

Spis treści

Przedmowa	11
P.1. Energetyka wiatrowa jako droga do dekarbonizacji i bezpieczeństwa energetycznego	11
P.2. Wyjątkowość sektora morskiej energetyki wiatrowej	13
Rozdział 1. Wstęp	15
Rozdział 2. Wprowadzenie	17
Rozdział 3. Opis elementów inwestycji	19
3.1. Morskie turbiny wiatrowe	20
3.2. Fundamenty	22
3.3. Architektura elektryczna i związana z nią infrastruktura	23
3.3.1. Wyprowadzenie mocy i kable eksportowe	23
3.3.2. Kable wewnętrzne	25
3.3.3. Morska stacja elektroenergetyczna	27
3.3.4. Lądowa stacja elektroenergetyczna	28
Rozdział 4. Podstawowe uwarunkowania morskiej energetyki wiatrowej	29
4.1. Morska energetyka wiatrowa elementem transformacji energetycznej	29
4.2. Rozwój morskiej energetyki wiatrowej i jej perspektywy	31
4.3. Czynniki rozwoju morskiej energetyki — perspektywy	35
4.3.1. Polityki i regulacje dotyczące energii odnawialnej	35
4.3.2. Rozwój technologii, infrastruktury i łańcucha dostaw	36
4.3.3. Konkurencja wśród deweloperów	37
4.3.4. Alternatywne rynki odbioru energii	38

Rozdział 5. Rozwój i realizacja projektu	39
5.1. Wprowadzenie	40
5.2. Cykl życia projektu MFW	41
5.2.1. Faza rozwoju	42
5.2.2. Faza budowy	44
5.2.3. Faza utrzymania	46
5.2.4. Faza demontażu i repoweringu	48
5.3. Rozwój projektów morskiej energetyki wiatrowej	49
5.3.1. Główne etapy fazy rozwoju	50
5.3.2. Obszar pozwoleń	51
5.3.3. Obszar badań i ekspertyz	55
5.3.4. Obszar inżynierii	58
5.3.5. Obszar kontraktowania	59
5.3.6. Obszar finansowania i spraw korporacyjnych	60
5.3.7. Ryzyka związane z rozwojem projektów	61
5.3.8. Kluczowe czynniki sukcesu fazy rozwoju	64
5.4. Krajowe i międzynarodowe regulacje rynkowe i ich wpływ na tempo rozwoju MFW	65
5.5. Bibliografia	68
5.6. Lista skrótów	70
Rozdział 6. Fundamenty i konstrukcje wsporcze	71
6.1. Rodzaje fundamentów	72
6.2. Połączenie między turbiną i fundamentem	76
6.3. Ochrona przed wymywaniem	78
6.4. Stal drugorzędna	78
6.5. Podstawy projektowania	80
6.5.1. Standardy i normy	81
6.5.2. Stan graniczny nośności	82
6.5.3. Stan graniczny użytkowalności	82
6.5.4. Stan graniczny zmęczeniowy	83
6.5.5. Połączenie gruntowe	83
6.5.6. Integracja z turbiną	83
6.5.7. Aspekty produkcji, transportu i instalacji mające wpływ na projekt fundamentu	83

6.6. Fundamenty pływające	84
6.6.1. Rodzaje konstrukcji platform pływających	85
6.6.2. Połączenie elektryczne turbin posadowionych na platformach pływających	87
6.6.3. Zastosowania komercyjne	88
6.7. Lista skrótów i terminów obcojęzycznych	89

Rozdział 7. Wyprowadzenie mocy i kable

7.1. Wprowadzenie	92
7.2. Technologie AC i DC	92
7.2.1. Główne komponenty	92
7.2.2. SLD	95
7.3. Kable eksportowe	97
7.4. Kable między turbinami	98
7.5. Kable pływające	98
7.6. Układanie kabli i ochrona mechaniczna	100
7.7. Czynniki wpływające na wybór trasy kabla podmorskiego	101
7.8. Awaryjność kabli podmorskich i montaż muf	102
7.9. Studium przypadku — Hornsea Project One	103
7.10. Formalny tryb przyłączenia farmy wiatrowej do sieci	104
7.11. Bibliografia	105
7.12. Lista skrótów i terminów obcojęzycznych	106

Rozdział 8. Systemy pomiarowe wiatru i warunków meteorologiczno-oceanograficznych

8.1. Wprowadzenie	108
8.2. Normy i standardy techniczne	108
8.3. Morskie kampanie pomiarowo-badawcze	110
8.3.1. Morskie maszty pomiarowe	112
8.3.2. Lidary pływające	115
8.4. Przyszłość technologii pomiarowej	121
8.5. Studium przypadku — analiza niepewności	123
8.6. Bibliografia	125

