

SPIS TREŚCI

Od autorów	11
Podziękowania	12
Wprowadzenie. Dokąd zmierzamy?	13
A. ASPEKTY TECHNICZNE	17
<hr/>	
1. Wytwarzanie energii elektrycznej	18
<hr/>	
1.1. Konwencjonalne źródła energii	20
1.1.1. Węgiel brunatny i kamienny	20
1.1.2. Gaz ziemny	24
1.1.3. Elektrownie jądrowe	26
1.1.4. Małe reaktory modułowe	29
1.2. Odnawialne źródła energii	31
1.2.1. Biomasa i biogaz	31
1.2.2. Elektrownie wodne	32
1.2.3. Elektrownie słoneczne	34
1.2.4. Elektrownie wiatrowe	35
1.3. Wykorzystanie wodoru	36
1.4. Najlepsze źródło energii	40
2. Bezpieczeństwo energetyczne	41
<hr/>	
2.1. Energia elektryczna jako towar	41
2.2. Konieczność ciągłych dostaw	42
2.3. Jakość i niezawodność energii elektrycznej	42
2.4. Sektor elektroenergetyczny w Europie	43
2.5. Sektor elektroenergetyczny w Polsce	44
2.5.1. Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną	44
2.5.2. Wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce	46
2.6. Rola odnawialnych źródeł energii	47
2.7. Bezpieczeństwo energetyczne	49

2.8.	Dyspozycyjność i sterowalność	50
2.9.	Ciągłość zasilania i adekwatność	51
2.10.	Bilanse mocy i energii elektrycznej	52
2.10.1.	Bilans mocy.....	52
2.10.2.	Bilans energii elektrycznej	54
2.11.	Samobilansowanie się źródeł odnawialnych.....	55
2.12.	OZE w transformacji energetycznej	56
2.13.	Wymuszone wyłączenia OZE	57
2.14.	Nieefektywne wykorzystanie źródeł odnawialnych	60
2.15.	Kiedy przychodzi flauta	61
2.16.	Magazynowanie energii z OZE	63
2.17.	Możliwe braki energii elektrycznej	64
2.18.	Prognozy dla polskiego systemu elektroenergetycznego	65
2.19.	Braki energii i stopnie zasilania	68
2.20.	Możliwy udział OZE w produkcji energii elektrycznej.....	70
2.20.1.	Przykłady godzinowych profili mocy	71
2.20.2.	Założenia prowadzonych analiz.....	73
2.20.3.	Wypełnianie celów OZE.....	74
2.20.4.	Wymagane moce źródeł odnawialnych	75
2.20.5.	Konieczne inwestycje.....	76
2.20.6.	OZE w bilansowaniu zapotrzebowania na energię	77
2.20.7.	Magazynowanie energii odnawialnej	78
3.	Przesyłanie energii elektrycznej	80
3.1.	Systemy przesyłowe	80
3.1.1.	Sterowania przepływami energii elektrycznej	82
3.1.2.	Praca linii w stanach normalnych.....	83
3.1.3.	Wpływ generacji rozproszonej na system przesyłowy	84
3.2.	Systemy dystrybucyjne	86
3.2.1.	Schematy zastępcze linii niskiego i średniego napięcia	86
3.2.2.	Straty napięcia, mocy i energii	87
3.3.	Oddziaływanie OZE na rozpływy energii	88
3.3.1.	Wojny prosumenckich falowników	88
3.3.2.	Nowe warunki pracy sieci dystrybucyjnej.....	89
3.3.3.	Przyłączanie nowych źródeł	92
3.3.4.	Zasady przyłączania źródeł energii elektrycznej.....	93
3.3.5.	Moce przyłączeniowe w systemie przesyłowym	93
3.3.6.	Moce przyłączeniowe w systemach dystrybucyjnych	94
3.3.7.	Odmowy przyłączeń.....	95
3.3.8.	Przyłączanie prosumentów	96
3.3.9.	Możliwości działania operatorów sieci	97
3.4.	Jakość i niezawodność energii elektrycznej	98
3.4.1.	Kategorie odbiorników	99

