

## Spis treści

|     |                                                                                    |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Wykaz wybranych oznaczeń, wielkości i ich jednostek .....                          | 12 |
| 2.  | Przedmowa .....                                                                    | 15 |
| 3.  | Wprowadzenie .....                                                                 | 16 |
| 4.  | Stan obecny i perspektywy rozwoju odnawialnych źródeł energii na świecie i w UE... | 17 |
| 5.  | Perspektywy inwestycyjne w OZE na świecie .....                                    | 19 |
| 6.  | Rodzaje i zakres wykorzystania OZE w Polsce.....                                   | 20 |
| 6.1 | Biomasa.....                                                                       | 20 |
| 6.2 | Energetyka wodna.....                                                              | 23 |
| 6.3 | Energetyka geotermalna.....                                                        | 23 |
| 6.4 | Energetyka wiatrowa.....                                                           | 24 |
| 6.5 | Energetyka słoneczna.....                                                          | 24 |
| 7.  | Prognozy .....                                                                     | 25 |
| 8.  | Cel strategiczny dla Polski.....                                                   | 27 |
| 9.  | Finansowanie przedsięwzięć z zakresu odnawialnych źródeł energii .....             | 29 |
| 10. | Świadectwa pochodzenia .....                                                       | 38 |
| 11. | Podsumowanie .....                                                                 | 38 |
| 12. | Wnioski .....                                                                      | 40 |

## Rozdział I Energia słoneczna

|      |                                                                                 |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Sposoby produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem energii słonecznej..... | 41 |
| 1.1  | Metoda heliotermiczna.....                                                      | 41 |
| 1.2  | Metoda helioelektryczna .....                                                   | 43 |
| 2.   | Światowy rozwój fotoogniw i kolektorów słonecznych.....                         | 44 |
| 3.   | Fotoogniwa .....                                                                | 46 |
| 3.1  | Wiadomości wstępne z optoelektroniki .....                                      | 46 |
| 3.2  | Półprzewodnikowe detektory promieniowania.....                                  | 48 |
| 3.3  | Przykłady zastosowania fotoogniw.....                                           | 55 |
| 4.   | Rozwiązania konstrukcyjne baterii słonecznych (fotomodułów płaskich).....       | 57 |
| 4.1  | Baterie słoneczne Shell serii S.....                                            | 57 |
| 4.2  | Baterie słoneczne Shell serii PowerMax Ultra .....                              | 58 |
| 5.   | Baterie słoneczne wykonane w formie modułów okrągłych .....                     | 58 |
| 6.   | Parametry fotomodułów oraz ceny firmy Solaris .....                             | 59 |
| 7.   | Parametry osprzętu dodatkowego .....                                            | 60 |
| 7.1  | Regulatory ładowania .....                                                      | 60 |
| 7.2  | Przetwornice napięcia (przełączniki częstotliwości).....                        | 60 |
| 8.   | Dobór baterii słonecznych .....                                                 | 60 |
| 9.   | Wybrane układy połączeń fotoogniw .....                                         | 62 |
| 10.  | Obliczenia wstępne dotyczące doboru baterii fotoogniw do zasilania domu.....    | 63 |
| 11.  | Wykorzystywanie energii elektrycznej z fotoogniw do elektrolizy wody.....       | 65 |
| 12.  | Ogniwa paliwowe (fuel cells) .....                                              | 65 |
| 13.  | Wyniki pomiarów uzyskane w laboratorium OZE w ZSE nr 1:.....                    | 66 |
| 14.  | Otrzymywanie wodoru.....                                                        | 67 |
| 15.  | Kolektory słoneczne.....                                                        | 68 |
| 15.1 | Budowa kolektorów płaskich.....                                                 | 68 |
| 15.2 | Kolektor płaski próżniowy .....                                                 | 71 |
| 15.3 | Budowa próżniowych rurowych kolektorów słonecznych .....                        | 73 |
| 15.4 | Ogólna charakterystyka kolektorów próżniowych: .....                            | 77 |
| 16.  | Kolektory słoneczne skupiające.....                                             | 78 |
| 17.  | Słoneczne instalacje grzewcze .....                                             | 79 |

