

## Spis treści

1. Wykaz wybranych oznaczeń, wielkości i ich jednostek . . . . .	17
2. Przedmowa . . . . .	20
3. Wprowadzenie . . . . .	23
4. Sposób wytwarzania, podział, rodzaj energii otrzymywanej z OZE . . . . .	25
5. Stan obecny i perspektywy rozwoju odnawialnych źródeł energii na świecie i w UE . . . . .	26
6. Perspektywy inwestycyjne w OZE na świecie . . . . .	28
7. Rodzaje i zakres wykorzystania OZE w Polsce . . . . .	29
7.1. Biomasa . . . . .	31
7.2. Energetyka wodna . . . . .	34
7.3. Energetyka geotermalna . . . . .	35
7.4. Energetyka wiatrowa . . . . .	36
7.5. Energetyka słoneczna . . . . .	36
8. Rodzaj, ilość i moc instalacji wytwarzających energię elektryczną z OZE w Polsce z podziałem na województwa . . . . .	37
9. Prognozy dotyczące wykorzystania OZE w Polsce . . . . .	43
10. Cel strategiczny dla Polski w zakresie OZE . . . . .	45
11. Finansowanie przedsięwzięć z zakresu odnawialnych źródeł energii . . . . .	46
11.1. Koszty inwestycyjne w urządzenia zasilane z OZE . . . . .	46
12. Świadectwa pochodzenia . . . . .	47
13. Zestawienie firm z branży OZE w Polsce . . . . .	50
14. Podsumowanie . . . . .	51
15. Wnioski . . . . .	52

## Rozdział I Energia słoneczna

1. Sposoby produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem energii słonecznej . . . . .	55
1.1. Metoda heliologiczna . . . . .	56
1.2. Metoda helioelektryczna . . . . .	57
2. Rozwiązania przyszłościowe wykorzystania energii słonecznej . . . . .	59
3. Światowy rozwój fotoogniw . . . . .	59
4. Fotoogniwa . . . . .	62
4.1. Wiadomości wstępne z optoelektroniki . . . . .	62
4.2. Budowa i zasada działania ogniw krzemowych . . . . .	64
4.3. Podział ogniw PV . . . . .	65
4.4. Ogniw z krzemu monolitycznego . . . . .	65
4.5. Ogniw polikrystaliczne . . . . .	67
4.6. Ogniw polikrystaliczne cienkowarstwowe . . . . .	71
4.7. Ogniw z krzemu amorficznego . . . . .	73
4.8. Ogniw cienkowarstwowe jedno i wielozłączone z arsenku galu . . . . .	74
4.9. Ogniw fotowoltaiczne z materiałów organicznych . . . . .	76
4.10. Ogniw fotowoltaiczne uczulane barwnikiem . . . . .	78
4.11. Hybrydowe panele słoneczne . . . . .	81
5. Analiza pracy fotoogniwa . . . . .	82

