

Proekologiczne odnawialne źródła energii : kompendium / Witold M. Lewandowski, Ewa Klugmann-Radziemska. – Wyd. 1 (WN PWN). – Warszawa, cop. 2017

Spis treści

Wykaz ważniejszych oznaczeń i jednostek	13
Przedmowa	17
Wstęp	19
1 Charakterystyka obecnego stanu środowiska	21
1.1. Wprowadzenie	21
1.2. Energetyka konwencjonalna	23
1.2.1. Paliwa naturalne, zasoby i prognozy zużycia	24
1.3. Skażenie powietrza spalinami	28
1.3.1. Składniki spalin i ich oddziaływanie na środowisko	28
1.3.2. Skutki skażenia środowiska	32
1.3.3. Wielkość emisji zanieczyszczeń	37
1.3.4. Koszty środowiskowe	40
1.4. Nowe trendy w energetyce konwencjonalnej	41
1.4.1. Rodzaje siłowni	41
1.4.2. Kierunki rozwoju energetyki konwencjonalnej	44
1.4.3. Oczyszczanie spalin	52
1.5. Energetyka jądrowa	54
1.5.1. Wprowadzenie	54
1.5.2. Promieniotwórczość	57
1.5.3. Reakcje jądrowe	60
1.5.4. Reaktory jądrowe	63
1.5.5 Paliwo w reaktorach jądrowych	65
1.5.6 Elektrownie jądrowe	65
1.5.7 Kierunki rozwoju energetyki jądrowej	66
1.6 Zalety i wady energetyki konwencjonalnej	68
1.7 Charakterystyka działań zmierzających do zahamowania dalszej degradacji środowiska	68
Bibliografia	69
2 Odnawialne źródła energii	72
2.1. Wprowadzenie	72
2.2. Rys historyczny	73
2.3. Podział źródeł energii	74
2.4. Charakterystyka pierwotnych odnawialnych źródeł energii	75

2.4.1. Energia słoneczna i jej zasoby	75
2.4.2. Energia geotermalna i jej zasoby	80
2.4.3. Energia oddziaływań grawitacyjnych i jej zasoby	80
2.5. Techniczne możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii	81
2.6. Plan działań Unii Europejskiej w dziedzinie energii ze źródeł odnawialnych	82
2.7. Prognozy rozwoju energii ze źródeł odnawialnych w Polsce	84
2.8. Polskie regulacje prawne w zakresie OZE	86
2.9. Podsumowanie	88
Bibliografia	88
3 Energia wody	91
3.1. Wprowadzenie	91
3.1.1. Światowe zasoby wody	91
3.2. Hydroenergetyka	93
3.2.1. Historia wykorzystania energii mechanicznej wody	93
3.2.2. Potencjał hydroenergetyczny świata	93
3.2.3. Zasoby wodne Polski i ich hydroenergetyczny potencjał	96
3.2.4. Sposoby wykorzystania potencjału energetycznego wody	97
3.3. Podstawy teoretyczne	97
3.4. Duże elektrownie wodne	100
3.4.1. Typy dużych elektrowni wodnych	100
3.4.2. Elektrownie szczytowo-pompowe w Polsce	102
3.4.3. Zalety i wady dużej energetyki wodnej	103
3.5. Mała energetyka wodna (MEW)	104
3.5.1. Podział małej energetyki wodnej	104
3.5.2. Turbiny w MEW	105
3.5.3. Mała energetyka wodna w Polsce	107
3.5.4. Opłacalność budowy małych elektrowni wodnych	110
3.5.5. Regulacje prawne dotyczące MEW	112
3.5.6. Zalety MEW	112
3.6. Energia pływów	112
3.7. Energia fal	115
3.8. Energia prądów morskich	119
3.9. Energia dyfuzji	120
3.9.1. Metoda PRO	121
3.9.2. Metoda RED	121
Bibliografia	123
4 Energia wiatru i jej wykorzystanie	126
4.1. Rys historyczny	126
4.2. Charakterystyka energii wiatru	127
4.3. Zależności opisujące energię wiatru	129
4.4. Przegląd konstrukcji turbin wiatrowych	133
4.5. Światowy rozwój energetyki wiatrowej	134

