

# Spis treści

<b>Przedmowa</b> .....	9
<b>Wykaz oznaczeń</b> .....	11
<b>Wykaz skrótów</b> .....	13
<b>1. Energetyka konwencjonalna a odnawialne źródła energii</b> ...	15
1.1. Problem energetyczny .....	15
1.2. Problem ochrony środowiska .....	21
Bibliografia do rozdziału 1 .....	27
<b>2. Energia wiatru</b> .....	29
2.1. Wprowadzenie .....	29
2.2. Energetyka wiatrowa na świecie .....	33
2.3. Lądowe farmy wiatrowe .....	40
2.3.1. Obiekty wielkiej mocy .....	40
2.3.2. Małe elektrownie wiatrowe .....	44
2.4. Morskie farmy wiatrowe .....	45
2.5. Zależności opisujące energię wiatru .....	51
2.6. Konwersja energii wiatru w elektryczną .....	54
2.6.1. Układ przemiany energii .....	54
2.6.2. Prawo Betza .....	55
2.7. Turbiny wiatrowe .....	56
2.7.1. Budowa i zasada działania turbiny .....	56
2.7.2. Klasyfikacja turbin wiatrowych .....	58
2.7.3. Wybrane rozwiązania konstrukcyjne .....	60
2.7.4. Przykłady turbin wiatrowych .....	63
2.7.5. Zalety oraz wady turbin wiatrowych .....	71
2.7.6. Producenci turbin wiatrowych .....	71
2.8. Maszyny elektryczne w energetyce wiatrowej .....	73
2.8.1. Generatory .....	73
2.8.2. Transformatory dla elektrowni wiatrowych .....	75
2.9. Energetyka wiatrowa w Polsce .....	76
2.9.1. Krajowe zasoby wiatru .....	76
2.9.2. Moc zainstalowana i produkcja energii elektrycznej .....	78
2.9.3. Polskie elektrownie wiatrowe lądowe o mocy powyżej 5 MW .....	79
2.9.4. Charakterystyka wybranych elektrowni wiatrowych w Polsce .....	84
2.9.4.1. Farma wiatrowa w Wysokich .....	84
2.9.4.2. Farmy wiatrowe w gminie Kobylnica .....	84
2.9.4.3. Farmy wiatrowe Margonin .....	90
2.9.4.4. Farmy wiatrowe w gminie Koło .....	91

2.9.4.5.	Turbiny wiatrowe we wsi Paproć pod Nowym Tomysłem .....	92
2.9.4.6.	Turbina wiatrowa w miejscowości Pęckowo .....	93
2.9.4.7.	Farma wiatrowa Bystra .....	95
2.9.4.8.	Farma wiatrowa Nowotna .....	96
2.9.5.	Polska energetyka wiatrowa na morzu .....	96
2.10.	Wybrane aspekty lokalizacyjne farmy wiatrowej .....	97
2.11.	Zalety i wady energetyki wiatrowej .....	103
	Bibliografia do rozdziału 2 .....	104
<b>3.</b>	<b>Energia wody .....</b>	<b>108</b>
3.1.	Wprowadzenie .....	108
3.2.	Klasyfikacja elektrowni wodnych .....	112
3.2.1.	Charakterystyka elektrowni dużych .....	112
3.2.2.	Przykładowe obiekty dużej mocy .....	113
3.2.3.	Mała energetyka wodna .....	120
3.3.	Zależności opisujące energię wody .....	122
3.4.	Turbiny i generatory w energetyce wodnej .....	123
3.4.1.	Typy turbin .....	123
3.4.2.	Parametry charakterystyczne turbin .....	124
3.4.3.	Generatory .....	125
3.5.	Energetyka wodna w Polsce .....	126
3.5.1.	Zasoby wodne .....	126
3.5.2.	Hydroelektrownie .....	127
3.5.2.1.	Rozwój hydroenergetyki od 1145 roku .....	127
3.5.2.2.	Charakterystyka największych obiektów .....	129
3.5.2.3.	Małe elektrownie wodne .....	136
3.6.	Wybór lokalizacji inwestycji wodnej .....	139
3.7.	Inne źródła energii wody .....	139
3.8.	Zalety i wady energetyki wodnej .....	144
	Bibliografia do rozdziału 3 .....	146
<b>4.</b>	<b>Energia biomasy .....</b>	<b>149</b>
4.1.	Wprowadzenie .....	149
4.2.	Największe zakłady na biomasę na świecie .....	150
4.3.	Klasyfikacja rodzajów biomasy .....	153
4.4.	Możliwości konwersji energii biomasy .....	155
4.5.	Biopaliwa .....	157
4.5.1.	Klasyfikacja biopaliw .....	157
4.5.2.	Biogaz .....	159
4.5.3.	Biopaliwa płynne .....	164
4.6.	Biomasa i biopaliwa w Polsce .....	169
4.6.1.	Potencjał biomasy .....	169
4.6.2.	Instalacje na biomasę .....	172
4.6.3.	Zakład utylizacji odpadów i elektrociepłownia biogazowa na Morasku (Poznań) .....	180
4.6.4.	Polskie osiągnięcia technologiczne .....	183
4.7.	Zalety i wady stosowania biomasy i biopaliw .....	184
	Bibliografia do rozdziału 4 .....	185