5.1.	Podstawowe zależności	84
5.2.	Wpływ temperatury na parametry fotoogniwa	84
5.3.	Sposoby połączeń ogniw PV	87
5.4.	Wpływ promieniowania słonecznego na parametry fotoogniwa	88
5.5.	Wybrane wyniki badań fotoogniw	89
6.	Przykłady zastosowania fotoogniw	90
7.	Wybrane przykłady instalacji fotowoltaicznych	99
8.	Parametry osprzętu dodatkowego	100
8.1.	Regulatory ładowania	101
8.2.	Przetwornice napięcia	101
8.3.	Centrala komunikacyjna	103
9.	Dobór i montaż baterii fotowoltaicznych	104
10.	Wybrane układy połączeń fotoogniw	105
10.1.	Sieć autonomiczna (wydzielona)	107
10.2.	Praca elektrowni PV na sieć „sztywną”	107
11.	Obliczenia wstępne dotyczące doboru baterii fotoogniw do zasilania domu	108
11.1.	Przykładowy uzysk energetyczny fotogniw	109
12.	Montaż instalacji fotowoltaicznej	113
12.1.	Systemy montażowe dla modułów skrzynkowych	113
12.2.	Montaż fotoogniw „podążających za słońcem”	113
12.3.	Wytyczne montażowe	116
13.	Kolektory słoneczne	116
13.1.	Dane statystyczne	122
13.2.	Rodzaje, budowa kolektorów słonecznych	122
13.3.	Kolektory płaskie cieczowe	124
13.4.	Budowa kolektorów płaskich, bilans energii	124
13.5.	Przykładowe dane techniczne i charakterystyka identyfikacyjna kolektorów płaskich	125
13.6.	Budowa próżniowych rurowych kolektorów słonecznych	128
13.7.	Zwierciadło CPC	130
13.8.	Ogólna charakterystyka kolektorów próżniowych	137
13.9.	Kolektory słoneczne skupiające	137
13.10.	Kolektor cieczowy wykonany w formie maty z propylenu	138
13.11.	Kolektor współpracujący z fotoogniwem	140
13.12.	Świadectwa poprawności wykonania kolektorów	140
14.	Słoneczne instalacje grzewcze	141
14.1.	Bezpośrednie i pośrednie	141
15.	Parametry techniczne instalacji solarnej do ogrzewania c.w.u., co., schematy	141
15.1.	Instalacja solarna dla ciepłej wody użytkowej i wspomaganie ogrzewania budynku	144
15.2.	Przykładowe schematy systemów grzewczych wspomaganych kolektorami słonecznymi	145
16.	Typowe elementy słonecznej instalacji grzewczej	146
16.1.	Zbiorniki na wodę – charakterystyka ogólna	153
16.2.	Zbiorniki instalacji solarnej	153
16.3.	Przeciwdziałanie bakteriom Legionella Pneumophila w instalacji c.w.u.	155

16.4.	Wymiennik ciepła	156
16.5.	Zasobnik z jedną wężownicą	156
16.6.	Zasobnik z dwiema wężownicami	157
16.7.	Zasobnik płaszczowy	158
16.8.	Zasobniki kombinowane – typu zbiornik w zbiorniku	158
17.	Pompy stacje solarne	159
17.1.	Stacja solarna dwudrogowa	159
17.2.	Stacja solarna jednodrogowa	160
18.	Pompa solarne	160
19.	Regulatory	161
20.	Zasilacz bezprzerwowo, awaryjny, UPS	162
21.	Czujniki temperatury	163
22.	Wymiennik płytowy	163
23.	Grzałka elektryczna	164
24.	Odpowietrznik instalacji solarnej	165
25.	Złączka kompensacyjna	165
26.	Rotometr	165
27.	Manometr	166
28.	Separator powietrza	166
29.	Licznik ciepła (ciepłomierz)	166
30.	Uchwyty dachowe kolektora i konstrukcje wolnostojące	167
31.	Oblachowanie kolektorów	168
32.	Naczynie wyrównawcze – naczynie przeponowe – wzbiornicze	168
33.	Zawór bezpieczeństwa	171
34.	Wykonanie instalacji rurowej	172
35.	Izolacja cieplna instalacji solarnej	172
36.	Węże solarne	173
37.	Układ hydrauliczny instalacji solarnej	173
38.	Montaż i instalacja kolektorów	174
38.1.	Możliwości usytuowania kolektorów	174
38.2.	Odległość między rzędami kolektorów	175
39.	Wpływ ustawienia kolektora na jego parametry energetyczne	175
40.	Instalacje do ciepłej wody użytkowej w budynkach indywidualnych	177
40.1.	Dobór urządzeń do instalacji solarnej	177
41.	Instalacja do podgrzewania wody basenowej	180
42.	Łączenie kolektorów w instalacje o dużej powierzchni czynnej	181
43.	Zalecenia eksploatacyjne	185
44.	Przykłady montażu kolektorów słonecznych	185
45.	Dobór wielkości instalacji	186
46.	Dobór wielkości kolektora i zasobnika	186
47.	Lokalizacja zasobników wody użytkowej i zbiorników akumulacyjnych	187
48.	Instalacje do c.w.u. oraz wspomaganie c.o. w budynkach indywidualnych	188
48.1.	Efektywność pracy kolektorów słonecznych	190
49.	Napełnienie i odpowietrzenie instalacji solarnej	195
50.	Instalacje wielkogabarytowe	196
50.1.	Największa instalacja solarne w Polsce	196