4.6. Doświadczenia polskie	137
4.7. Efekt ekologiczny, prognozy i perspektywy aeroenergetyki w Polsce do 2030 roku	140
4.8. Koncepcje przyszłościowe energetyki wiatrowej	141
4.9. Morskie farmy wiatrowe (MFW)	142
4.9.1. Historia MFW	142
4.9.2. Europejskie MFW	143
4.9.3. Perspektywy MFW w Polsce	145
4.10. Małe turbiny wiatrowe (MTW)	146
4.10.1. Charakterystyka MTW	146
4.10.2. Przegląd rozwiązań MTW	148
4.10.3. Polskie rozwiązania MTW	152
4.10.4. Przybliżona metoda obliczania wydajności MTW	153
4.10.5. Wiatrowo-słoneczny system hybrydowy	154
4.10.6. Inne koncepcje zagospodarowania energii z MTW	155
4.11. Wady i zalety siłowni wiatrowych	157
Bibliografia	157
5 Energia promieniowania słonecznego	161
5.1. Wprowadzenie	161
5.2. Istota promieniowania słonecznego	163
5.3. Budowa atomu i struktura materii	165
5.4. Podstawy teoretyczne promieniowania słonecznego	167
5.5. Wymiana ciepła przez promieniowanie	173
5.6. Charakterystyka promieniowania słonecznego	175
5.7. Perspektywy wykorzystania energii promieniowania słonecznego do ogrzewania	180
5.8. Podział metod konwersji i wykorzystania energii promieniowania słonecznego	181
5.9. Historia rozwoju energetyki słonecznej	183
5.10. Zalety i wady energii promieniowania słonecznego	184
Bibliografia	184
6 Pasywne systemy wykorzystania energii słonecznej z elementami teorii wymiany ciepła	186
6.1. Definicja systemów pasywnych	186
6.2. Podstawy teoretyczne wymiany ciepła	186
6.3. Przewodzenie ciepła	188
6.4. Konwekcja	190
6.5. Promieniowanie i konwekcja swobodna	192
6.6. Przenikanie ciepła	193
6.7. Pasywne ogrzewanie budynków	196
6.7.1. Rodzaje pasywnych rozwiązań w budownictwie	196
6.7.2. Energooszczędne okna	198
6.7.3. Transparentne materiały izolacyjne	199

6.8. Pasywne chłodzenie	201
6.9. Pasywne systemy magazynowania ciepła w budynkach	202
Bibliografia	204

7 Aktywne systemy wykorzystania energii słonecznej - kolektory słoneczne **207**

7.1. Przegląd aktywnych metod wykorzystania energii słonecznej	207
7.2. Podstawy teoretyczne kolektorów słonecznych	207
7.3. Zasoby energii słonecznej w Polsce	212
7.4. Wartość użyteczna promieniowania słonecznego	214
7.5. Budowa kolektorów słonecznych	214
7.6. Obliczanie słonecznego systemu podgrzewania wody użytkowej	217
7.6.1. Przykład uproszczonych obliczeń i doboru kolektora	217
7.6.2. Aspekt ekonomiczny instalacji kolektorów słonecznych	219
7.6.3. Aspekt ekologiczny stosowania kolektorów słonecznych	220
7.6.4. Charakterystyka dostępnych na rynku kolektorów słonecznych	222
7.7. Nowe typy kolektorów słonecznych	224
7.8. Badanie kolektorów słonecznych	226
7.8.1. Normy badawcze kolektorów słonecznych	227
Bibliografia	228