|       |                                                                                     |     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 17.1  | Bezpośrednie .....                                                                  | 79  |
| 17.2  | Pośrednie .....                                                                     | 79  |
| 17.3  | Parametry techniczne instalacji solarnej do ogrzewania c.w.u. ....                  | 80  |
| 17.4  | Instalacja solarna dla ciepłej wody użytkowej i wspomaganie ogrzewania budynku .... | 81  |
| 18.   | Przykładowe schematy systemów grzewczych z kolektorami słonecznymi .....            | 82  |
| 18.1  | Schematy i zasady działania systemów grzewczych firmy InsBud .....                  | 85  |
| 18.2  | Instalacje solarne firmy Hewalex. ....                                              | 87  |
| 19.   | Typowe elementy słonecznej instalacji grzewczej.....                                | 88  |
| 19.1  | Zbiornik na wodę – charakterystyka ogólna .....                                     | 88  |
| 19.2  | Zbiorniki instalacji solarnej.....                                                  | 89  |
| 19.3  | Wymiennik ciepła .....                                                              | 92  |
| 19.4  | Pompka i Panel sterujący PER .....                                                  | 93  |
| 19.5  | Regulatory Frisko SR24-SOLMAX, SOREL TDC2, zasilacz UPS .....                       | 93  |
| 19.6  | Regulatory SOREL TDC2 .....                                                         | 94  |
| 19.7  | Zasilacz bezprzerwowy, zasilacz awaryjny, zasilacz UPS .....                        | 94  |
| 19.8  | Pompa i panel sterujący GECO.....                                                   | 95  |
| 19.9  | Wyposażenie dodatkowe instalacji solarnej.....                                      | 95  |
| 19.10 | Wymiennik basenowy .....                                                            | 95  |
| 19.11 | Grzałka elektryczna.....                                                            | 95  |
| 19.12 | Uchwyty dachowe kolektora i konstrukcje wolnostojące .....                          | 96  |
| 19.13 | Oblachowanie kolektorów.....                                                        | 96  |
| 19.14 | Naczynie wyrównawcze – naczynie przeponowe .....                                    | 96  |
| 19.15 | Miejsce montażu kolektora .....                                                     | 97  |
| 19.16 | Montaż i instalacja kolektorów .....                                                | 97  |
| 19.17 | Przykłady montażu kolektorów słonecznych:.....                                      | 98  |
| 19.18 | Dobór wielkości instalacji.....                                                     | 98  |
| 19.19 | Dobór wielkości kolektora .....                                                     | 99  |
| 19.20 | Dobór wielkości zasobnika .....                                                     | 99  |
| 19.21 | Lokalizacja zasobników wody użytkowej i zbiorników akumulacyjnych.....              | 99  |
| 19.22 | Wykonanie instalacji rurowej.....                                                   | 99  |
| 19.23 | Przykład doboru układu solarnego do wspomaganie c.w.u.: wg firmy InsBud.....        | 100 |
| 19.24 | Przykład doboru układu solarnego dla wspomaganie c.w.u. i c.o.: .....               | 100 |
| 20.   | Efektywność pracy kolektorów słonecznych .....                                      | 101 |
| 21.   | Napełnianie instalacji .....                                                        | 103 |
| 22.   | Przykładowe ceny zestawów solarnych .....                                           | 103 |
| 23.   | Badania z wykorzystaniem energii słonecznej w instalacjach solarnych w ZSE nr 1..   | 104 |
| 24.   | Informacje techniczne oraz zasady BHP przy montażu kolektorów.....                  | 105 |
| 25.   | Obliczenia wstępne dotyczące oszczędności wynikających z montażu kolektorów ....    | 109 |
| 26.   | Podsumowanie .....                                                                  | 113 |
| 27.   | Pytania i zadania kontrolne dotyczące wykorzystania energii słonecznej .....        | 113 |

