

Spis treści

| | |
|---|-----------|
| 1. WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I POJĘĆ ORAZ SYMBOLI URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH..... | 11 |
| 2. PROJEKTOWANIE ZABEZPIECZEŃ DLA ELEKTRYCZNYCH SYSTEMÓW ZASILANIA Z ODNAWIALNYMI ŹRÓDŁAMI ENERGII (OZE) | 19 |
| 2.1. Zabezpieczenia przepięciowe w elektrycznych systemach zasilania z Odnawialnymi Źródłami Energii (OZE)..... | 19 |
| 2.2. Ochrona od porażeń w elektrycznych systemach zasilania z OZE | 20 |
| 2.3. Zasady doboru zabezpieczeń dla urządzeń elektroenergetycznych w elektrycznych systemach zasilania z OZE | 23 |
| 2.4. Projektowanie ograniczników przepięć elektrycznych systemów zasilania z OZE..... | 24 |
| 2.4.1. Urządzenia ograniczające napięcie w ogranicznikach przepięć | 25 |
| 2.5. Projektowanie zabezpieczeń przepięciowych w systemach energetycznych z OZE..... | 28 |
| 2.6. Bezpieczniki topikowe stosowane w ogranicznikach przepięć .. | 36 |
| 2.7. Zabezpieczenia elektromagnetyczne stosowane w instalacjach elektrycznych systemów zasilających | 40 |
| 2.8. Zabezpieczenia termiczne stosowane w instalacjach elektrycznych z OZE..... | 41 |
| 2.9. Rozłączniki stosowane w elektrycznych systemach zasilania z OZE | 42 |
| 2.10. Projektowanie zabezpieczeń prądowych dla elektrycznych systemów zasilania z OZE | 43 |
| 2.10.1. Zasady doboru rodzaju zabezpieczeń przepięciowych w zależności od odległości między elementami w instalacji z modułami PV i turbiną wiatrową..... | 49 |
| 2.11. Projektowanie zabezpieczeń nadprądowych w elektrycznych systemach zasilania z OZE..... | 50 |
| 2.12. Dobór przewodów dla elektrycznych systemów zasilania z OZE..... | 53 |
| 2.13. Dobór falowników (inwerterów) dla elektrycznych systemów zasilania z wykorzystaniem OZE..... | 56 |
| 2.13.1. Zasady doboru inwertera dla elektrycznych systemów zasilania z wykorzystaniem OZE..... | 58 |

| | |
|---|-----------|
| 2.13.2. Obliczenie wybranych parametrów wyznaczających dobór falownika dla elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem OZE..... | 60 |
| 2.14. Projektowanie uziemień ochronnych w elektrycznych systemach zasilania..... | 61 |
| 2.15. Projektowanie instalacji odgromowej dla elektrycznych systemach zasilania z OZE | 63 |
| 2.16. Projektowanie połączeń wyrównawczych w instalacjach z OZE | 67 |
| 3. PROJEKTOWANIE ELEKTRYCZNEGO HYBRYDOWEGO SYSTEMU ZASILANIA Z WYKORZYSTANIEM MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH I TURBIN WIATROWYCH | 69 |
| 3.1. Założenia projektowe | 69 |
| 3.2. Opis zamierzenia | 71 |
| 3.3. Podstawowe elementy systemu fotowoltaicznego | 72 |
| 3.4. Dobór elementów systemu zasilania | 73 |
| 3.4.1. Panel fotowoltaiczny FLEX-02W-340Wp..... | 73 |
| 3.4.2. Dobór turbin wiatrowych o pionowej osi obrotu | 75 |
| 3.4.3. Dane techniczne turbiny wiatrowej Savonius - ElvWiS III ALU-MINIUM..... | 76 |
| 3.4.4. Dobór hybrydowego regulatora ładowania | 77 |
| 3.4.5. Dobór przetwornicy DC/AC | 78 |
| 3.5. Dobór kabli i zabezpieczeń | 78 |
| 3.5.1. Dobór ogranicznika przepięć po stronie DC modułów PV | 79 |
| 3.5.2. Dobór ogranicznika przepięć po stronie DC turbin wiatrowych..... | 79 |
| 3.5.3. Dobór ogranicznika przepięć po stronie AC | 80 |
| 3.5.4. Moc systemu modułów PV | 80 |
| 3.5.5. Moc systemu TW | 82 |
| 3.5.6. Moc hybrydowego systemu zasilania | 82 |
| 3.6. Obliczenie parametrów przewodów dla elektrycznego systemu zasilania obiektu | 82 |
| 3.7. Obliczenie warunku na obciążalność prądową długotrwałą instalacji elektrycznej..... | 84 |
| 3.7.1. Sprawdzenie warunku doboru przewodu pomiędzy inwerterem/przekształtnikiem DC/AC a rozdzielnią | 85 |
| 3.7.2. Sprawdzenie warunku doboru przewodu pomiędzy instalacją modułów PV a regulatorem ładowania..... | 85 |
| 3.7.3. Sprawdzenie warunku doboru przewodu pomiędzy instalacją TW a regulatorem ładowania | 86 |
| 3.8. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń na odcinku przetwornica DC/AC – rozdzielnia | 86 |