8 Aktywne systemy konwersji energii słonecznej - stawy i kominy słoneczne **230**

8.1. Wprowadzenie	230
8.2. Stawy słoneczne	230
8.2.1. Budowa i zasada działania	231
8.2.2. Przegląd pracujących instalacji	232
8.2.3. Podsumowanie - wady i zalety stawów słonecznych	233
8.3. Kominy słoneczne	234
8.3.1. Wprowadzenie	234
8.3.2. Zasada działania komina słonecznego	235
8.3.3. Potencjał energetyki opartej na kominach słonecznych	236
8.3.4. Stan zaawansowania budowy kominów słonecznych	237
Bibliografia	237

9 Podstawy termodynamiki i metody przetwarzania energii słonecznej na pracę **240**

9.1. Wprowadzenie	240
9.2. Podstawy teoretyczne termodynamiki	240
9.2.1. Pojęcia podstawowe	241
9.2.2. Zasady termodynamiki	244
9.2.3. Perpetuum mobile i sprawność obiegu	247
9.2.4. Rzeczywiste silniki termodynamiczne	251
9.2.5. Silnik Stirlinga	252
9.2.6. Silnik Ericssona	255

9.3. Wysokotemperaturowy system zdecentralizowany	256
9.4. Wysokotemperaturowy system scentralizowany	259
Bibliografia	262
10 Niskotemperaturowa energia termiczna mórz i oceanów	264
10.1. Wprowadzenie	264
10.2. Rys historyczny	265
10.3. Konwersja energii termicznej oceanu w energię mechaniczną	266
10.4. Zalety i wady systemu OTEC	269
10.5. Obecny stan zaawansowania systemu OTEC	269
10.6. Konwersja energii termicznej oceanu w energię elektryczną	270
Bibliografia	270
11 Energia geotermalna	272
11.1. Wprowadzenie	272
11.2. Rys historyczny i współczesne metody wykorzystania energii geotermalnej	273
11.3. Natura źródeł geotermalnych	275
11.4. Sposoby wykorzystania źródeł geotermalnych	277
11.5. Zasoby geotermalne w Polsce i ich wykorzystanie	279
11.5.1. Historia polskiej geotermii	280
11.5.2. Zasoby wód geotermalnych	280
11.5.3. Geotermalne zasoby energetyczne	283
11.5.4. Obecny stan polskiej energetyki geotermalnej	287
11.5.5. Głęboka geotermia - szansą dla Polski	292
11.5.6. Płytką geotermia	296
11.6. Wnioski końcowe	296
11.6.1. Porównanie energetyki geotermalnej z konwencjonalną	296
11.6.2. Wpływ energetyki geotermalnej na środowisko	296
11.6.3. Zagadnienia techniczno-ekonomiczne energetyki geotermalnej	297
Bibliografia	298
12 Systemy wspomagające wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych	302
12.1. Wprowadzenie	302
12.2. Różne formy magazynowania energii	304
12.3. Magazynowanie energii cieplnej	304
12.4. Magazynowanie energii chemicznej	308
12.5. Przetwarzanie niskotemperaturowej energii cieplnej	309
12.6. Przetwarzanie i magazynowanie wysokotemperaturowej energii cieplnej	309
Bibliografia	310
13 Pompy ciepła	312
13.1. Wprowadzenie	312