50.2.	Instalacja wielkogabarytowa z magazynem ciepła . . . . .	197
51.	Płaskie kolektory powietrzne . . . . .	201
51.1.	Zasada działania . . . . .	201
51.2.	Budowa . . . . .	201
51.3.	Konstrukcje kolektorów . . . . .	203
51.4.	Zalety i wady stosowania kolektorów słonecznych powietrznych . . .	203
51.5.	Rozwiązania konstrukcyjne instalacji . . . . .	205
51.6.	Sposoby rozdziału powietrza . . . . .	207
51.7.	Przykłady instalacji . . . . .	207
51.8.	Koszty i oszczędności wynikające ze stosowania dużych systemów solarnego podgrzewania powietrza . . . . .	212
51.9.	Podsumowanie . . . . .	213
52.	Badania nad wykorzystaniem energii słonecznej w instalacjach solarnych w ZSE nr 1 . . . . .	214
52.1.	Analiza wybranych wyników badań instalacji solarnych w laboratorium w ZSE nr1 . . . . .	214
52.2.	Analiza wybranych wyników badań instalacji solarnej w Połtawie . .	220
53.	Symulacyjne programy komputerowe . . . . .	223
54.	Bilans energetyczny wydajności instalacji solarnej na podstawie symulacji	224
55.	Informacje techniczne oraz zasady BHP obowiązujące przy montażu kolektorów płaskich . . . . .	230
55.1.	BHP podczas montażu . . . . .	230
55.2.	Kompletność dostawy . . . . .	231
55.3.	Transport i składowanie . . . . .	231
55.4.	Dokumentacja techniczna . . . . .	231
55.5.	Narzędzia i sprzęt dodatkowy . . . . .	231
55.6.	Informacje ogólne . . . . .	232
55.7.	Odpowietrzanie solarne obwodu pierwotnego . . . . .	232
55.8.	Prowadzenie rur solarne obwodu pierwotnego . . . . .	233
55.9.	Podłączenie przewodów zbiorczych . . . . .	233
55.10.	Montaż kolektora . . . . .	233
55.11.	Połączenie kolektorów w baterię solarną. . . . .	236
55.12.	Napełnianie solarne obwodu pierwotnego płynem solarnym . . . . .	237
55.13.	Odpowietrzenie instalacji . . . . .	237
55.14.	Prace izolacyjne . . . . .	237
55.15.	Przepisy bezpieczeństwa . . . . .	238
55.16.	Ochrona przeciwporażeniowa . . . . .	238
55.17.	Ochrona przeciwpożarowa . . . . .	238
55.18.	Bezpieczeństwo wykonywania prac przy urządzeniach elektrycznych	238
55.19.	Elektryczne okablowanie urządzenia . . . . .	239
55.20.	Zabezpieczenie przed uderzeniem pioruna i wyrównywaniem potencjałów . . . . .	239
55.21.	Uruchomienie . . . . .	239
55.22.	Wyłączanie/zatrzymanie . . . . .	240
55.23.	Kontrola instalacji . . . . .	240
55.24.	Eksploatacja instalacji solarnej do celów wspomaganie ogrzewania budynku . . . . .	240

55.25. Przegląd instalacji . . . . .	240
55.26. Ważne informacje dla użytkownika instalacji . . . . .	241
55.27. Warunki gwarancji . . . . .	241
55.28. Najczęściej występujące usterki . . . . .	242
56. Instrukcja montażu kolektorów próżniowych na dachu spadzistym i na powierzchni płaskiej . . . . .	242
56.1. Instrukcja . . . . .	242
56.2. Ogólne przepisy bezpieczeństwa . . . . .	243
56.3. Wysokie temperatury . . . . .	243
56.4. Elementy metalowe . . . . .	243
56.5. Szklane rurki próżniowe . . . . .	243
56.6. Wyłączenia odpowiedzialności . . . . .	244
56.7. Umiejscowienie kolektora – informacje ogólne . . . . .	244
56.8. Montaż kolektorów . . . . .	245
56.9. Montaż kolektorów na dachu spadzistym . . . . .	246
56.10. Montaż kolektorów na powierzchni płaskiej . . . . .	248
56.11. Hydraulika . . . . .	251
56.12. Ochrona odgromowa . . . . .	253
57. Instalacje o większych powierzchniach . . . . .	253
58. Treść przykładowej dokumentacji projektowej instalacji solarnej . . . . .	254
59. Podsumowanie . . . . .	255
60. Pytania, zadania kontrolne, dotyczące wykorzystania energii słonecznej . . . . .	256
61. Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany . . . . .	257