| | |
|--|-----------|
| 3.9. Sprawdzenie warunków zabezpieczenia dla wyłącznika mocy..... | 87 |
| 3.10. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń nadprądowych w pozostałych odcinkach instalacji..... | 88 |
| 3.10.1. Odcinek moduły PV – regulator ładowania strona DC..... | 88 |
| 3.10.2. Odcinek turbiny wiatrowe – regulator ładowania strona DC..... | 88 |
| 3.10.3. Odcinek blok akumulatorów – przetwornica DC/AC strona DC.. | 89 |
| 3.10.4. Odcinek przetwornica DC/AC – rozdzielnia strona AC | 89 |
| 3.11. Zabezpieczenia przyjęte w instalacji zasilania | 90 |
| 3.12. Układ instalacji odgromowej..... | 90 |
| 3.13. Dobór akumulatorów dla elektrycznych systemów zasilania z OZE | 91 |
| 3.14. Wykaz i opis prób funkcjonalnych oraz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji..... | 93 |
| 4. PROJEKT ELEKTRYCZNEGO SYSTEMU ZASILANIA OBIEKTU Z WYKORZYSTANIEM TURBINY WIATROWEJ..... | 95 |
| 4.1. Struktura funkcjonalna elektrycznego systemu zasilania małej mocy z turbiną wiatrową..... | 95 |
| 4.2. Projekt elektrycznego systemu zasilania obiektu z wykorzystaniem turbiny wiatrowej | 96 |
| 4.2.1. Lokalizacja elektrycznego systemu zasilania z turbiną wiatrową...96 | |
| 4.2.2. Warunki meteorologiczne lokalizacji obiektu w projekcie.....97 | |
| 4.2.3. Określenie zapotrzebowania ilości energii elektrycznej dla domu .99 | |
| 4.2.4. Dobór parametrów turbiny wiatrowej | 99 |
| 4.2.5. Dobór parametrów inwertera firmy Windyboy 5000 A dla systemu z elektrownią wiatrową..... | 102 |
| 4.3. Obliczenie parametrów przewodów dla elektrycznego systemu zasilania obiektu..... | 105 |
| 4.3.1. Obliczenie warunku na obciążalność prądową długotrwałą instalacji elektrycznej | 106 |
| 4.3.2. Wylizanie strat mocy w elektrycznym systemie zasilania z turbiną wiatrową | 107 |
| 4.3.3. Obliczenie wielkości zmniejszenia się energii w systemie zasilania ze względu na warunek dopuszczalnego spadku napięcia sieci zasilającej | 108 |
| 4.3.4. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń | 108 |
| 4.3.5. Sprawdzenie warunków zabezpieczenia dla wyłącznika mocy | 108 |
| 4.3.6. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń nadmiarowo prądowych..... | 109 |
| 4.4. Dobór sterownika dla turbiny wiatrowej..... | 109 |
| 4.5. Dobór sterownika ładowania..... | 110 |