13.2. Rys historyczny	312
13.3. Zasada działania pompy ciepła	313
13.4. Przegląd typów pomp ciepła	314
13.5. Sprężarkowe pompy ciepła	315
13.6. Czynniki robocze sprężarkowych pomp ciepła a dziura ozonowa	316
13.7. Absorpcyjne pompy ciepła	319
13.8. Pompy ciepła pozostałych typów	321
13.9. Dolne źródła pomp ciepła	324
13.10. Pompy ciepła w Polsce	325
13.10.1. Polskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła	325
13.10.2. Charakterystyka domowych pomp ciepła stosowanych w Polsce	326
13.10.3. Efekty ekonomiczne stosowania pomp ciepła	329
13.10.4. Pompy ciepła pracujące w kogeneracji z innymi OZE	329
13.10.5. Przykłady zastosowania pomp ciepła w Polsce	330
13.11. Podsumowanie	331
Bibliografia	332
14 Ogniwa i moduły fotowoltaiczne	334
14.1. Historia ogniw fotowoltaicznych	334
14.2. Technologie fotowoltaiczne	337
14.2.1. Technologie fotowoltaiczne pierwszej generacji - ogniwa krzemowe z krystalicznego krzemu	337
14.2.2. Technologie fotowoltaiczne drugiej generacji - ogniwa cienkowarstwowe	338
14.2.3. Technologie fotowoltaiczne trzeciej generacji	340
14.3. Efekt fotowoltaiczny	342
14.3.1. Typy półprzewodników	342
14.3.2. Generowanie swobodnych nośników ładunku w obszarze złącza <i>p-n</i>	344
14.4. Budowa ogniw słonecznych krzemowych	346
14.4.1. Ogniwo fotowoltaiczne	346
14.4.2. Moduł fotowoltaiczny	347
14.5. Charakterystyka prądowo-napięciowa i parametry elektryczne ogniw i modułów PV	348
14.6. Łączenie szeregowo i równoległe ogniw i modułów PV	351
14.7. Instalacje fotowoltaiczne	353
14.8. Koncentratory promieniowania	354
14.9. Współpraca modułów fotowoltaicznych z innymi urządzeniami do konwersji energii	356
14.9.1. Systemy fotowoltaiczne hybrydowe - połączenie kilku źródeł energii elektrycznej	356
14.9.2. Układ moduł fotowoltaiczny-kolektor słoneczny	357
14.10. Recykling modułów fotowoltaicznych	359
14.11. Perspektywy i strategia rozwoju ogniw fotowoltaicznych	361

14.11.1. Światowa sytuacja na rynku systemów fotowoltaicznych	361
14.11.2. Kierunki rozwoju systemów fotowoltaicznych	363
14.11.3. Polskie doświadczenia energetyki fotowoltaicznej	364
14.11.4. Perspektywy rozwoju fotowoltaiki w Polsce	366
14.12. Znaczenie ogniw fotowoltaicznych w kosmonautyce	366
14.13. Zalety systemów fotowoltaicznych	368
Bibliografia	369
15 Biomasa	372
15.1. Wprowadzenie	372
15.2. Cechy charakterystyczne biomasy	373
15.3. Biomasa jako odnawialne źródło energii	374
15.3.1. Energetyczny potencjał biomasy	374
15.3.2. Charakterystyka biomasy jako nośnika energii	376
15.4. Metody energetycznego wykorzystania biomasy	378
15.4.1. Spalanie biomasy	379
15.4.2. Termiczne przetwarzanie biomasy na potrzeby energetyczne	379
15.4.3. Inne możliwości energetycznego wykorzystania biomasy	381
15.4.4. Plantacje energetyczne	381
15.4.5. Wady i zalety energetycznego wykorzystania biomasy	382
15.5. Drewno jako proekologiczne odnawialne źródło energii	383
15.5.1. Pelety	384
15.5.2. Plantacje drewna energetycznego	385
15.5.3. Bilans drewna w Polsce	385
15.5.4. Wykorzystanie drewna do produkcji ciepła w Polsce	386
15.5.5. Przykłady kotłowni opalanych drewnem	386
15.5.6. Budowa i zasada działania kotłowni opalanej drewnem	387
15.6. Słoma jako proekologiczny surowiec energetyczny	389
15.6.1. Charakterystyka słomy jako nośnika energii	389
15.6.2. Sposoby spalania słomy	390
15.6.3. Polskie ciepłownie opalane słomą	390
15.7. Biopaliwa	393
15.7.1. Historia, stan obecny i prognozy produkcji biopaliw na świecie	393
15.7.2. Surowce do produkcji biopaliw	394
15.7.3. Biopaliwa w Polsce	395
15.8. Podsumowanie	397
Bibliografia	398
16 Biogaz	401
16.1. Biogaz jako odnawialne źródło energii	401
16.2. Mechanizm powstawania biogazu	402
16.3. Źródła oraz technologie pozyskiwania i zagospodarowania biogazu	403
16.4. Zagospodarowanie biogazu w oczyszczalni ścieków	404
16.5. Wykorzystanie biogazu z wysypisk śmieci	406