## Rozdział II Energia geotermalna

|     |                                                                   |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.  | Wstęp.....                                                        | 115 |
| 1.1 | Zasoby geotermalne .....                                          | 116 |
| 1.2 | Źródła energii geotermalnej .....                                 | 116 |
| 1.3 | Gejzery jako źródła energii geotermalnej .....                    | 116 |
| 1.4 | Górzące suche skały – kolejne źródło energii geotermalnej.....    | 117 |
| 1.5 | Dobrodziejstwa płynące z wykorzystania energii geotermalnej ..... | 119 |
| 1.6 | Zagrożenia wynikające z wykorzystania energii geotermalnej.....   | 119 |
| 2.  | Energia geotermalna na świecie .....                              | 119 |
| 2.1 | Bezpośrednie zastosowania energii geotermalnej.....               | 121 |

|      |                                                                               |     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.   | Wykorzystanie energii geotermalnej .....                                      | 122 |
| 4.   | Bezpośrednie sposoby wykorzystania energii geotermalnej w Polsce .....        | 123 |
| 5.   | Elektrociepłownie geotermalne.....                                            | 123 |
| 5.1  | Wykorzystanie energii geotermalnej w elektrociepłowniach .....                | 123 |
| 6.   | Energia geotermalna w Polsce .....                                            | 126 |
| 6.1  | Bezpośrednie wykorzystanie energii geotermalnej.....                          | 127 |
| 6.2  | Plan wykorzystania energii geotermalnej w Polsce w latach 1995-2010 .....     | 127 |
| 6.3  | Funkcjonujące zakłady geotermalne i balneologiczne w Polsce .....             | 128 |
| 7.   | Przykładowe instalacje geotermalne w Polsce .....                             | 129 |
| 7.1  | Funkcjonujące ciepłownie geotermalne.....                                     | 129 |
| 7.2  | Zakład w Mszczonowie .....                                                    | 129 |
| 7.3  | Ciepłownia w Przycach.....                                                    | 130 |
| 7.4  | Geotermia na Podhalu .....                                                    | 131 |
| 7.5  | Pierwszy zakład geotermalny w Polsce .....                                    | 132 |
| 7.6  | Schemat zagospodarowania wód geotermalnych w Bańskiej Niżnej.....             | 134 |
| 7.7  | Kaskadowy system wykorzystania energii geotermalnej .....                     | 134 |
| 7.8  | Geotermia Uniejów .....                                                       | 135 |
| 7.9  | System wykorzystujący wody geotermalne w Słomnikach.....                      | 135 |
| 8.   | Wnioski.....                                                                  | 137 |
| 9.   | Pompy ciepła.....                                                             | 140 |
| 9.1  | Informacje ogólne dotyczące pomp ciepła.....                                  | 140 |
| 9.2  | Budowa, zasada działania pompy ciepła.....                                    | 141 |
| 9.3  | Ogólne warunki instalacji pomp ciepła.....                                    | 143 |
| 10.  | System grzewczy z pompą ciepła .....                                          | 145 |
| 11.  | Dobór pompy ciepła (WP) dla c.o. (systemu grzewczego) .....                   | 146 |
| 11.1 | Określenie OZC – dokładne.....                                                | 146 |
| 11.2 | Określenie OZC – w przybliżeniu .....                                         | 146 |
| 11.3 | Przybliżony OZC wg wskaźników .....                                           | 147 |
| 11.4 | Określenie systemu pracy układu grzewczego .....                              | 147 |
| 11.5 | System monowalentny .....                                                     | 147 |
| 11.6 | System biwalentny – alternatywny .....                                        | 148 |
| 11.7 | System biwalentny - równoległy monoenergetyczny .....                         | 148 |
| 11.8 | System biwalentny – częściowo-równoległy .....                                | 148 |
| 12.  | Instalacja dolnego źródła ciepła WQA .....                                    | 149 |
| 12.1 | Systemy gruntowe (solanka/woda).....                                          | 149 |
| 12.2 | Sondy pionowe.....                                                            | 152 |
| 12.3 | Wody gruntowe.....                                                            | 153 |
| 12.4 | Górne źródło ciepła:.....                                                     | 153 |
| 12.5 | Wybrane przykłady urządzeń do instalacji pomp ciepła .....                    | 154 |
| 12.6 | Dolne źródło ciepła – grunt.....                                              | 154 |
| 12.7 | Dolne źródło ciepła – powietrze zewnętrzne .....                              | 158 |
| 12.8 | Pompy ciepła na powietrze wentylacyjne.....                                   | 162 |
| 13.  | Aspekty ekonomiczne zastosowania pomp ciepła .....                            | 166 |
| 14.  | Wady i zalety pomp ciepła.....                                                | 167 |
| 15.  | Wizualizacja pracy instalacji z pompą ciepła .....                            | 168 |
| 16.  | Podsumowanie zagadnień związanych z pompami ciepła.....                       | 169 |
| 17.  | Pytania i zadania kontrolne dotyczące wykorzystania energii geotermalnej..... | 170 |

