

# Spis treści

<b>1. WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I POJEĆ .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ELEKTROWNIA WIATROWA W ELEKTRYCZNYCH SYSTEMACH ZASILANIA .....</b>	<b>13</b>
2.1. Struktura funkcjonalna urządzeń elektrowni wiatrowej .....	13
2.2. Konstrukcja elektrowni wiatrowej .....	14
2.3. Struktura funkcjonalna układu generatora synchronicznego .....	17
2.3.1. Budowa i zasada działania generatora synchronicznego .....	17
2.3.2. Budowa i funkcjonowanie generatora synchronicznego w turbinie wiatrowej .....	19
2.4. Zabezpieczenia generatorów synchronicznych w elektrowniach wiatrowych .....	21
2.4.1. Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne niezależne generatora synchronicznego .....	23
2.4.2. Zabezpieczenie generatora synchronicznego od zwarć doziemnych .....	25
2.4.3. Zabezpieczenie generatora synchronicznego od utraty wzbudzenia .....	28
2.5. Układ regulacji generatora synchronicznego .....	30
2.6. Zabezpieczenia transformatorów w elektrowniach wiatrowych .....	33
2.6.1. Zabezpieczenie transformatora od zwarć zewnętrznych .....	33
2.6.2. Zabezpieczenie transformatora od zwarć wewnętrznych .....	34
2.6.3. Zabezpieczenie różnicowe transformatora .....	35
2.6.4. Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne transformatora .....	37
2.6.5. Zabezpieczenie transformatora od przeciążeń .....	39
2.7. Struktura elektrycznych systemów zasilania z odnawialnymi źródłami energii .....	39
2.7.1. Struktura funkcjonalna elektrycznego systemu zasilania małej mocy z turbiną wiatrową .....	40
2.8. Projektowanie elektrycznego systemu zasilania z turbiną wiatrową .....	42
2.8.1. Lokalizacja elektrycznego systemu zasilania z turbiną wiatrową .....	42
2.8.2. Warunki meteorologiczne lokalizacji obiektu w projekcie .....	43
2.8.3. Określenie zapotrzebowania ilości energii elektrycznej dla domu .....	44
2.8.4. Dobór parametrów turbiny wiatrowej .....	45

2.8.5. Dobór sterownika dla turbiny wiatrowej .....	47
2.8.6. Dobór zabezpieczeń dla instalacji z turbiną wiatrową .....	48
2.8.7. Analiza kosztów opracowanego projektu .....	49
2.8.8. Schemat ideowy elektrycznej instalacji z turbiną wiatrową .....	49
2.8.9. Obliczenie rocznej produkcji energii elektrycznej z turbiny wiatrowej .....	49
2.8.10. Wnioski wynikające z opracowanego projektu systemu zasilania z elektrownią wiatrową .....	52
<b>3. GENERATORY FOTOWOLTAICZNE W ELEKTRYCZNYCH ODNAWIALNYCH SYSTEMACH ZASILANIA .....</b>	<b>53</b>
3.1. Budowa półprzewodników i ich własności elektryczne w systemach fotowoltaicznych .....	55
3.2. Struktura złącza p-n .....	58
3.2.1. Własności złącza p-n spolaryzowanego w kierunku przewodzenia .....	61
3.2.2. Własności złącza p-n spolaryzowanego w kierunku zaporowym ....	62
3.3. Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne .....	62
3.4. Charakterystyka energetyki słonecznej .....	63
3.5. Fotodioda .....	65
3.6. Fotoogniwo, budowa i zasada pracy .....	65
3.7. Rodzaje i budowa fotoogniw stosowanych w systemach energetycznych .....	71
3.8. Charakterystyka i parametry modułów fotowoltaicznych w systemach energetycznych .....	73
3.9. Dobór generatora fotowoltaicznego dla elektrycznych systemów zasilania .....	74
3.10. Projekt elektrycznego systemu zasilania z fotowoltaiką dla wybranego obiektu .....	75
3.10.1. Obliczenie zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną .....	75
3.10.2. Obliczenie mocy modułów fotowoltaicznych .....	77
3.10.3. Obliczanie mocy systemu fotowoltaicznego .....	79
3.10.4. Obliczenie wielkości rocznej produkcji energii elektrycznej z zaprojektowanego systemu fotowoltaicznego .....	81
3.10.5. Obliczenie parametrów przewodów dla elektrycznego systemu zasilania obiektu .....	82
3.10.6. Obliczenie warunku na obciążalność prądową długotrwałą instalacji elektrycznej .....	83
3.10.7. Dobór przewodów do elektrycznej instalacji domowej przy pomocy dostępnych programów komputerowych .....	84

