

---

# SPIS TREŚCI

Wstęp <i>Ewa Klugmann-Radziemska</i>	11
<hr/>	
1. Idea zrównoważonego rozwoju <i>Anna Kuczyńska-Łażewska</i>	13
<hr/>	
Wprowadzenie.....	13
1.1. Definicje .....	13
1.2. Wskaźniki.....	14
Bibliografia.....	15
<hr/>	
2. Metody generowania energii <i>Ewa Klugmann-Radziemska, Katarzyna Januszewicz</i>	16
<hr/>	
Wprowadzenie.....	16
2.1. Konwencjonalne źródła energii.....	17
2.1.1. Energetyka jądrowa .....	19
2.2. Odnawialne źródła energii .....	27
2.2.1. Energia wiatru .....	28
2.2.2. Energetyka wodna .....	29
2.2.3. Energia biomasy .....	35
2.2.4. Energia geotermalna.....	35
2.2.5. Energetyka fotowoltaiczna .....	36
2.2.6. Kolektory promieniowania słonecznego.....	41
2.3. Odpady jako źródło energii .....	43
2.3.1. Gospodarka odpadami.....	44
2.3.2. Definicja odpadów.....	46
2.3.3. Odpady krajowe w statystykach.....	47
2.3.4. Odzysk a unieszkodliwianie odpadów .....	51
2.3.5. Charakterystyka odpadów niebezpiecznych.....	53
Podsumowanie .....	55
Bibliografia.....	55

<b>3.</b>	<b>Skutki zanieczyszczenia środowiska związane z generowaniem energii</b>	
	<i>Anna Dettlaff</i>	<b>57</b>
<hr/>		
	Wprowadzenie.....	57
3.1.	Smog.....	59
3.1.1.	Rodzaje smogu.....	60
3.1.2.	Skutki zdrowotne narażenia na smog.....	63
3.1.3.	Monitorowanie smogu.....	63
3.2.	Globalne ocieplenie klimatu .....	64
3.2.1.	Efekt cieplarniany.....	64
3.2.2.	Pomiary temperatury Ziemi.....	68
3.2.3.	Metody badania klimatu.....	70
3.2.4.	Przyczyny zmian klimatu.....	74
3.2.5.	Konsekwencje zmian klimatu dla środowiska.....	84
	Podsumowanie .....	88
	Bibliografia.....	89
<b>4.</b>	<b>Odpady</b>	
	<i>Anna Kuczyńska-Łażewska</i>	<b>93</b>
<hr/>		
	Wprowadzenie.....	93
4.1.	Rodzaje odpadów .....	94
4.1.1.	Odpady komunalne.....	94
4.1.2.	Odpady przemysłowe .....	95
4.1.3.	Odpady podatne do recyklingu .....	95
4.1.4.	Osady ściekowe.....	95
4.2.	Metody zagospodarowania odpadów .....	96
4.2.1.	Składowanie.....	96
4.2.2.	Sortowanie i segregacja.....	97
4.2.3.	Kompostowanie .....	98
4.2.4.	Biosuszenie.....	99
4.3.	Recykling materiałowy i energetyczny.....	100
4.3.1.	Recykling materiałowy i surowcowy.....	100
4.3.2.	Spalanie, zgazowanie i piroliza.....	101
4.3.3.	Biokonwersja i fermentacja beztlenowa.....	102
	Bibliografia.....	104
<b>5.</b>	<b>Praktyczne aspekty fotowoltaiki</b>	
	<i>Ewa Klugmann-Radziemska</i>	<b>105</b>
<hr/>		
	Wprowadzenie.....	105
5.1.	Wpływ usytuowania modułów na ilość generowanej energii .....	106
5.1.1.	Odchylenie modułów od kąta optymalnego .....	107
5.2.	Straty z tytułu ograniczonego lub nierównomiernego nasłonecznienia instalacji fotowoltaicznej .....	119

5.2.1.	Zacienienie modułów .....	119
5.2.2.	Wpływ atmosfery ziemskiej na natężenie promieniowania słonecznego – przezroczystość atmosfery .....	121
5.2.3.	Zanieczyszczenie powierzchni modułów a wydajność ogniw fotowoltaicznych	123
5.3.	Recykling modułów fotowoltaicznych.....	127
5.3.1.	Recykling modułów z krystalicznego krzemu.....	131
5.3.2.	Recykling modułów cienkowarstwowych .....	135
	Bibliografia.....	137

## 6. Biomasa jako źródło energii odnawialnej

*Katarzyna Januszewicz*

141

6.1.	Biomasa odpadowa – charakterystyka .....	141
6.1.1.	Biomasa – definicja .....	142
6.1.2.	Biomasa – charakterystyka.....	143
6.2.	Termochemiczne procesy przetwarzania biomasy – charakterystyka .....	144
6.2.1.	Biochemiczna degradacja.....	145
6.2.2.	Obróbka wstępna biomasy .....	147
6.2.3.	Obróbka wstępna – suszenie.....	147
6.2.4.	Konwersja biomasy: spalanie, gazyfikacja, piroliza .....	148
6.3.	Spalanie.....	152
6.4.	Gazyfikacja .....	154
6.4.1.	Urządzenia i technologie zgazowania biomasy .....	156
6.5.	Piroliza .....	165
6.5.1.	Piroliza – charakterystyka.....	165
6.5.2.	Przegląd reaktorów stosowanych do pirolizy (skala laboratoryjna i przemysłowa) .....	168
6.5.3.	Reforming parowy jako nowy kierunek produkcji wodoru w procesach konwersji biomasy.....	178
	Podsumowanie.....	179
	Bibliografia.....	180

