

Spis treści

Przedmowa	9
Wykaz pojęć	11
1. Wprowadzenie do wytwarzania rozproszonego energii elektrycznej i ciepła	15
1.1. Przyczyny rozwoju wytwarzania rozproszonego, definicje i klasyfikacja	15
1.2. Technologie generacji rozproszonej	21
Silniki spalinowe (ze spalaniem wewnętrznym)	22
Turbiny gazowe	22
Mikroturbiny	23
Ogniwa paliwowe	23
Układy skojarzone	23
Małe elektrownie wodne	24
Elektrownie wiatrowe	24
Elektrownie geotermiczne (geotermalne)	24
Systemy fotowoltaiczne	25
Układy heliologiczne	25
Źródła wykorzystujące biomasę	26
Zasobniki energii	26
1.3. Generacja rozproszona a system elektroenergetyczny	27
1.4. Aktualny i prognozowany stan rozwoju wytwarzania rozproszonego	33
2. Rozproszone źródła energii z wykorzystaniem silników tłokowych, turbin i mikroturbin gazowych oraz silników Stirlinga	38
2.1. Wykorzystanie silników tłokowych	38
2.2. Charakterystyka turbin oraz mikroturbin gazowych	43
2.3. Silniki Stirlinga	49
2.4. Przykłady rozwiązań rozproszonych źródeł energii z silnikami tłokowymi, turbinami gazowymi i silnikami Stirlinga	53
3. Wykorzystanie odnawialnych zasobów energii w energetyce rozproszonej	58
3.1. Małe elektrownie wodne	58
3.2. Elektrownie wiatrowe	69
3.3. Elektrownie słoneczne	88
3.4. Elektrownie na biomasę, geotermiczne i inne	105
Wykorzystanie biomasy i biogazu	105
Elektrownie geotermiczne	110
Wykorzystanie energii mórz i oceanów	116

4. Ogniwa paliwowe jako źródła energii elektrycznej i ciepła	122
4.1. Ogniwa galwaniczne, ogniwa paliwowe, akumulatory	122
4.2. Budowa, zasada działania i rodzaje ogniw paliwowych	130
4.3. Wykorzystanie ogniw paliwowych	136
5. Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w źródłach rozproszonych	140
5.1. Idea wytwarzania skojarzonego w źródłach rozproszonych	140
5.2. Wytwarzanie skojarzone z wykorzystaniem turbin gazowych i silników tłokowych	144
5.3. Wytwarzanie skojarzone z wykorzystaniem biomasy	148
5.4. Wytwarzanie skojarzone z wykorzystaniem ogniw paliwowych i energii geotermalnej	154
5.5. Efektywność energetyczna i ekonomiczna elektrociepłowni małej mocy opalanych gazem ziemnym oraz biomasą	157
6. Hybrydowe systemy wytwórcze w energetyce rozproszonej	160
6.1. Definicja hybrydowego systemu wytwórczego	160
6.2. Rodzaje hybrydowych systemów (układów) wytwórczych	162
6.3. Wykorzystanie w układach (systemach) hybrydowych zasobników energii	165
Superkondensatory	167
Nadprzewodzące magnetyczne zasobniki energii elektrycznej	168
Baterie akumulatorów	169
Systemy magazynowania energii wykorzystujące sprężone powietrze	170
Systemy magazynowania energii z masą wirującą (koła zamachowe)	173
6.4. Przykłady rozwiązań układów hybrydowych	177
Elektrownia słoneczna z baterią akumulatorów	177
Elektrownia słoneczna z generatorem wiatrowym	178
Elektrownia słoneczna z turbozespołem wiatrowym i generatorem prądu przemiennego z silnikiem Diesla	178
Elektrownia słoneczna z ogniwem paliwowym	179
Elektrownie wiatrowe z zasobnikiem energii	180
7. Sterowanie, nadzór, układy energoelektroniczne i mikrosieci w energetyce rozproszonej	184
7.1. Problemy sterowania i nadzoru w układach rozproszonych źródeł energii elektrycznej i ciepła	184
7.2. Urządzenia i układy energoelektroniczne stosowane w energetyce rozproszonej	187
7.3. Wykorzystanie mikrosieci do integracji źródeł rozproszonych	189
Sterowanie wytwarzaniem mocy czynnej i biernej	195
Regulacja napięcia	196
Regulacja mocy czynnej w funkcji częstotliwości	197
Mikrosieć jako odbiór sterowalny	198