## Rozdział II Energia ciepła ziemi i powietrza

1. Wstęp . . . . .	261
1.1. Zasoby geotermalne . . . . .	262
1.2. Źródła energii geotermalnej . . . . .	262
1.3. Gejzery, jako źródła energii geotermalnej . . . . .	263
1.4. Gorące suche skały – kolejne źródło energii geotermalnej . . . . .	263
1.5. Parametry termodynamiczne wód geotermalnych . . . . .	263
1.6. Sposoby wykorzystania energii geotermalnej . . . . .	266
1.7. Dobrodziejstwa płynące z wykorzystania energii geotermalnej . . . . .	267
1.8. Zagrożenia wynikające z wykorzystania energii geotermalnej . . . . .	267
2. Przykłady wykorzystania energii geotermalnej . . . . .	267
2.1. Bezpośrednie zastosowania energii geotermalnej . . . . .	269
2.2. Bezpośrednie sposoby wykorzystania energii geotermalnej w Polsce . . . . .	271
3. Elektrociepłownie geotermalne . . . . .	272
3.1. Wykorzystanie energii geotermalnej w elektrociepłowniach . . . . .	272
4. Wielkość i rozmieszczenie w Polsce zasobów wód geotermalnych . . . . .	275
4.1. Prowincje i okręgi posiadające wody geotermalne . . . . .	275
4.2. Charakterystyka złóż geotermalnych w Polsce . . . . .	276
5. Przykładowe instalacje geotermalne w Polsce . . . . .	278
5.1. Funkcjonujące ciepłownie geotermalne . . . . .	278

5.2.	Zakład w Mszczonowie .....	278
5.3.	Ciepłownia w Pyrzycach .....	279
5.4.	Geotermia na Podhalu .....	281
5.5.	Pierwszy zakład geotermalny w Polsce .....	282
5.6.	Schemat zagospodarowania wód geotermalnych w Bańskiej Niżnej .....	284
5.7.	Kaskadowy system wykorzystania energii geotermalnej .....	285
5.8.	Geotermia Uniejów .....	285
5.9.	System wykorzystania niskotemperaturowej wody geotermalnej w mieście Słomniki .....	286
5.10.	Ciepłownia geotermalna w Stargardzie Szczecińskim .....	288
5.11.	Plan wykorzystania energii geotermalnej w Polsce do roku 2030 ...	288
6.	Wnioski .....	289
7.	Energia cieplna płytkich złóż geotermalnych .....	293
7.1.	Właściwości gruntu .....	293
7.2.	Metody badania gruntu .....	297
8.	Pompy ciepła .....	298
8.1.	Informacje ogólne dotyczące pomp ciepła .....	299
8.2.	Budowa, zasada działania pompy ciepła .....	299
8.3.	Ogólne warunki instalacji pomp ciepła .....	301
9.	Dobór pompy ciepła (WP) dla c.o. (systemu grzewczego) .....	304
9.1.	Określenie OZC – dokładne .....	304
9.2.	Określenie OZC – w przybliżeniu .....	305
9.3.	Przybliżony OZC, wg wskaźników .....	305
9.4.	Określenie systemu pracy układu grzewczego .....	306
9.5.	System monowalentny .....	306
9.6.	System biwalentny – alternatywny .....	307
9.7.	System biwalentny - równoległy monoenergetyczny .....	307
9.8.	System biwalentny – częściowo-równoległy .....	308
9.9.	System grzewczy z pompą ciepła .....	308
10.	Instalacje dolnego źródła ciepła WQA .....	309
10.1.	Systemy powietrzne .....	309
10.2.	Systemy gruntowe poziome (solanka/woda) .....	310
10.3.	Wymienniki gruntowe pionowe .....	317
10.4.	Wody gruntowe .....	319
10.5.	Wody geotermalne .....	320
10.6.	Przykłady wykorzystania pomp ciepła w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym .....	320
10.7.	Charakterystyki pracy pomp ciepła .....	323
11.	Górne źródło ciepła WNA .....	324
12.	Wybrane przykłady urządzeń do instalacji pomp ciepła .....	325
12.1.	Dolne źródło ciepła – grunt, instalacja solanka – woda .....	325
12.2.	Gruntowe pompy ciepła, instalacja woda – woda .....	328
12.3.	Pompa ciepła z bezpośrednim odparowaniem czynnika R407C .....	329
12.4.	Dolne źródło ciepła – powietrze zewnętrzne .....	330
12.5.	Wybrane wyniki badań pompy ciepła powietrze-woda .....	332
12.6.	Pompy ciepła na powietrze wentylacyjne .....	335
13.	Aspekty ekonomiczne zastosowania pomp ciepła .....	339