3.10.8. Wylizanie strat mocy w elektrycznym systemie zasilania z fotowoltaiką .....	84
3.10.9. Obliczenie wielkości zmniejszenia się energii w systemie zasilania ze względu na warunek dopuszczalnego spadku napięcia sieci zasilającej .....	85
3.10.10. Schemat ideowy elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem modułów PV .....	86
3.10.11. Analiza kosztów inwestycji .....	86
3.10.12. Analiza ekonomiczna dwóch projektów systemów zasilania elektrycznego budynku z wykorzystaniem OZE .....	88
3.10.13. Wnioski dotyczące porównania systemów zasilania elektrycznego budynku mieszkalnego z wykorzystaniem turbiny wiatrowej i ogniw fotowoltaicznych .....	89

<b>4. MAGAZYNOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ W SYSTEMACH ZASILANIA Z ODNAWIALNYMI ŹRÓDŁAMI ENERGII .....</b>	<b>91</b>
4.1. Wiadomości wstępne .....	91
4.1.1. Podział akumulatorów .....	92
4.2. Akumulator kwasowy .....	92
4.2.1. Budowa klasycznego akumulatora ołowiowego .....	92
4.2.2. Elektrolit .....	99
4.3. Procesy prądowórcze zachodzące w akumulatorze .....	100
4.4. Akumulatory zasadowe .....	102
4.5. Akumulatory bezobsługowe .....	103
4.5.1. Akumulator bezobsługowy typu MF (ang. Maintenance Free) .....	103
4.5.2. Akumulatory ołowiowe typu VRLA (ang. Valve Regulated Lead – Acid Battery) .....	103
4.6. Badanie diagnostyczne akumulatora .....	104
4.6.1. Określenie przydatności akumulatora bezobsługowego .....	104
4.6.2. Pomiar gęstości elektrolitu .....	106
4.6.3. Pomiar napięcia podczas rozruchu .....	108
4.6.4. Pomiar napięcia pod obciążeniem .....	108
4.7. Pomiary napięcia akumulatora .....	109
4.8. Rodzaje akumulatorów stosowanych w systemach energetycznych .....	115
4.9. Dobór akumulatorów dla elektrycznych systemów zasilania z odnawialnymi źródłami energii .....	117

---

<b>5. FALOWNIK W ELEKTRYCZNYCH SYSTEMACH ZASILANIA Z ODNAWIALNYMI ŹRÓDŁAMI ENERGII .....</b>	<b>119</b>
5.1. Elementy półprzewodnikowe stosowane w energoelektronicznych przetwornikach energii elektrycznej DC/AC .....	119
5.1.1. Tranzystor .....	119
5.1.2. Tyrystor .....	123
5.1.3. Triak .....	125
5.2. Prostownik sterowany .....	127
5.3. Prostownik sterowany jednopulsowy .....	128
5.3.1. Diodowe prostowniki wielofazowe .....	132
5.3.2. Prostowniki sterowane wielopulsowe .....	133
5.4. Filtry wygładzające w falowniku .....	135
5.5. Falowniki napięcia .....	137
5.5.1. Modułacja czasu trwania impulsów w falowniku napięcia .....	139
5.6. Model pracy falownika w postaci prostego obwodu R, L .....	144
5.7. Kształtowanie oraz regulacja napięcia wyjściowego w falowniku .....	146
5.8. Dobór falowników (inwerterów) dla elektrycznych systemów zasilania z wykorzystaniem OZE .....	149
5.9. Zasady doboru inwertera dla elektrycznych systemów zasilania z wykorzystaniem OZE .....	152
5.10. Obliczenia wybranych parametrów wyznaczających dobór falownika dla elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem OZE .....	153
<b>LITERATURA .....</b>	<b>155</b>