## Rozdział III Energia wiatru

|      |                                                                                |     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.   | Wstęp.....                                                                     | 171 |
| 2.   | Wiatr i jego zasoby energetyczne.....                                          | 172 |
| 2.1  | Wpływ czynników środowiskowych .....                                           | 172 |
| 2.2  | Róża wiatrów.....                                                              | 174 |
| 2.3  | Szorstkość terenu.....                                                         | 175 |
| 2.4  | Podstawowe dane o atmosferze i wietrze.....                                    | 176 |
| 3.   | Podstawa działania elektrowni wiatrowej.....                                   | 177 |
| 3.1  | Podstawowe informacje o krzywej mocy.....                                      | 178 |
| 3.2  | Parametry pracy siłowni wiatrowych.....                                        | 178 |
| 3.3  | Silniki wiatrowe .....                                                         | 179 |
| 3.4  | Lokalne oddziaływanie energetyki wiatrowej.....                                | 181 |
| 4.   | Budowa elektrowni wiatrowej.....                                               | 182 |
| 4.1  | Metody regulacji mocy oddawanej przez elektrownie wiatrowe.....                | 183 |
| 4.2  | Generatory .....                                                               | 185 |
| 4.3  | Krótką charakterystyką nowych konstrukcji.....                                 | 187 |
| 5.   | Elektrownie wiatrowe na świecie.....                                           | 188 |
| 6.   | Etapy realizacji inwestycji budowy elektrowni wiatrowej .....                  | 191 |
| 6.1  | Faza wstępna .....                                                             | 191 |
| 6.2  | Faza zbierania danych szczegółowych.....                                       | 192 |
| 6.3  | Faza ekonomiczna.....                                                          | 193 |
| 6.4  | Faza realizacji inwestycji i opracowania projektu technicznego inwestycji..... | 193 |
| 6.5  | Ceny używanych siłowni wiatrowych.....                                         | 194 |
| 7.   | Rozmieszczenie elektrowni pracujących w Polsce .....                           | 194 |
| 7.1  | Przeznaczenie pojedynczej elektrowni wiatrowej: .....                          | 195 |
| 8.   | Optymalizacja warunków pracy silnika wiatrowego .....                          | 196 |
| 9.   | Systemy sterowania w elektrowni wiatrowej firmy Vestas .....                   | 197 |
| 9.1  | Sterowniki .....                                                               | 197 |
| 9.2  | Zdalne sterowanie .....                                                        | 200 |
| 10.  | Małe elektrownie wiatrowe – charakterystyka.....                               | 201 |
| 10.1 | Przedsiębiorstwo Dr Ząber.....                                                 | 202 |
| 10.2 | Turbina wiatrowa o mocy 2000W (TW – 2000) firmy DELGREEN.....                  | 203 |
| 10.3 | Małe elektrownie wiatrowe z pionową osią obrotu .....                          | 205 |
| 11.  | Programy do symulacji pracy elektrowni wiatrowych.....                         | 206 |
| 12.  | Podsumowanie .....                                                             | 206 |
| 13.  | Pytania i zadania kontrolne dotyczące wykorzystania energii wiatru.....        | 207 |