<b>5.</b>	<b>Energia geotermalna</b> .....	189
5.1.	Wprowadzenie .....	189
5.2.	Energetyka geotermalna na świecie .....	191
5.3.	Obiekty wielkiej mocy .....	196
5.4.	Podział zasobów geotermalnych .....	198
5.5.	Konwersja energii geotermalnej w inne formy energii .....	199
5.5.1.	Wpływ temperatury złoża na możliwości konwersji .....	199
5.5.2.	Wybrane technologie konwersji energii geotermalnej w elektryczną .....	201
5.6.	Energetyka geotermalna w Polsce .....	206
5.6.1.	Zasoby geotermalne .....	206
5.6.2.	Charakterystyka wybranych instalacji .....	207
5.7.	Zalety i wady stosowania energii geotermalnej .....	210
	Bibliografia do rozdziału 5 .....	211
<b>6.</b>	<b>Energia Słońca</b> .....	213
6.1.	Wprowadzenie .....	213
6.2.	Zależności opisujące energię Słońca .....	214
6.2.1.	Składowe promieniowania słonecznego .....	214
6.2.2.	Wyznaczanie gęstości strumienia promieniowania słonecznego .....	218
6.2.3.	Wyznaczanie optymalnego kąta pochylenia odbiornika promieniowania słonecznego ze względu na maksimum energii .....	221
6.3.	Metody konwersji energii Słońca w inne formy energii .....	226
6.4.	Ciepne instalacje słoneczne .....	227
6.4.1.	Kolektory słoneczne .....	227
6.4.2.	Technologia CSP i SEGS .....	233
6.5.	Energetyka słoneczna w Polsce .....	241
6.6.	Zalety i wady energetyki słonecznej .....	245
	Bibliografia do rozdziału 6 .....	246
<b>7.</b>	<b>Konwersja energii Słońca na elektryczną</b> .....	248
7.1.	Wprowadzenie .....	248
7.1.1.	Dynamiczny rozwój fotowoltaiki .....	248
7.1.2.	Zjawisko fotowoltaiczne .....	251
7.2.	Schemat zastępczy ogniwa .....	254
7.3.	Charakterystyka prądowo-napięciowa i mocy .....	255
7.4.	Wydajność kwantowa ogniwa .....	258
7.5.	Optymalizacja pracy ogniwa .....	260
7.6.	Rozwiązania konstrukcyjne i technologia produkcji .....	261
7.6.1.	Podział materiałowy i strukturalny ogniw fotowoltaicznych .....	261
7.6.2.	Ogniwa krzemowe .....	262
7.6.3.	Ogniwa inne niż krzemowe .....	266
7.6.4.	Ogniwa organiczne .....	267
7.6.5.	Ogniwo fotowoltaiczno-fototermiczne .....	268
7.6.6.	Ogniwo termofotowoltaiczne .....	268
7.6.7.	Ogniwa typu tandem .....	268
7.6.8.	Ogniwa współpracujące z koncentratorami .....	269
7.6.9.	Ogniwa zintegrowane z architekturą .....	272
7.7.	Obszary i przykłady zastosowań ogniw słonecznych .....	273
7.7.1.	Podział pod względem zastosowania .....	273
7.7.2.	Ogniwa zasilające urządzenia elektroniczne powszechnego użytku małej mocy .....	273