Rozdział 9. Eksploatacja morskich farm wiatrowych	127
9.1. Wprowadzenie	128
9.2. Wymagania techniczne i podział zadań	130
9.3. Wymagania administracyjne (asset management)	134
9.4. Modele serwisowania	137
9.5. Wymagana baza serwisowa i organizacja prac	139
9.6. Metody optymalizacji kosztów serwisu	140
9.7. Skróty i pojęcia	141
Rozdział 10. Zagadnienia kosztowe i LCOE	143
10.1. Ogólny opis kosztów morskich farm wiatrowych	143
10.2. Elementy składowe grup kosztów	146
10.2.1. Koszt przygotowania projektu (DEVEX)	146
10.2.2. Koszty budowy (CAPEX)	149
10.2.3. Koszty eksploatacji (OPEX)	152
10.3. Uśrednione koszty wytwarzania energii (LCOE)	154
10.3.1. Koncepcja LCOE	154
10.3.2. Wzór na LCOE	154
10.3.3. Omówienie czynników wpływających na LCOE	156
10.4. Zagadnienia przychodowe	156
10.4.1. Produktywność morskiej farmy wiatrowej	156
10.4.2. Współczynnik wykorzystania mocy	158
10.4.3. Sprzedaż energii elektrycznej	159
10.4.4. Mechanizmy wsparcia	159
10.4.5. Znaczenie wskaźnika LCOE	160
10.5. Studium przypadku — przykładowe rozbić kosztów MFW	161
10.5.1. Koszt przygotowania projektu (DEVEX)	162
10.5.2. Koszty budowy (CAPEX)	163
10.5.3. Koszty eksploatacji (OPEX)	165
10.6. Podsumowanie	166
10.7. Bibliografia	167
Rozdział 11. Certyfikacja morskich farm wiatrowych	171
11.1. Wprowadzenie do zagadnień certyfikacji	172
11.1.1. Historia certyfikacji	172
11.1.2. Czym jest certyfikacja?	173

11.2. Rola certyfikacji w procesie inwestycyjnym	174
11.2.1. Dlaczego potrzebna jest certyfikacja?	174
11.2.2. Typowy zakres certyfikacji	177
11.3. Akredytacja i schematy certyfikacyjne	179
11.4. Elementy morskiej farmy podlegające certyfikacji i standardy	182
11.5. Fazy procesu certyfikacji	183
11.5.1. Rozwój	183
11.5.2. Budowa	184
11.5.3. Fazy dodatkowe	185
11.6. Rezultat certyfikacji	187
11.7. Bibliografia	189

Rozdział 12. Morska energetyka wiatrowa

a inne sposoby użytkowania morza	191
12.1. Wprowadzenie	192
12.2. Sposoby użytkowania morza	192
12.2.1. Rybołówstwo	193
12.2.2. Akwakultura	195
12.2.3. Transport	196
12.2.4. Obronność	196
12.2.5. Ochrona środowiska	198
12.2.6. Nauka	198
12.2.7. Infrastruktura techniczna	199
12.2.8. Eksploatacja zasobów dna morskiego	199
12.2.9. Podwodne dziedzictwo kulturowe	200
12.2.10. Sport, turystyka i rekreacja	200
12.2.11. Energetyka odnawialna	200
12.2.12. Podsumowanie	201
12.3. Planowanie przestrzenne — koncepcja i znaczenie planu	201
12.4. Funkcje akwenów zdefiniowane w PZPPOM	203
12.5. Morska energetyka wiatrowa a inne sposoby użytkowania morza	206
12.5.1. Akwakultura a MEW	207
12.5.2. Rybołówstwo a MEW	208
12.5.3. Transport a MEW	209
12.5.4. Badania naukowe a MEW	210

12.5.5. Infrastruktura techniczna a MEW	211
12.5.6. Turystyka, sport i rekreacja a MEW	211
12.5.7. Eksploatacja zasobów dna morskiego a MEW	212
12.6. Przykłady efektywnego wykorzystania przestrzeni	213
12.7. Bibliografia	215
Rozdział 13. Wybrane zagadnienia zarządzania projektem	217
13.1. Projekt MEW w ujęciu systemowym	218
13.2. Zarządzanie projektem	220
13.2.1. Zespół projektowy i główne odpowiedzialności	221
13.2.2. Podział projektu na pakiety prac	222
13.2.3. Typowe zadania kierownika projektu i zespołu projektowego	223
13.3. Wyznaczniki udanego projektu	225
13.4. Otoczenie projektu	229
13.5. Uczestnicy i interesariusze	233
13.5.1. Zarządzanie interesariuszami	237
13.5.2. Przykłady interesariuszy	238
13.6. Interfejsy	241
13.6.1. Wprowadzenie i definicja	241
13.6.2. Rodzaje interfejsów i ich przykłady	241
13.6.3. Zarządzanie interfejsami i narzędzia	242
13.7. Harmonogramowanie	245
13.7.1. Wprowadzenie i definicja	245
13.7.2. Cechy dobrego harmonogramu	249
13.8. Zarządzanie ryzykiem	250
13.8.1. Wprowadzenie i definicja	250
13.8.2. Podział ryzyk	251
13.8.3. Zarządzanie ryzykiem i narzędzia	252
13.8.4. Ocena ryzyka	254
13.8.5. Odpowiedzi na ryzyko	255
13.8.6. Przykłady ryzyk	257
13.8.7. Podsumowanie	263
Autorzy	265