Projektowanie instalacji fotowoltaicznych wraz z doborem zabezpieczeń

Omówienie,
pytania i odpowiedzi

Copyright © by Wiedza i Praktyka sp. z o.o.
Warszawa 2024

Autorzy: inż. Bartłomiej Jaworski, Karolina Dębowska, dr inż. Łukasz Rosłaniec, mgr inż. Janusz Strzyżewski, Marcin Szponder
Redaktor merytoryczny: Mateusz Maciejczyk

Wydawca: Anna Jagodzińska
Redaktor: Anna Gardyniak
Koordynator produkcji: Mariusz Jezierski
Korekta: Zespół
Skład, łamanie: Agnieszka Makowska

Druk: KRM Druk

ISBN: 978-83-8344-727-8
Nr rejestrowy BDO: 000008579

Wiedza i Praktyka sp. z o.o.

03–918 Warszawa, ul. Łotewska 9a

tel.: 22 518 29 29, faks: 22 617 60 10
e-mail: cok@wip.pl

Copyright by Wiedza i Praktyka sp. z o.o.

Warszawa 2024
Wydanie II

Publikacja „Projektowanie instalacji fotowoltaicznych wraz z doborem zabezpieczeń. Omówienie, pytania i odpowiedzi" chroniona jest prawem autorskim. Przedruk materiałów opublikowanych w niniejszej publikacji – bez zgody wydawcy – jest zabroniony. Zakaz nie dotyczy cytowania publikacji z powołaniem się na źródło. Publikacja została przygotowana z zachowaniem najwyższej staranności i wykorzystaniem wysokich kwalifikacji, wiedzy i doświadczenia autorów oraz konsultantów. Zaproponowane w publikacji porady i interpretacje nie mają charakteru porady prawnej. Ich zastosowanie w konkretnym przypadku może wymagać dodatkowych, pogłębionych konsultacji. Publikowane rozwiązania nie mogą być traktowane jako oficjalne stanowisko organów i urzędów państwowych. W związku z tym redakcja nie może ponosić odpowiedzialności prawnej za zastosowanie zawartych w publikacji wskazówek, przykładów, informacji itp. do konkretnych przypadków.



Portal Elektryka to kompleksowy i praktyczny portal dla specjalistów z branży elektrycznej, w którym najlepsi eksperci z wieloletnim doświadczeniem interpretują dla Ciebie trudne przepisy i normy elektryczne.

To jedyny tak kompleksowy portal dla elektryków!

- **Baza kalkulatorów elektrycznych**
- **Codziennie nowe wiadomości z branży**
- **Wzory dokumentów i protokołów**
- **Filmy instruktażowe i e-booki**
- **Normy polskie i zagraniczne**
- **Indywidualne konsultacje z ekspertem**

Zaloguj się na **portaldlaelektryka**.pl

Masz pytania? Skontaktuj się z naszym Centrum Obsługi Klienta: tel. 22 518 29 29, email: cok@wip.pl, portalelektryka@wip.pl

Spis treści

I

Projektowanie instalacji fotowoltaicznej

1. Projektowanie oraz dobór zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej po stronie DC....9
   - Dobór paneli fotowoltaicznych (PV)....10
   - Dobór inwertera....13
   - Przykładowe obliczenia....16
   - Zabezpieczenie przeciążeniowe i zwarciowe....21
   - Ochrona przeciwprzepięciowa....23
   - Dobór parametrów ogranicznika przepięć....24
   - Ochrona przed pożarem....25
2. Porównanie i analiza poszczególnych technologii ogniw fotowoltaicznych....27
3. Pomiary oceniające jakość przekształtników energoelektronicznych dla źródeł fotowoltaicznych....32
   - Typy falowników fotowoltaicznych....34
   - Badanie sprawności przekształtnika....37
   - Pomiary jakości energii elektrycznej....39
   - Pomiar wykrycia pracy wyspowej....44
   - Pomiary dotyczące ochrony przeciwporażeniowej....46
4. Ocena niepewności pomiaru panelu pv....48
   - Załącznik A (informacyjny). Pomiar powierzchni urządzenia....50
   - Definicja obszaru urządzenia....51
5. Ochrona odgromowa instalacji fotowoltaicznych....55
   - Ochrona przepięciowa....58
6. Ochrona przeciwpożarowa w systemach fotowoltaicznych....63
7. Ochrona przepięciowa paneli FV w budownictwie jednorodzinnym....66
   - Ochrona przed bezpośrednim uderzeniem pioruna....66
     - Określanie stref ochronnych metodą toczącej się kuli....67
     - Metoda kąta ochronnego....69
   - Ochrona przed przepięciami w budynku z zewnętrzną instalacją odgromową....70