16.5.1. Charakterystyka gazu wysypiskowego	406
16.5.2. Technologie energetycznego wykorzystania odpadów	408
16.5.3. Eksploatacja gazu wysypiskowego w Polsce	409
16.6. Pozyskiwanie biogazu w gospodarstwach rolnych	409
16.6.1. Rolnicze źródła biogazu	410
16.6.2. Technologie pozyskiwania biogazu w rolnictwie	411
16.6.3. Pozyskiwanie biogazu na polskiej wsi	411
16.6.4. Koncepcja wiejskiej spółdzielczej elektrociepłowni opalanej biogazem	412
16.7. Konwersja biogazu	414
16.7.1. Wprowadzenie	414
16.7.2. Metody wzbogacania i oczyszczania biogazu	415
16.7.3. Konwersja biogazu w energię ciepłą	417
16.7.4. Konwersja biogazu w energię elektryczną	417
16.7.5. Koncepcje zagospodarowania ciepła odpadowego z konwersji biogazu	418
16.7.6. Konwersja biogazu w energię mechaniczną	420
16.8. Zalety i wady produkcji energii z biogazu	420
Bibliografia	421
17 Ogniwa paliwowe	425
17.1. Rys historyczny	425
17.2. Zasada działania ogniwa paliwowego	426
17.3. Klasyfikacja ogniw paliwowych	427
17.4. Ogniwa z polimerową membraną (PEMFC)	427
17.5. ' Ogniwa alkaliczne (AFC)	428
17.6. Ogniwa fosforanowe (PAFC)	429
17.7. Ogniwa węglanowe (MCFC)	431
17.8. Ogniwa tlenkowe (SOFC)	433
17.9. Ogniwa zasilane metanolem (DMFC) lub kwasem mrówkowym (DFAFC)	434
17.10. Rozwiązania konstrukcyjne ogniw paliwowych	435
17.11. Zastosowanie ogniw paliwowych	436
17.12. Podsumowanie	439
Bibliografia	440
18 Wodór	442
18.1. Wprowadzenie	442
18.2. Właściwości wodoru	442
18.3. Przemysłowe metody otrzymywania wodoru	443
18.4. Metody otrzymywania wodoru w przyszłości	447
18.5. Magazynowanie wodoru	449
18.6. Najnowsze zastosowania wodoru	450
18.7. Wodór jako paliwo XXI wieku	452
18.7.1. Analiza dotychczasowego wykorzystania wodoru	452

18.7.2. Zalety i wady energetycznego wykorzystania wodoru	453
18.7.3. Światowe kierunki rozwoju energetyki wodorowej	453
18.7.4. Możliwości wykorzystania wodoru w Polsce	454
Bibliografia	454
19 Oszczędzanie energii	456
19.1. Ochrona środowiska przez oszczędzanie energii	456
19.2. Modyfikacja tradycyjnych systemów energetycznych	457
19.3. Energooszczędne technologie	458
19.4. Śmieci jako potencjalne odnawialne źródło energii	459
19.5. Kierunki oszczędzania energii	465
19.6. Indywidualne kierunki oszczędzania energii	466
19.6.1. Oszczędzanie energii cieplnej	466
19.6.2. Oszczędzanie energii elektrycznej	474
19.6.3. Oszczędzanie oświetlenia	475
19.6.4. Oszczędzanie wody	476
19.6.5. Oszczędzanie dóbr konsumpcyjnych	477
19.7. Podsumowanie	478
Bibliografia	478
Skorowidz	481