| | |
|--|------------|
| 4.6. Dobór zabezpieczeń przepięciowych dla instalacji z turbiną wiatrową | 112 |
| 4.7. Analiza kosztów opracowanego projektu..... | 112 |
| 4.8. Schemat ideowy elektrycznej instalacji z turbiną wiatrową..... | 113 |
| 4.9. Obliczenie rocznej produkcji energii elektrycznej z turbiny wiatrowej.... | 113 |
| 4.10. System instalacji odgromowej..... | 116 |
| 4.11. Wykaz prób funkcjonalnych oraz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji | 116 |
| 4.12. Wnioski wynikające z opracowanego projektu systemu zasilania z elektrownią wiatrową | 117 |
| | |
| 5. PROJEKTOWANIE ELEKTRYCZNEGO SYSTEMU ZASILANIA Z WYKORZYSTANIEM MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH | 119 |
| 5.1. Struktura elektrycznego systemu zasilania z modułami fotowoltaicznymi..... | 119 |
| 5.2. Układy pracy elektrycznych systemów zasilania małej mocy z generatorem słonecznym | 122 |
| 5.2.1. Praca wyspowa instalacji fotowoltaicznej | 122 |
| 5.2.2. Elektryczny system zasilania z generatorem słonecznym oraz z wykorzystaniem przetwornicy DC/AC oraz regulatora ładowania | 124 |
| 5.2.3. Elektryczny system zasilania z generatorem słonecznym współpracujący z siecią sztywną | 125 |
| 5.3. Projekt elektrycznego systemu zasilania z fotowoltaiką | 126 |
| 5.3.1. Obliczenie zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną..... | 126 |
| 5.4. Obliczenie mocy modułów fotowoltaicznych | 128 |
| 5.4.1. Wyznaczenie liczby modułów PV w łańcuchu połączeń..... | 132 |
| 5.5. Obliczenie uzyskania wielkości rocznej produkcji energii elektrycznej z zaprojektowanego systemu fotowoltaicznego | 132 |
| 5.6. Obliczenie parametrów przewodów dla elektrycznego systemu zasilania obiektu..... | 134 |
| 5.6.1. Obliczenie warunku na obciążalność prądową długotrwałą instalacji elektrycznej | 136 |
| 5.6.2. Dobór przewodów w elektrycznej instalacji domowej przy pomocy dostępnych programów komputerowych | 136 |
| 5.6.3. Obliczenie strat mocy w elektrycznym systemie zasilania z fotowoltaiką | 137 |
| 5.6.4. Obliczenie wielkości zmniejszenia się energii w systemie zasilania ze względu na warunek dopuszczalnego spadku napięcia sieci zasilającej | 138 |
| 5.7. Dobór ogranicznika przepięć..... | 139 |

| | |
|--|------------|
| 5.8. Obliczenia parametrów i dobór przewodów w projektowanych elektrycznych systemach zasilania z wykorzystaniem OZE | 139 |
| 5.8.1. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń | 139 |
| 5.8.2. Sprawdzenie warunków zabezpieczenia | 140 |
| 5.8.3. Sprawdzenie obciążenia znamionowego falownika | 140 |
| 5.8.4. Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń | 140 |
| 5.8.5. Schemat ideowy elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem modułów PV | 142 |
| 5.9. Dobór falownika w projekcie elektrycznego systemu zasilania dla parametrów instalacji fotowoltaicznej | 142 |
| 5.10. Dobór akumulatorów dla elektrycznych systemów zasilania z OZE | 145 |
| 5.11. Dobór hybrydowego regulatora ładowania | 146 |
| 5.12. Analiza kosztów inwestycji | 148 |
| 5.12.1. Analiza ekonomiczna projektów systemów zasilania elektrycznego budynku z wykorzystaniem OZE | 149 |
| 5.13. Wykaz prób funkcjonalnych oraz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji PV | 151 |
| 5.14. Wnioski dotyczące porównania systemów zasilania elektrycznego budynku mieszkalnego z wykorzystaniem turbiny wiatrowej i ogniw fotowoltaicznych i turbin wiatrowych | 151 |
| 6. SYMULACJA PRACY PROJEKTOWANEGO ELEKTRYCZNEGO SYSTEMU ZASILANIA Z WYKORZYSTANIEM MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH | 153 |
| 6.1. Wykorzystanie programu komputerowego PVsystV6.75 do symulacji pracy projektowanego elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem modułów fotowoltaicznych | 153 |
| LITERATURA | 169 |