Ochrona przed przepięciami w budynku bez zewnętrznej instalacji odgromowej....73

II

Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego

- Zakres normy....75
- Powołania normatywne....80
- Terminy i definicje....84
- Instalacja i zastosowanie....89
- System izolacji....91
- Klasyfikacja, zastosowanie i użytkowanie zgodne z przeznaczeniem....99
- Projektowanie i konstrukcja....118
- Bariery izolacyjne i połączenia elektryczne....141
- Załącznik B. Koordynacja izolacji modułu fotowoltaicznego....162
- Załącznik B. Kontynuacja zagadnienia izolacji modułu PV....174
- Jak powinien wyglądać protokół z badania systemu fotowoltaicznego?....183
- Urządzenia do analizy pracy instalacji fotowoltaicznych....187

III

Mikroinstalacje fotowoltaiczne przyłączane do instalacji elektrycznych

- Czym jest mikroinstalacja i dlaczego ta nazwa jest ważna....196
- Panele fotowoltaiczne – podstawa do budowy źródła wytwórczego....197
- Jak dobrać typ oraz model panelu fotowoltaicznego do instalacji?....204
- Charakterystyka pracy ogniw fotowoltaicznych....205
- Osprzęt do mikroinstalacji fotowoltaicznej....206
- Typy falowników fotowoltaicznych....209
- Parametry napięciowe instalacji fotowoltaicznych....214
- Separacja galwaniczna jako środek ochrony przeciwporażeniowej....216
- Układy zabezpieczające mikroinstalację fotowoltaiczną....217

POMIARY ELEKTRYCZNE
W PRAKTYCE



Publikacja prezentuje dobre praktyki doświadczonych elektryków, schematy techniczne i opisy wykonywania pomiarów. Doradza, jak bezpiecznie i w zgodzie z normami przeprowadzać pomiary i przygotować bezbłędną dokumentację, aby zapewnić sobie bezproblemowy odbiór inwestycji.

KORZYSTAJ Z PRZYWILEJÓW PRENUMERATORA.
Zaloguj się do serwisu i zyskaj dostęp do Strefy Czytelnika:

Serwis on-line
najnowsze wydanie i archiwum publikacji na stronie www.pomiarywelektryce.pl

Szkolenia wideo
Filmy instruktażowe i fachowe materiały szkoleniowe

Wzory dokumentów
Dostęp do aktywnych wzorów dokumentów i wielu innych narzędzi niezbędnych w twojej pracy

Pytania do eksperta
Potrzebujesz wsparcia, wyślij pytanie ekspertowi: pomiary@wip.pl

E-letter „Instalacje elektryczne w praktyce"
Co tydzień najnowsze aktualności i porady

Zaloguj się na **pomiarywelektryce**.pl

Masz pytania? Skontaktuj się z naszym Centrum Obsługi Klienta: tel. 22 518 29 29, e-mail: cok@wip.pl, pomiary@wip.pl



Słowo od redaktora

Dzięki malejącym kosztom inwestycji i rosnącym cenom na rynku energii instalacje fotowoltaiczne stają się coraz bardziej interesujące dla inwestorów, a więc także dla projektantów oraz elektroinstalatorów. System fotowoltaiczny (PV) to elektrownia słoneczna, która z wykorzystaniem paneli fotowoltaicznych wykonuje przemianę energii słonecznej w energię elektryczną. W książce przedstawiono przykładowe obliczenia wykonywane podczas projektowania oraz podano wykaz przepisów i norm dotyczących systemów fotowoltaicznych. Ponad to warto wiedzieć, że instalację fotowoltaiczną na dachu budynku jednorodzinnego należy chronić przed wyładowaniami atmosferycznymi. Przemawia za tym stosunkowo duża powierzchnia paneli PV znajdujących się na budynku i umieszczenie ich na powierzchni dachu budynku przy jednocześnie małej wytrzymałości udarowej elementów wchodzących w skład układu. Stąd w książce zawarto również informację na temat ochrony przepięciowej, odgromowej oraz przeciwporażeniowej.