3.4.2.	Wpływ jakości energii na odbiorców	99
3.5.	Linie prądu stałego.....	101
3.6.	Elektryczne sprzęgła <i>back-to-back</i>	103
3.7.	Wielotorowe, wielonapięciowe linie napowietrzne	104
3.8.	Linie bezpośrednie.....	105
3.9.	Klastry energii	106
3.10.	Energetyka rozproszona w systemie elektroenergetycznym.....	109
3.11.	Połączenie z sąsiednimi systemami	111
3.12.	Przeptywy kołowe	113

4. Magazyny energii **114**

4.1.	Kategorie magazynów energii.....	115
4.2.	Magazyny wodorowe	116
4.3.	Przyszłość magazynów energii.....	117
4.4.	Wykorzystanie magazynów energii.....	117
4.5.	Magazyny energii w systemie przesyłowym	119
4.6.	Magazyny energii w systemie dystrybucyjnym	124
4.6.1.	Magazyny energii przy farmach wiatrowych	124
4.6.2.	Magazyny energii w przemyśle.....	125
4.7.	Prosumenckie magazyny energii.....	126

B. ASPEKTY EKONOMICZNE **133**

5. Koszt energii elektrycznej **134**

5.1.	Taryfowanie energii elektrycznej.....	134
5.2.	Składniki opłat za energię elektryczną.....	136
5.2.1.	Koszty produkcji energii elektrycznej.....	136
5.2.2.	Opłaty przesyłowe.....	137
5.3.	Składowe kosztów wytwarzania energii elektrycznej.....	138
5.3.1.	Koszty stałe.....	139
5.3.2.	Wpływ czasu pracy na koszty energii elektrycznej	141
5.3.3.	Koszty operacyjne w elektrowniach konwencjonalnych.....	142
5.3.4.	Koszty energii jądrowej.....	146
5.3.5.	Koszt odnawialnych źródeł energii.....	146
5.3.6.	Koszty magazynów energii	148
5.4.	Koszty przesyłania energii elektrycznej	152
5.4.1.	Składniki G i L w taryfach.....	152
5.4.2.	Struktura kosztów przesyłania energii elektrycznej	153
5.4.3.	Zniekształcenie stawek przesyłowych	153
5.4.4.	Opłata przejściowa.....	154
5.5.	Odnawialne źródła energii	155

5.5.1.	Zielone certyfikaty	155
5.5.2.	System taryfowy dla źródeł odnawialnych – aukcje OZE	157
5.5.3.	Inne subsydia.....	159
5.6.	Rynki mocy	160
5.7.	Podatki i akcyza	163
5.7.1.	Podatek VAT	163
5.7.2.	Akcyza na energię elektryczną	164
5.8.	Koszty zakupu pozwoleń na emisje dwutlenku węgla	165
5.9.	Wartość rynkowa energii z OZE	168
5.10.	OZE na Rynku Dnia Następnego.....	172
5.11.	Błędy prognoz OZE.....	174
5.12.	Koszty rezerw mocy.....	175
5.13.	Rezerwy mocy dla OZE	177
5.13.1.	Kontraktowanie rezerw mocy.....	177
5.13.2.	Płatności za kontrakty mocy	178
5.13.3.	Działanie OZE z kontraktami na rezerwy mocy	179
6.	Rynki energii elektrycznej	182
6.1.	Rynek hurtowy	183
6.2.	Rynek detaliczny	184
6.3.	Zasięg rynków.....	184
6.4.	Reakcje rynków na zmienność podaży i popytu	185
6.4.1.	Ceny gazu ziemnego w Europie	185
6.4.2.	Ceny węgla kamiennego w Europie	186
6.4.3.	Ceny energii elektrycznej w Polsce	188
6.5.	Główne struktury rynków energii elektrycznej	190
6.5.1.	Rynek energii elektrycznej typu <i>pool</i>	190
6.5.2.	Rynek bilateralny	192
6.6.	Zasady handlu energią elektryczną	192
6.6.1.	Miedziana płyta	192
6.6.2.	Cechy energii jako towaru.....	193
6.6.3.	Rynki tylko energii.....	195
6.6.4.	Cena krańcowa czy cena ofertowa?	196
6.7.	Giełdy energii	197
6.7.1.	Rynki dnia następnego i bieżącego	198
6.7.2.	Rynki kontraktowe.....	199
6.7.3.	Kontrakty hedgingowe	200
6.7.4.	Obligo giełdowe	202
6.7.5.	Mechanizm tworzenia się wysokich cen	202
6.8.	Rynki bilansujące	203
6.8.1.	Zasady działania rynku bilansującego	203
6.8.2.	Struktura rynku bilansującego.....	205
6.8.3.	Bilansowanie handlowe	206