14.	Analiza porównawcza kosztów uzyskania ciepłej wody użytkowej, centralnego ogrzewania przez pompę ciepła spirytus – woda, piec gazowy .	341
15.	Sezonowy współczynnik efektywności SPF . . . . .	343
16.	Wizualizacja pracy instalacji z pompą ciepła . . . . .	344
17.	Absorpcyjne pompy ciepła . . . . .	345
17.1.	Zasada działania . . . . .	345
17.2.	Współpraca pompy ciepła z instalacją solarną, chłodzenie przez grzanie . . . . .	346
18.	Wady i zalety pomp ciepła . . . . .	347
19.	Podsumowanie zagadnień związanych z pompami ciepła . . . . .	348
20.	Instalacje nawiewno-wywiewne z rekuperatorem w budynkach pasywnych . . . . .	349
20.1.	Charakterystyka budynków pasywnych . . . . .	349
20.2.	Instalacje nawiewno-wywiewne, informacje ogólne. . . . .	354
20.3.	Budowa, zasada działania instalacji nawiewno-wywiewnej. . . . .	355
20.4.	Analiza opłacalności montowania instalacji nawiewno-wywiewnej .	362
21.	Pytania, zadania kontrolne, dotyczące wykorzystania energii geotermalnej .	364
22.	Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany . . . . .	364

## Rozdział III Energia wiatru

1.	Wstęp . . . . .	369
2.	Wiatr i jego zasoby energetyczne . . . . .	370
2.1.	Wpływ czynników środowiskowych . . . . .	371
2.2.	Róża wiatrów . . . . .	372
2.3.	Zasoby . . . . .	374
2.4.	Szorstkość terenu . . . . .	375
3.	Podstawa działania elektrowni wiatrowej . . . . .	377
3.1.	Podstawowe informacje o krzywej mocy . . . . .	377
3.2.	Parametry pracy siłowni wiatrowych . . . . .	378
3.3.	Silniki wiatrowe . . . . .	379
3.4.	Lokalne oddziaływanie energetyki wiatrowej . . . . .	382
4.	Budowa elektrowni wiatrowej . . . . .	383
4.1.	Metody regulacji mocy oddawanej przez elektrownie wiatrowe . . . .	385
4.2.	Generatory . . . . .	387
4.3.	Krótką charakterystyka nowych konstrukcji . . . . .	389
5.	Zainstalowana moc i sposób montażu, elektrowni wiatrowych. . . . .	391
5.1.	Wielkość mocy i energii zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych w UE . . . . .	391
5.2.	Sposób montażu konstrukcji elektrowni wiatrowych . . . . .	393
6.	Etapy realizacji inwestycji budowy elektrowni wiatrowej . . . . .	395
6.1.	Faza wstępna . . . . .	395
6.2.	Faza zbierania danych szczegółowych . . . . .	396
6.3.	Faza ekonomiczna . . . . .	397
6.4.	Faza realizacji inwestycji i opracowania projektu technicznego . . . .	397
6.5.	Ceny używanych siłowni wiatrowych . . . . .	398