8. Aspekty formalno-prawne energetyki rozproszonej	200
8.1. Regulacje prawne	200
Regulacje Unii Europejskiej	200
Regulacje krajowe	201
8.2. System wsparcia i promocji energii ze źródeł odnawialnych	208
Podstawowe założenia mechanizmu „zbywalnych” świadectw pochodzenia	209
Dotychczasowy system wsparcia źródeł odnawialnych	210
Uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych	211
Wysokość kary za niewypełnienie obowiązku zakupu	211
Wysokość opłaty zastępczej i kary za niewypełnienie obowiązku przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia (SP) lub uiszczenia opłaty zastępczej	212
Koszty dotychczasowego systemu wsparcia dla energii ze źródeł odnawialnych	212
Nowy system wsparcia dla odnawialnych źródeł energii	213
8.3. System wsparcia i promocji wytwarzania skojarzonego	217
Uzyskanie koncesji na wytwarzanie energii w kogeneracji	220
Warunki uzyskania świadectwa pochodzenia	220
Wysokość opłaty zastępczej	221
Wysokość kary	222
Koszty systemu wsparcia dla wysokosprawnej kogeneracji	222
9. Aspekty ekonomiczne rozproszonych źródeł energii	223
9.1. Metodyka obliczania kosztów wytwarzania energii elektrycznej i/lub ciepła w źródłach rozproszonych	223
Długookresowy jednostkowy koszt produkcji	223
Metoda Międzynarodowej Unii Producentów i Dystrybutorów Energii Elektrycznej (UNIPED)	224
Metoda zastosowana przez Komisję Europejską	225
Metoda stosowana przez Międzynarodową Agencję Energetyczną i Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD)	226
9.2. Podstawowe dane i koszty wytwarzania w rozproszonych źródłach energii	226
9.3. Metodyka oceny ekonomicznej projektów inwestycyjnych rozproszonych źródeł energii	234
Metoda stopy zwrotu	235
Metoda okresu zwrotu kapitału	236
Test pierwszego roku	236
Metoda wartości zaktualizowanej netto	236
Metoda wskaźnika wartości zaktualizowanej	237
Metoda wewnętrznej stopy zwrotu	237
Modyfikacja wewnętrznej stopy zwrotu i wartości zaktualizowanej netto	237
Próg rentowności	238
9.4. Propozycja zintegrowanej metodyki oceny efektywności odnawialnych źródeł energii	238

10. Wybrane zagadnienia pracy rozproszonych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym	242
10.1. Przyłączanie rozproszonych źródeł energii do systemu elektroenergetycznego	242
10.2. Wymagania techniczne i warunki pracy źródeł rozproszonych według instrukcji ruchu i eksploatacji sieci (IRiESP i IRiESD), na przykładzie farm wiatrowych	249
Regulacja mocy czynnej i częstotliwości	251
Regulacja napięcia i mocy biernej	254
Sygnały pomiarowe i parametry rejestrowane	256
Jakość energii elektrycznej (jakość napięcia)	257
Ekspertyza oddziaływania przyłączanego źródła na sieć elektroenergetyczną	257
10.3. Praca rozproszonych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym	260
10.4. Inne aspekty rosnącego udziału generacji rozproszonej	265
11. Programy RETScreen i HOMER jako narzędzia wspomagające obliczenia z zakresu OZE, generacji rozproszonej i efektywności energetycznej	277
11.1. Wstęp	277
11.2. Ilustracja możliwości wykorzystania programu RETScreen Expert	277
11.3. Ilustracja możliwości wykorzystania programu HOMER	284
12. Uwagi końcowe	290
Literatura	292