

Przedmowa	7
Wykaz ważniejszych oznaczeń, skrótów i symboli	9
Definicje najważniejszych pojęć	13
1. Potencjał promieniowania słonecznego	17
1.1. Emisja promieniowania z powierzchni Słońca	17
1.2. Stała słoneczna w atmosferze ziemskiej	18
1.3. Rozkład widmowy promieniowania słonecznego	21
1.4. Wykres pozycji Słońca	23
1.5. Zalecane pochylenie odbiornika promieniowania słonecznego	26
1.6. Metody szacowania ilości energii promieniowania słonecznego	28
2. Podstawy teoretyczne zjawiska fotowoltaicznego	31
2.1. Model energetyczny półprzewodników	31
2.2. Budowa i charakterystyki typowego ogniwa <i>PV</i>	37
2.3. Odchylenia przebiegu charakterystyk I-V modułów <i>PV</i>	45
2.4. Model zastępczy ogniwa <i>PV</i>	49
2.5. Implementacja modelu ogniwa/modułu <i>PV</i> w systemie MATLAB/Simulink	52
2.6. Budowa generatorów <i>PV</i>	57
2.7. Wpływ temperatury na funkcjonowanie modułów <i>PV</i>	62
3. Rodzaje modułów <i>PV</i>	65
3.1. Podział na generacje modułów <i>PV</i>	65
3.2. Aktualnie stosowane moduły <i>PV</i>	67
3.2.1. Krzemowe monokrystaliczne (MONO/c-Si)	67
3.2.2. Krzemowe polikrystaliczne (POLY/mc-Si)	68
3.2.3. Krzemowe amorficzne (a-Si)	68
3.2.4. Moduły na bazie tellurku kadmu (CdTe)	69
3.2.5. Moduły cienkowarstwowe typu CIGS/CIS	69
3.2.6. Moduły typu PERC	69
3.2.7. Moduły typu szyba-szyba	69
3.2.8. Moduły z ogniw ciętych na połówki	70
3.2.9. Dwustronne moduły <i>PV</i>	71
3.2.10. Inne rozwiązania konstrukcyjne	71
4. Falowniki w systemach <i>PV</i>	75
4.1. Ogólna charakterystyka falowników <i>PV</i>	75
4.2. Klasyfikacja falowników <i>PV</i>	77
4.2.1. Podział falowników ze względu na sposób współpracy z siecią	77
4.2.2. Podział falowników ze względu na budowę wewnętrzną	78
4.2.3. Podział falowników ze względu na moc nominalną	80

4.3. Sprawność falowników . . . . .	82
4.4. Metody poszukiwania punktu mocy maksymalnej pracy generatora <i>PV</i> przez falownik . . . . .	84
4.5. Metody doboru mocy falownika do mocy szczytowej generatora <i>PV</i> . . . . .	89
4.6. Moc czynna, bierna i pozorna falownika <i>PV</i> . . . . .	91
4.7. Moduły komunikacyjne falowników <i>PV</i> . . . . .	92
5. Klasyfikacja systemów <i>PV</i> . . . . .	94
6. Projektowanie systemów <i>PV</i> . . . . .	98
6.1. Istotne aspekty założeń projektowych . . . . .	98
6.2. Projektowanie systemów <i>PV</i> typu <i>ON-GRID</i> . . . . .	102
6.2.1. Dobór zestawu falownik-generator <i>PV</i> . . . . .	102
6.2.2. Dobór okablowania strony DC i AC instalacji <i>PV</i> . . . . .	104
6.3. Projektowanie systemów <i>PV</i> typu <i>OFF-GRID</i> . . . . .	108
6.3.1. Uproszczona metoda doboru mocy generatora <i>PV</i> . . . . .	108
6.3.2. Dobór generatora <i>PV</i> na podstawie danych o nasłonecznieniu . . . . .	109
6.3.3. Magazynowanie energii w systemach <i>PV</i> . . . . .	110
6.4. Hybrydowe systemy <i>PV</i> . . . . .	113
6.5. Zabezpieczenia w systemach <i>PV</i> . . . . .	115
6.5.1. Zabezpieczenia nadprądowe i przepięciowe systemów <i>PV</i> . . . . .	115
6.5.2. Ochrona odgromowa i przeciwpożarowa systemów <i>PV</i> . . . . .	120
6.6. Komputerowe wspomaganie projektowania systemów <i>PV</i> . . . . .	123
6.6.1. Ogólna klasyfikacja oprogramowania dla <i>PV</i> . . . . .	123
6.6.2. Przykładowe kalkulatory <i>PV</i> . . . . .	124
6.6.3. Przykłady oprogramowania oferowanego przez producentów falowników . . . . .	125
7. Istotne problemy eksploatacyjne w systemach <i>PV</i> . . . . .	128
7.1. Destrukcyjne skutki zacinienia generatora <i>PV</i> . . . . .	128
7.2. <i>PID</i> – degradacja indukowanym napięciem . . . . .	131
7.3. <i>LID</i> – degradacja pod wpływem promieniowania słonecznego . . . . .	131
7.4. <i>HOT-SPOTS</i> – gorące punkty . . . . .	132
7.5. Obciążenie śniegiem i wiatrem systemów <i>PV</i> . . . . .	132
8. Wpływ systemów <i>PV</i> na parametry sieci elektroenergetycznych . . . . .	138
9. Wybrane metody pomiarów stosowane w systemach <i>PV</i> . . . . .	144
9.1. Analizatory i rejestratory instalacji <i>PV</i> . . . . .	144
9.2. Mierniki charakterystyk prądowo-napięciowych (I-V) . . . . .	146
9.3. Badania termowizyjne w systemach <i>PV</i> . . . . .	148
10. Perspektywy rozwoju fotowoltaiki . . . . .	152
Bibliografia . . . . .	154