7.	Rozmieszczenie elektrowni pracujących w Polsce . . . . .	398
7.1.	Przeznaczenie pojedynczej elektrowni wiatrowej . . . . .	399
8.	Optymalizacja warunków pracy silnika wiatrowego . . . . .	401
9.	Systemy sterowania w elektrowni wiatrowej . . . . .	401
9.1.	Sterowniki . . . . .	401
9.2.	Zdalne sterowanie . . . . .	405
9.3.	Sterowanie w małych elektrowniach wiatrowych (MEW) . . . . .	405
10.	Małe elektrownie wiatrowe – charakterystyka. . . . .	406
10.1.	Elektrownia wiatrowa „Zefir-6” 5 kW . . . . .	407
10.2.	Turbina wiatrowa o mocy 1,5 kW . . . . .	408
11.	Wybrane wyniki badań elektrowni wiatrowej ECO-H-1,5 kW . . . . .	409
12.	Mikro elektrownie wiatrowe z pionową osią obrotu . . . . .	411
13.	Wybrane wyniki badań małej elektrowni wiatrowej . . . . .	415
14.	Programy do symulacji pracy elektrowni wiatrowej . . . . .	417
15.	Podsumowanie . . . . .	418
16.	Pytania, zadania kontrolne, dotyczące wykorzystania energii wiatru . . . . .	420
17.	Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany . . . . .	421

## Rozdział IV Energia wody

1.	Wstęp . . . . .	425
2.	Parametry elektrowni wodnych . . . . .	426
3.	Rozwiązania konstrukcyjne elektrowni wodnych . . . . .	427
3.1.	Budowle hydrotechniczne, elementy elektrowni wodnych, urządzenia mechaniczne . . . . .	427
3.2.	Elektrownie zbiornikowe i przepływowe . . . . .	429
3.3.	Wybrane przykłady . . . . .	433
4.	Mała energetyka wodna . . . . .	434
5.	Zasada działania i budowa turbin wodnych . . . . .	436
5.1.	Rozwiązania współczesne z turbinami Francisza . . . . .	437
5.2.	Współczesne rozwiązania z turbinami Kaplana . . . . .	438
5.3.	Rozwiązania z turbinami Peltona . . . . .	439
6.	Prądnice elektryczne . . . . .	439
6.1.	Budowa zasada działania prądnic asynchronicznych (indukcyjnych) . . . . .	440
6.2.	Prądnice synchroniczne (hydrogeneratory), budowa zasada działania . . . . .	443
7.	Regulatory turbin wodnych . . . . .	445
7.1.	Elektrohydrauliczny regulator prędkości obrotowej turbiny, lub jej mocy . . . . .	446
7.2.	Rodzaje automatyzacji procesów ruchowych w MEW . . . . .	446
8.	Procesy ruchowe w MEW . . . . .	447
8.1.	Zakres i stopień automatyzacji procesów rozruchowych . . . . .	448
9.	Sposoby automatyzacji procesów ruchowych MEW . . . . .	450
9.1.	Układ sterowania łopatek turbiny (USW) . . . . .	450
9.2.	Automatyczny regulator prędkości kątowej turbiny (ART) . . . . .	450
9.3.	Układ sterowania aparatu kierowniczego turbiny (USK) . . . . .	450