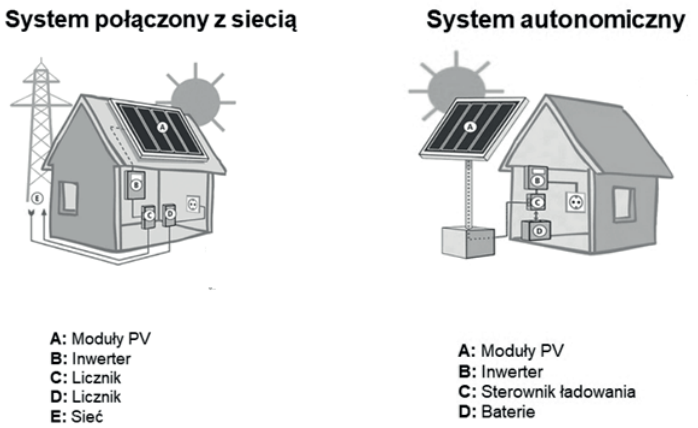
Życzę udanej lektury.
Mateusz A. Maciejczyk
Redaktor Portalu Elektryka

Projektowanie oraz dobór zabezpieczeń instalacji fotowoltaicznej po stronie DC

System fotowoltaiczny (PV) to elektrownia słoneczna, która z wykorzystaniem paneli fotowoltaicznych wykonuje przemianę energii słonecznej w energię elektryczną. Z tej książki dowiecie się, jak zaprojektować instalację fotowoltaiczną: dobrać panele PV, inwerter oraz zabezpieczenia. Przedstawiamy też przykładowe obliczenia wykonywane podczas projektowania. Do przemiany energii słonecznej w elektryczną potrzebny jest układ składający się z: generatora PV (panel lub zestaw paneli fotowoltaicznych), magazynu energii wraz z regulatorem oraz falownika (przekształtnik prądu stałego w przemienny o parametrach sieci elektroenergetycznej zasilającej budynek). W przypadku instalacji prosumenckich, ograniczonej do budynków mieszkalnych, funkcjonują dwa systemy PV:

- autonomiczne, niedołączane do sieci,
- dołączane do sieci, rozproszone lub scentralizowane.

Rys. 1. Elementy systemów prosumenckich: połączonego z siecią i niepołączonego



Dobór paneli fotowoltaicznych (PV)

Spośród dostępnych sposobów wyznaczania wymaganej mocy paneli PV najprostsza jest metoda oparta na średnim dziennym zapotrzebowaniu na energię w miesiącu największego nasłonecznienia. Wymaganą moc generatora PV należy w tym przypadku wyznaczyć z wykorzystaniem poniższego wzoru:

$$P_{PV_{wym}} = 3 \times 10^4 \times \frac{Q_d}{I_{nasł.} \times \eta_{inst.}}$$

gdzie:

Q_d – średnie dzienne zapotrzebowanie na energię w miesiącu o największym nasłonecznieniu, w [kWh/dzień],

$I_{nasł.}$ – nasłonecznienie dla czerwca dla odpowiedniego dla instalacji kierunku azymutu i pochylenia (lub najbliższego), odczytane z pliku statystyk miesięcznych typowych lat meteorologicznych, dostępnych na stronie Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju w dziale: „Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków", w [Wh],

$\eta_{inst.}$ – sprawność instalacji, która zależy głównie od typu zastosowanych akumulatorów – dla akumulatorów litowo-jonowych można przyjąć ok. 80%, a dla żelowych czy AGM – ok. 65%,

P_{PVwym}– wymagana moc systemu PV, w [W].

Następnie należy określić miejsce montażu paneli fotowoltaicznych oraz wybrać modele w celu określenia wymiarów zewnętrznych. W przypadku instalacji poziomej, przedstawionej na rysunku 2, poznawszy wymiary płaszczyzny instalacyjnej, liczbę modułów PV rozmieszczonych w poziomie XM i w pionie YM można obliczyć z wykorzystaniem poniższych wzorów:



Publikacja jest rekomendowana przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich (SEP)

INSTALACJE ELEKTRYCZNE W PRAKTYCE



„Instalacje elektryczne w praktyce" – najbardziej istotne zagadnienia dotyczące pracy z instalacjami elektrycznymi. To nasz główny cel – dostarczać informacji, których elektrycy potrzebują w codziennej pracy.

- Krok po kroku przeprowadzisz powykonawcze lub kontrolne pomiary w instalacjach
- Przyłączysz we właściwy sposób urządzenia podnośne oraz zapewnisz ich prawidłową eksploatację
- Bez problemu wykonasz przyłącze elektryczne i dokonasz jego odbioru
- Zapewnisz bezpieczeństwo eksploatacji instalacji, poprawnie stosując zabezpieczenia przewodów fazowych
- Prawidłowo zastosujesz zabezpieczenia przewodów fazowych, zabezpieczenia przeciwprzepięciowe oraz przewodów położonych równolegle i ułożonych w kilku warstwach

INSTALACJE ELEKTRYCZNE W PRAKTYCE ONLINE

Z publikacją papierową otrzymasz dostęp do WSZYSTKICH poprzednich wydań.

Już dziś zamów publikację do testu!



Wejdź na www.**elektryczneinstalacje**.wip.pl