7.7.3.	Układy autonomiczne .....	273
7.7.4.	Układy współpracujące z siecią .....	275
7.7.5.	Układy hybrydowe .....	280
7.7.6.	Ogniwa zasilające urządzenia satelitów i promów kosmicznych. Zastosowania w transporcie .....	282
7.8.	Fotowoltaika w Polsce .....	285
7.8.1.	Tendencje rozwojowe .....	285
7.8.2.	Systemy dołączone do sieci elektroenergetycznych .....	289
7.8.2.1.	Charakterystyka rozwiązań .....	289
7.8.2.2.	Instalacja nadachowa Frosta w Bydgoszczy .....	290
7.8.2.3.	Farma PV Gdańsk Przejazdowo .....	292
7.8.2.4.	Farma PV w Kwilczu .....	294
7.8.2.5.	Instalacja nadachowa na lotnisku im. Chopina w Warszawie .....	295
7.8.2.6.	Farma PV w Gubinie .....	296
7.8.2.7.	Farma PV w Ostrzeszowie .....	297
7.8.2.8.	Farma PV w Kolnie na Podlasiu .....	297
7.8.2.9.	Farma PV w Szczecinie .....	297
7.8.2.10.	Farma PV w Czernikowie .....	297
7.8.2.11.	Farma PV w Tymbarku .....	298
7.8.2.12.	Projekt PV Halemba w Rudzie Śląskiej .....	298
7.8.2.13.	Mikroelektrownia na trackerach w Chotomowie .....	298
7.8.2.14.	Pierwsza polska farma fotowoltaiczna na trackerach .....	298
7.8.2.15.	Tracker w Leżajsku .....	299
7.8.2.16.	Korolówka koło Włodawy .....	299
7.9.	Zalety i wady konwersji fotowoltaicznej .....	300
	Bibliografia do rozdziału 7 .....	301

## **8. Samowystarczalność energetyczna w aspekcie odnawialnych źródeł energii .....**

		305
8.1.	Projekt Manergy .....	305
8.2.	El Hierro – pierwsza na świecie wyspa, której zapotrzebowanie energetyczne jest pokrywane wyłącznie z odnawialnych źródeł energii ..	305
8.3.	Duńska samowystarczalność energetyczna .....	311
8.3.1.	Bornholmski eksperyment energetyczny .....	311
8.3.2.	Energetyka wiatrowa na Samsø .....	312
8.4.	Islandia – energia wody i geotermalna .....	313
8.5.	Corvo w Portugalii .....	315
8.6.	Feldheim pod Berlinem .....	318
8.7.	Güssing w Austrii .....	319
8.8.	Grecka Ikaria .....	320
8.9.	Tokelau .....	320
8.10.	Pellworm .....	321
8.11.	Hybrydowa elektrownia w Prenzlau .....	322
8.12.	Masdar .....	323
8.13.	Polinezja .....	324
	Bibliografia do rozdziału 8 .....	325

<b>Skorowidz rzeczowy .....</b>	<b>326</b>
---------------------------------	------------

<b>Indeks nazwisk .....</b>	<b>334</b>
-----------------------------	------------