9.4.	Układ automatycznej regulacji napięcia prądnicy synchronicznej (ARN) .....	450
9.5.	Automatyczny synchronizator prądnicy synchronicznej (ASG) ....	450
9.6.	Układ automatycznego sterowania procesami rozruchowymi turbozespołu (USR) .....	451
9.7.	Układ automatycznego sterowania procesami odstawiania turbozespołu (USO) .....	451
9.8.	Układ automatycznej regulacji poziomu wody (ARP) .....	451
9.9.	Auto operator (AOP) .....	452
9.10.	Układ sterowania zamknięć wlotowych wody do turbiny (USZ) ...	452
9.11.	Układ programujący pracę szczytową MEW (UPP) .....	452
9.12.	Sterowanie prądnicami asynchronicznymi .....	452
10.	Sposoby przekazywania napędu z turbiny na prądnice .....	452
10.1.	Bezpośrednie sprzęgnięcie wału z prądnicą .....	452
10.2.	Przekazywanie napędu przez przekładnie .....	453
10.3.	Przekładnie pasowe .....	453
10.4.	Przekładnie zębate .....	454
11.	Pomocnicze wyposażenie mechaniczne .....	455
11.1.	Kraty na ujęciach wody i ich czyszczenie .....	455
11.2.	Zamknięcie dopływu wody do turbin .....	455
11.3.	Wyposażanie budynków elektrowni w dźwignice .....	456
12.	Systemy pracy, zabezpieczeń, pomiary w MEW .....	457
12.1.	Zabezpieczenia bloków z prądnicami synchronicznymi i transformatorowymi o mocy do 5000 kVA .....	458
12.2.	Zabezpieczenia prądnic asynchronicznych o mocy do 250 kVA ....	459
12.3.	Zabezpieczenia bloków, prądnica asynchroniczna – transformator do 250 kVA .....	459
12.4.	Zabezpieczenia turbozespołów .....	459
12.5.	Ochrona przeciwporażeniowa .....	460
12.6.	Ochrona od przepięć oraz instalacje piorunochronne .....	462
12.7.	Ochrona przeciwpożarowa .....	463
12.8.	Bezpieczeństwo wykonywania prac przy urządzeniach elektrycznych	463
12.9.	Udzielanie pierwszej pomocy osobom porażonym prądem elektrycznym .....	463
12.10.	Sygnalizacja zakłóceń pracy .....	463
12.11.	Pomiary .....	464
12.12.	Potrzeby własne elektrowni .....	465
12.13.	Uziomy .....	466
13.	Wybrane elementy dokumentacji małej elektrowni wodnej Zakopane – Olcza .....	466
13.1.	Opis techniczny, charakterystyka elektrowni .....	466
14.	Mikro elektrownie wodne .....	470
15.	Etapy realizacji inwestycji budowy elektrowni wodnych .....	475
16.	Podsumowanie .....	477
17.	Pytania, zadania kontrolne, dotyczące wykorzystania energii wody .....	478
18.	Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany .....	478

## Rozdział V Energia biomasy

1.	Pojęcie biomasy	483
2.	Drewno, jako biopaliwo	486
2.1.	Wierzba energetyczna	487
2.2.	Gazyfikacja biomasy	489
2.3.	Kotły do spalania drewna	495
2.4.	Przykładowe rozwiązania konstrukcyjne kotłów do spalania drewna	498
2.5.	Kotły małej mocy	500
2.6.	Piec MS	500
2.7.	Kotły dużej mocy	501
2.8.	Budowa małych kotłów zgazowujących drewno	502
2.9.	Kotły do spalania peletu	503
3.	Piece kominkowe	503
3.1.	Kominiek z płaszczem wodnym	503
3.2.	Kominiek pracujący w systemie zintegrowanym	505
3.3.	Ciepła woda z kominka	507
3.4.	Montaż pieców kominkowych	508
3.5.	Awaryjne zasilanie pompy	510
3.6.	Wytyczne przed montażem turbokominka	511
4.	Słoma, jako biopaliwo	513
4.1.	Kotły do spalania słomy	514
4.2.	Kotły małej mocy na słomę	516
4.3.	Kotłownie średniej mocy	518
4.4.	Kotłownie dużej mocy	518
4.5.	Peletowanie słomy	518
4.6.	Maszyny do produkcji brykietów ze słomy	519
4.7.	Wnioski	521
5.	Osady ściekowe (analog torfu) i kotły na osady ściekowe	523
6.	Biogaz	524
6.1.	Biogazownie rolnicze	526
6.2.	Biogazownie rolnicze oparte na procesie fermentacji metanowej	527
6.3.	Wybrane zagadnienia z analizy porównawczej opłacalności ekonomicznej biogazowni rolniczej	532
6.4.	Charakterystyka pierwszej biogazowni rolniczej działającej w Polsce	535
6.5.	Mała biogazownia rolnicza	537
6.6.	Wnioski dotyczące perspektyw rozwoju biogazowni rolniczych	543
7.	Biogaz z oczyszczalni ścieków	545
7.1.	Gospodarka energią elektryczną i ciepłem oczyszczalni ścieków w Krakowie	545
7.2.	Opis działania oczyszczalni	546
7.3.	Wytwarzanie biogazu	546
7.4.	Generatory zasilane biogazem	546
8.	Biogaz wysypiskowy z odpadów	547
8.1.	Elektrociepłownia biogazowa – wysypisko Barycz	550