6.8.4.	Oferty bilansujące	208
6.8.5.	Równoważenie rzeczywistego zapotrzebowania z produkcją	210
6.8.6.	Ograniczenia w przesyłaniu i ich usuwanie	211
6.9.	Rynek detaliczny	212
6.9.1.	Uprzywilejowana pozycja odbiorcy – TPA	212
6.9.2.	Podmiot bilansujący	213
6.9.3.	Sprzedawca zobowiązany	214
6.9.4.	Umowy na energię elektryczną	215

7. Koszty funkcjonowania systemu elektroenergetycznego **217**

7.1.	Podstawy ekonomicznej efektywności inwestycji	217
7.1.1.	Prosty okres zwrotu	217
7.1.2.	<i>Net Present Value</i> – NPV	218
7.1.3.	Metody zdyskontowane obliczania czasu zwrotu z inwestycji	218
7.2.	Koszty niedostarczonej energii elektrycznej	221
7.2.1.	Ceny maksymalne i minimalne	221
7.2.2.	Koszty niedostarczonej energii	221
7.2.3.	Oplacalność stosowania magazynów energii	225
7.3.	Koszty transformacji energetycznej	227
7.3.1.	Wyniki analiz	228
7.3.2.	Główne składniki kosztów	228
7.3.3.	Nakłady skumulowane	229
7.3.4.	Podsumowanie kosztów transformacji energetycznej	229

C. ASPEKTY SPOŁECZNE, ŚRODOWISKOWE I REGULACYJNE **231**

8. Energetyka a klimat **232**

8.1.	Zmiany klimatu	232
8.2.	Czynniki wpływające na zmianę klimatu	234
8.3.	Antropogeniczne źródła emisji	236
8.4.	Polityka klimatyczno-energetyczna na świecie	240
8.5.	Polityka klimatyczno-energetyczna w Unii Europejskiej	242
8.6.	Normy emisji	244

9. Energetyka a społeczeństwo **246**

9.1.	Zatrudnienie w energetyce	246
9.1.1.	Zatrudnienie w branży OZE	247
9.1.2.	Sprawiedliwa transformacja	248
9.2.	Społeczna odpowiedzialność energetyki (CSR i ESG)	252
9.3.	Wpływ społeczeństwa na energetykę	253

9.4.	Niezależność energetyczna państw.....	257
9.4.1.	Zależność od wiedzy i technologii.....	258
9.4.2.	Zależność od paliw	261
9.4.3.	Zależność od importu energii elektrycznej.....	265
10.	Energetyka a środowisko	267
10.1.	Energetyka konwencjonalna	267
10.2.	Energetyka wiatrowa.....	269
10.2.1.	Rozwój energetyki wiatrowej.....	269
10.2.2.	Protesty i ustawa 10H	270
10.2.3.	Hałas farm wiatrowych.....	270
10.2.4.	Stanowisko Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny	271
10.2.5.	Migotanie cienia	272
10.2.6.	Propozycje regulacji prawnych	272
10.2.7.	Wiatraki morskie	273
10.3.	Panele PV	274
10.4.	Biogazownie.....	274
10.5.	Spalanie biomasy.....	274
10.6.	Elektrownie wodne.....	275
10.7.	Energetyka jądrowa	276
10.7.1.	Three Mile Island	276
10.7.2.	Czarnobyl.....	276
10.7.3.	Fukushima	277
10.8.	Rekultywacja i recykling.....	277
10.8.1.	Energetyka konwencjonalna.....	278
10.8.2.	Energetyka odnawialna.....	280
	Podsumowanie	282
	Bibliografia	283
	Spis rysunków	291
	Spis tabel	294