzenie .....                                                              | 7  |
| 1.2. Systemy pozyskiwania energii geotermalnej .....                                 | 15 |
| 1.2.1. Wstęp .....                                                                   | 15 |
| 1.2.2. Wody geotermalne .....                                                        | 15 |
| 1.2.3. Gorące suche skały .....                                                      | 16 |
| 1.3. Wody geotermalne w Polsce .....                                                 | 18 |
| 1.4. Elektrownie geotermalne .....                                                   | 20 |
| 1.4.1. Wstęp .....                                                                   | 20 |
| 1.4.2. Elektrownie geotermalne parowo-wodne .....                                    | 21 |
| 1.4.3. Elektrownie geotermalne z niskowrzącymi czynnikami<br>termodynamicznymi ..... | 27 |
| 1.4.3.1. Wstęp .....                                                                 | 27 |
| 1.4.3.2. Elektrownie geotermalne ORC .....                                           | 29 |
| 1.4.3.3. Elektrownie geotermalne z obiegiem Kaliny .....                             | 35 |
| 1.4.3.4. Podsumowanie .....                                                          | 38 |
| 1.5. Ciepłownie geotermalne .....                                                    | 38 |
| 1.5.1. Wprowadzenie .....                                                            | 38 |
| 1.5.2. Układy ciepłowni geotermalnych .....                                          | 39 |
| 1.5.3. Wybrane przykłady ciepłowni geotermalnych w Polsce .....                      | 42 |
| 1.6. Podsumowanie .....                                                              | 46 |
| 2. POMPY CIEPŁA .....                                                                | 48 |
| 2.1. Wprowadzenie .....                                                              | 48 |
| 2.2. Sprężarkowe pompy ciepła .....                                                  | 49 |
| 2.2.1. Zasada działania sprężarkowej pompy ciepła .....                              | 49 |
| 2.2.2. Czynniki robocze .....                                                        | 56 |
| 2.2.3. Wybrane elementy konstrukcyjne sprężarkowych pomp ciepła .....                | 57 |
| 2.2.3.1. Sprężarki .....                                                             | 57 |
| 2.2.3.2. Wymienniki ciepła .....                                                     | 58 |
| 2.2.3.3. Elementy rozprężne .....                                                    | 61 |
| 2.2.4. Klasyfikacja i efektywność energetyczna sprężarkowych pomp ciepła .....       | 62 |
| 2.3. Absorpcyjne pompy ciepła .....                                                  | 66 |
| 2.4. Źródła ciepła niskotemperaturowego i sposoby jego pozyskiwania .....            | 70 |
| 2.4.1. Wprowadzenie .....                                                            | 70 |
| 2.4.2. Powietrze atmosferyczne .....                                                 | 71 |
| 2.4.3. Woda .....                                                                    | 72 |
| 2.4.4. Grunt .....                                                                   | 74 |

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.5. Sprężarkowe pompy ciepła w systemach ogrzewania i przygotowania c.w.u. .... | 87  |
| 2.5.1. Wprowadzenie .....                                                        | 87  |
| 2.5.2. Błędy popełniane w instalacjach sprężarkowych pomp ciepła .....           | 92  |
| 2.5.3. Przykłady instalacji z pompami ciepła .....                               | 98  |
| 2.5.3.1. Instalacja I .....                                                      | 98  |
| 2.5.3.2. Instalacja II .....                                                     | 103 |
| 2.5.3.3. Instalacja III .....                                                    | 106 |
| 2.5.3.4. Instalacja IV .....                                                     | 111 |
| 2.5.3.5. Instalacja V .....                                                      | 116 |
| 2.5.3.6. Wnioski .....                                                           | 126 |
| 2.6. Podsumowanie .....                                                          | 129 |