9.	Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w oparciu o paliwo biogazowe, agregaty kogeneracyjne .....	552
9.1.	Geneza .....	552
9.2.	Zasada działania .....	552
9.3.	Dobór agregatu .....	552
9.4.	Wytwarzanie i sprzedaż chłodu w oparciu o ciepło z kogeneracji ...	553
9.5.	Wynik ekonomiczny .....	554
9.6.	Świadectwa pochodzenia dla CHP .....	555
9.7.	Finansowanie .....	556
9.8.	Turbiny gazowe Capstone .....	556
10.	Wzbogacanie i oczyszczanie biogazu .....	559
10.1.	Odsiarczanie biogazu – technologia .....	559
11.	Główne zalety wykorzystania biogazu .....	560
12.	Problemy wynikające z produkcji biogazu .....	560
13.	Biopaliwa płynne .....	560
13.1.	Bioetanol .....	562
13.2.	Biodiesel .....	563
14.	Współspalanie biomasy i paliw kopalnych .....	570
15.	Elektrownie wykorzystujące do spalania biomase .....	573
16.	Efekty ekonomiczne stosowania biomasy w energetyce .....	574
17.	Możliwości produkcji energii z biomasy .....	575
18.	Podsumowanie .....	576
19.	Pytania, zadania kontrolne, dotyczące wykorzystania energii biomasy .....	577
20.	Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany .....	577

## **Rozdział VI Energia wodoru**

1.	Wykorzystywanie energii elektrycznej z fotoogniw do elektrolizy wody ..	579
2.	Ogniwa paliwowe .....	579
3.	Wyniki pomiarów uzyskane w laboratorium OZE w ZSE nr 1 .....	581
4.	Otrzymywanie wodoru .....	582
5.	Pytania, zadania kontrolne, dotyczące wykorzystania energii z wodoru. ...	583
6.	Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany .....	583

## **Rozdział VII Wpływ wykorzystania OZE na środowisko**

1.	Zanieczyszczenie środowiska i jego wpływ na klimat .....	587
2.	Zanieczyszczenie powietrza .....	587
2.1.	Źródła zanieczyszczeń powietrza .....	587
2.2.	Zanieczyszczenie powietrza w Polsce .....	589
3.	Emisja dwutlenku węgla (CO <sub>2</sub> ) w Europie .....	589
4.	Magazynowanie dwutlenku węgla .....	590
5.	Prognozy dotyczące globalnego ocieplenia .....	590
6.	Sposoby ograniczenia efektu cieplarnianego .....	590

7. Porozumienia międzynarodowe dotyczące zapobiegania globalnemu ociepleniu .....	591
8. Wnioski .....	591
9. Pytania, zadania kontrolne, dotyczące ochrony środowiska .....	592
10. Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany .....	592

## **Rozdział VIII Optymalizacja pracy urzędzeń zasilanych z OŹE**

1. Charakterystyka urzędzeń i sposób ich zasilania .....	597
2. Sposoby optymalizacji pracy urzędzeń .....	598
3. Metody badań .....	599
4. Potencjał OŹE w rolnictwie .....	600
5. Ocena dotychczasowego stanu wiedzy i wnioski dotyczące dalszych badań .....	600
6. Przykład badań .....	600
7. Algorytm pracy sterownika elektronicznego optymalizującego pracę w/w urzędzeń .....	602
8. Wnioski .....	603
9. Wykonanie badań z wykorzystaniem laboratorium mobilnego .....	603
10. Cel budowy laboratorium mobilnego .....	607
11. Przykładowe wyposażenie laboratorium mobilnego do zadań badawczych i edukacyjnych .....	607
12. Pytania i zadania kontrolne dotyczące wykorzystania OŹE .....	609
13. Test wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią, standaryzowany .....	610

<b>Nauczyciele Izabela Góralczyk i Ryszard Tytko w czasie zajęć laboratoryjnych z uczniami ZSE nr 1 i studentami Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie .....</b>	<b>615</b>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

<b>Zdjęcia przedstawiające wyposażenie laboratorium w ZSE nr 1 .....</b>	<b>619</b>
--------------------------------------------------------------------------	------------

<b>Zdjęcia przedstawiające wyposażenie laboratorium w Połtawskiej Państwowej Akademii Rolniczej .....</b>	<b>625</b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

<b>Literatura .....</b>	<b>629</b>
-------------------------	------------