## Rozdział IV Energia wody

|     |                                                                                    |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.  | Wstęp.....                                                                         | 209 |
| 2.  | Parametry elektrowni wodnych.....                                                  | 210 |
| 3.  | Rozwiązania elektrowni wodnych .....                                               | 210 |
| 3.1 | Budowle hydrotechniczne, elementy elektrowni wodnych, urządzenia mechaniczne ..... | 210 |
| 3.2 | Elektrownie przepływowe i zbiornikowe.....                                         | 211 |
| 3.3 | Elektrownie pompowe.....                                                           | 211 |
| 3.4 | Wybrane elektrownie wodne.....                                                     | 213 |
| 4.  | Mała energetyka wodna .....                                                        | 215 |
| 5.  | Opisy typów turbin wodnych .....                                                   | 216 |
| 5.1 | Rozwiązania współczesne z turbinami Francisza .....                                | 217 |
| 5.2 | Współczesne rozwiązania z turbinami Kaplana.....                                   | 218 |

|       |                                                                                |     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3   | Rozwiązania z turbinami Peltona.....                                           | 219 |
| 6.    | Prądnice elektryczne .....                                                     | 219 |
| 6.1   | Wielkości i parametry prądnicy .....                                           | 220 |
| 6.2   | Prądnice asynchroniczne (indukcyjne) .....                                     | 220 |
| 6.3   | Prądnice synchroniczne (hydrogeneratory) .....                                 | 221 |
| 7.    | Regulatory turbin wodnych.....                                                 | 222 |
| 7.1   | Elektrohydrauliczny regulator prędkości obrotowej turbiny lub jej mocy. ....   | 223 |
| 8.    | Sposoby przekazywania napędu z turbiny na prądnice .....                       | 224 |
| 8.1   | Bezpośrednie sprzęgnięcie wału z prądnicą.....                                 | 224 |
| 8.2   | Przekazywanie napędu przez przekładnie.....                                    | 224 |
| 8.3   | Przekładnie pasowe.....                                                        | 225 |
| 8.4   | Przekładnie zębate.....                                                        | 226 |
| 9.    | Pomocnicze wyposażenie mechaniczne.....                                        | 226 |
| 9.1   | Kraty na ujęciach wody i czyszczenie .....                                     | 226 |
| 9.2   | Zamknięcie dopływu wody do turbin .....                                        | 227 |
| 10.   | Wyposażanie budynków elektrowni w dźwignice.....                               | 228 |
| 11.   | Systemy pracy MEW .....                                                        | 228 |
| 12.   | Zabezpieczenia urządzeń elektroenergetycznych .....                            | 229 |