## 7. Magazynowanie ciepła

*Michał Ryms*

182

	Wprowadzenie.....	182
7.1.	Współczesne budownictwo niskoenergetyczne i pasywne.....	183
7.2.	Akumulacja nadmiaru ciepła .....	184
7.3.	Sposoby magazynowania ciepła w materiałach zmiennofazowych.....	185
7.4.	Materiały zmiennofazowe (PCM).....	187
7.5.	Właściwości materiałów PCM.....	189
7.6.	Klasyfikacja materiałów PCM.....	192
7.6.1.	Materiały nieorganiczne – charakterystyka, problemy i zapobieganie im .....	193
7.6.2.	Materiały organiczne – charakterystyka, zalety i wady .....	203
7.7.	Materiały PCM w zastosowaniu .....	212

7.7.1.	Rozwój komercyjnych PCM – geneza, charakterystyka, przykłady .....	212
7.7.2.	Komercyjnie dostępne PCM – przegląd rozwiązań .....	214
7.7.3.	Podsumowanie komercyjnych rozwiązań PCM .....	239
7.8.	Nowe zastosowania PCM w budownictwie energooszczędnym, drogownictwie i nowe proekologiczne nośniki PCM na bazie karbonizatu .....	239
7.8.1.	Stabilizacja temperaturowa nawierzchni drogowych jako przykład możliwości zastosowania PCM .....	240
7.8.2.	Pojemniki izotermiczne z materiałem zmiennofazowym do przechowywania posiłków we właściwej temperaturze .....	245
7.8.3.	Zagadnienie recyklingu materiałów odpadowych w kontekście praktycznego zastosowania PCM .....	247
	Podsumowanie .....	252
	Bibliografia .....	253

## 8. Magazynowanie energii elektrycznej

*Monika Wilamowska-Zawłocka*

258

Wprowadzenie .....	258
8.1. Chemiczne źródła prądu .....	259
8.1.1. Ogniwa litowo-jonowe .....	264
8.1.2. Ogniwa sodowo-jonowe .....	271
8.1.3. Ogniwa przepływowo .....	279
8.2. Recykling ogniw galwanicznych .....	283
Bibliografia .....	290

## 9. Wodór czynnikiem stabilizującym odnawialne źródła energii

*Witold Lewandowski*

297

Wprowadzenie .....	297
9.1. Koncepcja interdyscyplinarnego wykorzystania wodoru do wyeliminowania cykliczności odnawialnych źródeł energii .....	298
9.2. Podstawowe wiadomości o wodorze .....	299
9.2.1. Właściwości chemiczne i fizyczne wodoru .....	300
9.2.2. Technologie otrzymywania wodoru .....	300
9.2.3. Wykorzystanie energii zmagazynowanej w wodorze .....	302
9.2.4. Urządzenia do spalania wodoru .....	305
9.3. Elektroliza i elektrolizery .....	307
9.3.1. Podstawy chemiczne i termodynamiczne elektrolizy .....	307
9.3.2. Rodzaje elektrolizerów przemysłowych .....	310
9.3.3. Przykładowe elektrolizery komercyjne .....	312
9.4. Magazynowanie wodoru .....	314
9.4.1. Sposoby i metody magazynowania wodoru .....	314
9.4.2. Rodzaje magazynów wodoru .....	316
9.5. Ogniwa paliwowe .....	321
9.5.1. Zasada działania i typy ogniw paliwowych .....	321

---

9.5.2. Niskotemperaturowe ogniwa PEM.....	322
9.5.3. Przykłady zastosowania ogniw PEM z polimerową membraną .....	324
9.5.4. Wysokotemperaturowe ogniwa tlenkowe SOFC i TSOFC.....	325
9.5.5. Przykłady zastosowań ogniw SOFC .....	328
9.5.6. Parametry ogniw paliwowych CHP (ang. <i>Combined Heat and Power</i> ) .....	330
Podsumowanie .....	331
Wnioski .....	332
Bibliografia.....	333

## 10. Analiza cyklu życia

*Anna Kuczyńska-Łażewska*

340

---

Wprowadzenie.....	340
10.1. Analiza cyklu życia (LCA) w ocenie wpływu na środowisko .....	341
10.1.1. Cel i zakres analizy .....	343
10.1.2. Analiza zbioru wejść i wyjść.....	344
10.1.3. Ocena wpływu i metodologia w LCA.....	348
10.1.4. Interpretacja .....	350
10.2. Przykłady wykorzystania metody LCA w praktyce .....	353
10.2.1. Zastosowanie metody LCA do oszacowania wpływu na środowisko wytwarzania energii z biomasy .....	353
10.2.2. Zastosowanie metody LCA do oszacowania wpływu na środowisko toreb wielokrotnego użytku .....	355
10.2.3. Zastosowanie metody LCA do oszacowania wpływu na środowisko wykorzystania materiału półprzewodnikowego z recyklingu modułów fotowoltaicznych.....	357
10.2.4. Zastosowanie metody LCA do oszacowania wpływu na środowisko systemów gospodarki odpadami.....	358
Bibliografia.....	359