| 12.1  | Zabezpieczenia bloków z prądnicami synchronicznymi i transformatorowymi .....  | 229 |
| 12.2  | Zabezpieczenia prądnic asynchronicznych o mocy do 250 kVA .....                | 230 |
| 12.3  | Zabezpieczenia bloków, prądnica asynchroniczna – transformator .....           | 230 |
| 12.4  | Zabezpieczenia turbozespołów .....                                             | 231 |
| 12.5  | Ochrona przeciwporażeniowa.....                                                | 232 |
| 12.6  | Ochrona od przepięć oraz instalacje piorunochronne .....                       | 233 |
| 12.7  | Ochrona przeciwpożarowa.....                                                   | 234 |
| 12.8  | Bezpieczeństwo wykonywania prac przy urządzeniach elektrycznych.....           | 234 |
| 12.9  | Udzielanie pierwszej pomocy osobom porażonym prądem elekt.....                 | 234 |
| 12.10 | Sygnalizacja zakłóceń pracy .....                                              | 234 |
| 13.   | Pomiary .....                                                                  | 235 |
| 14.   | Potrzeby własne elektrowni .....                                               | 236 |
| 15.   | Uziomy .....                                                                   | 236 |
| 16.   | Procesy ruchowe w MEW.....                                                     | 236 |
| 16.1  | Zakres i stopień automatyzacji procesów rozruchowych .....                     | 237 |
| 17.   | Automatyzacja procesów ruchowych MEW .....                                     | 238 |
| 17.1  | Układ sterowania łopatek turbiny (USW).....                                    | 238 |
| 17.2  | Automatyczny regulator prędkości kątowej turbiny (ART.) .....                  | 238 |
| 17.3  | Układ sterowania aparatu kierowniczego turbiny (USK) .....                     | 239 |
| 17.4  | Układ automatycznej regulacji napięcia prądnicy synchronicznej (ARN).....      | 239 |
| 17.5  | Automatyczny synchronizator prądnicy synchronicznej (ASG) .....                | 239 |
| 17.6  | Układ automatycznego sterowania procesami rozruchowymi turbozespołu (USR) .... | 239 |
| 17.7  | Układ automatycznego sterowania procesami odstawiania turbozespołu (USO) ..... | 239 |
| 17.8  | Układ automatycznej regulacji poziomu wody(ARP) .....                          | 239 |
| 17.9  | Auto operator(AOP).....                                                        | 240 |
| 17.10 | Układ sterowania zamknięć wlotowych wody do turbiny (USZ).....                 | 240 |
| 17.11 | Układ programujący pracę szczytową MEW (UPP).....                              | 241 |
| 17.12 | Sterowanie prądnicami asynchronicznymi .....                                   | 241 |
| 18.   | Wybrane elementy dokumentacji małej elektrowni wodnej Zakopane – Olcza.....    | 241 |
| 18.1  | Opis techniczny, charakterystyka elektrowni .....                              | 241 |
| 19.   | Etapy realizacji inwestycji budowy elektrowni wodnych.....                     | 245 |
| 20.   | Podsumowanie: .....                                                            | 245 |
| 21.   | Pytania i zadania kontrolne dotyczące wykorzystania energii wody.....          | 247 |

## Rozdział V Energia biomasy

|      |                                                                                      |     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.   | Pojęcie biomasy.....                                                                 | 249 |
| 2.   | Drewno jako biopaliwo .....                                                          | 252 |
| 2.1  | Wierzba energetyczna .....                                                           | 253 |
| 2.2  | Gazyfikacja biomasy .....                                                            | 255 |
| 2.3  | Kotły do spalania drewna .....                                                       | 255 |
| 2.4  | Przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne kotła do spalania drewna .....                 | 256 |
| 2.5  | Kotły EKOPAL D .....                                                                 | 257 |
| 2.6  | Piec MS .....                                                                        | 257 |
| 2.7  | Kotłownie firmy Golem .....                                                          | 258 |
| 2.8  | Kotły Verner .....                                                                   | 259 |
| 3.   | Piece kominkowe .....                                                                | 261 |
| 3.1  | Kominek z płaszczem wodnym.....                                                      | 261 |
| 3.2  | Kominek firmy Makroterm .....                                                        | 262 |
| 3.3  | Ciepła woda z kominka UNI.....                                                       | 263 |
| 3.4  | Piece kominkowe firmy Verner .....                                                   | 265 |
| 3.5  | Awaryjne zasilanie pompy .....                                                       | 267 |
| 3.6  | Wytyczne przed montażem turbokominka wg firmy Makroterm .....                        | 268 |
| 4.   | Słoma jako biopaliwo.....                                                            | 270 |
| 4.1  | Kotły małej mocy na słomę.....                                                       | 271 |
| 4.2  | Kotłownie dużej mocy .....                                                           | 272 |
| 4.3  | Wnioski .....                                                                        | 273 |
| 5.   | Osady ściekowe (analog torfu) i kotły na osady ściekowe .....                        | 274 |
| 6.   | Biogaz.....                                                                          | 275 |
| 6.1  | Biogazownie rolnicze .....                                                           | 276 |
| 6.2  | Charakterystyka pierwszej biogazowni rolniczej działającej w Polsce .....            | 278 |
| 7.   | Biogaz z oczyszczalni ścieków .....                                                  | 281 |
| 7.1  | Gospodarka energią elektryczną i ciepłem oczyszczalni ścieków w Krakowie .....       | 281 |
| 7.2  | Wstęp.....                                                                           | 282 |
| 7.3  | Opis działania oczyszczalni .....                                                    | 282 |
| 7.4  | Wytwarzanie biogazu .....                                                            | 282 |
| 7.5  | Generatory zasilane biogazem .....                                                   | 283 |
| 8.   | Biogaz wysypiskowy z odpadów .....                                                   | 283 |
| 9.   | Elektrownia biogazowa – wysypisko Gdańsk – Szadółki.....                             | 285 |
| 9.1  | Koncepcja.....                                                                       | 285 |
| 9.2  | Wykonanie .....                                                                      | 285 |
| 9.3  | Efekt ekonomiczny i ekologiczny .....                                                | 287 |
| 10.  | Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w oparciu o paliwa biogazowe .. | 287 |
| 10.1 | Geneza .....                                                                         | 287 |
| 11.  | Wzbogacanie i oczyszczanie biogazu .....                                             | 289 |
| 11.1 | Odsiarczanie biogazu – technologia.....                                              | 289 |
| 12.  | Główne zalety wykorzystania biogazu.....                                             | 290 |
| 13.  | Problemy wynikające z produkcji biogazu .....                                        | 290 |
| 14.  | Bioetanol .....                                                                      | 290 |
| 15.  | Biodiesel.....                                                                       | 291 |
| 16.  | Współspalanie biomasy i paliw kopalnych .....                                        | 298 |
| 17.  | Efekty ekonomiczne stosowania biomasy w energetyce .....                             | 299 |
| 18.  | Elektrownie wykorzystujące do spalania biomasę.....                                  | 300 |
| 19.  | Możliwości produkcji energii z biomasy .....                                         | 301 |

|     |                                                                           |     |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 20. | Podsumowanie .....                                                        | 302 |
| 21. | Pytania i zadania kontrolne dotyczące wykorzystania energii biomasy ..... | 304 |
| 22. | Zestawienie firm z branży OZE w Polsce.....                               | 305 |
| 23. | „Klastry” – szansą rozwoju firm z branży OZE .....                        | 305 |

## **Rozdział VI Suplement**

|                 |                                                         |     |
|-----------------|---------------------------------------------------------|-----|
| 1.              | Projekt edukacyjny.....                                 | 307 |
| 2.              | Wyposażenie laboratorium OZE w ZSE nr 1 w Krakowie..... | 310 |
| 2.1.            | Laboratorium wyposażone jest między innymi w: .....     | 310 |
| 3.              | Zdjęcia przedstawiające wyposażenie laboratorium:.....  | 313 |
| 4.              | DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY .....         | 316 |
| 5.              | Promocja OZE .....                                      | 333 |
| 6.              | Uwagi końcowe .....                                     | 333 |
| Literatura..... |                                                         | 334 |