

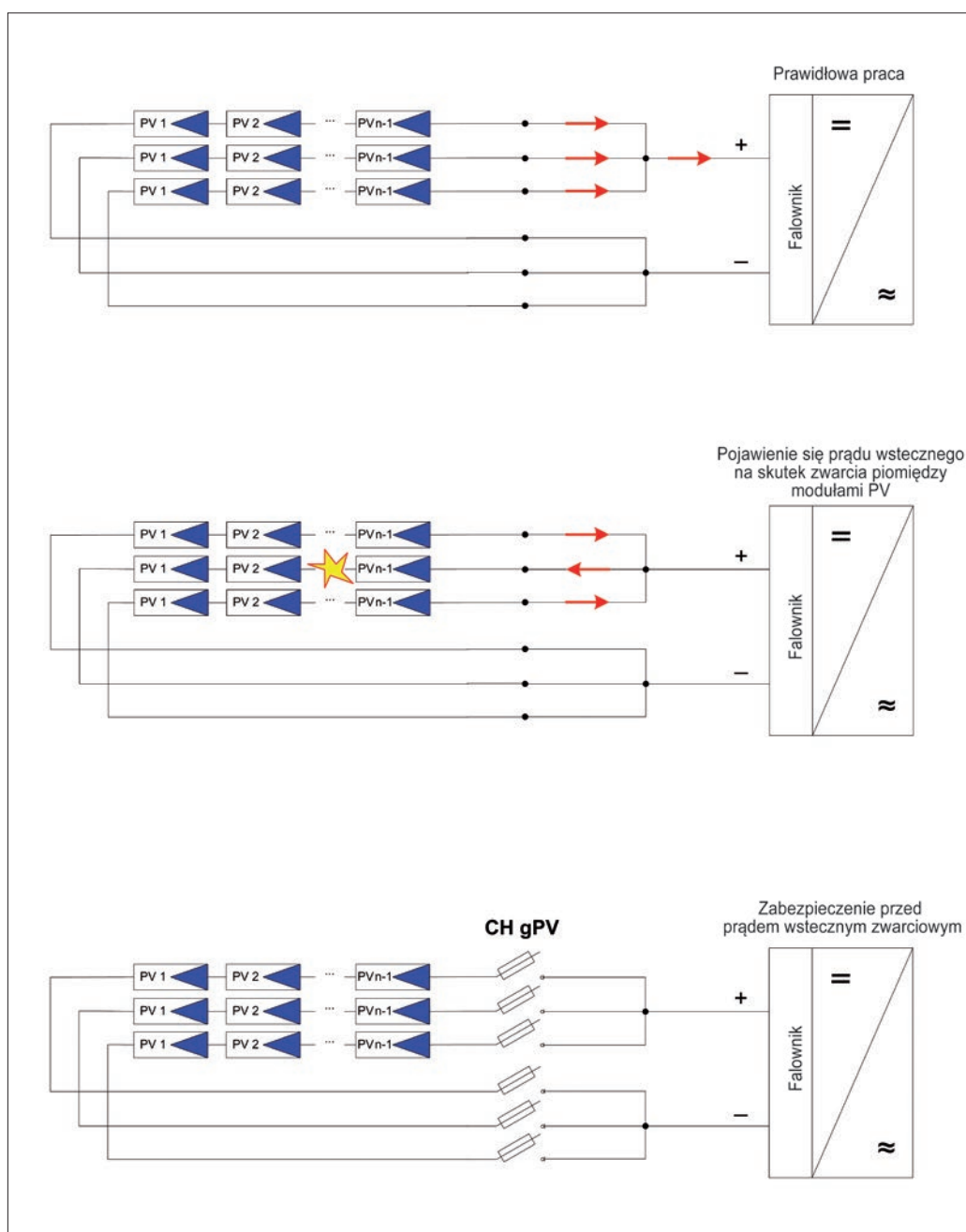
# problematyka zabezpieczeń przetężeniowych oraz zasady doboru ograniczników przepięć po stronie DC elektrowni fotowoltaicznej PV

ETI Polam Sp. z o.o.

Systemy i elektrownie fotowoltaiczne PV kojarzą się często tylko z modułami fotowoltaicznymi PV, jednak typowa elektrownia fotowoltaiczna jest znacznie bardziej technicznie rozbudowana. Chcąc wymienić jej części składowe, otrzymamy układ jak na **rysunku 1**. Elektrownia fotowoltaiczna jest złożona z modułów fotowoltaicznych PV, rozdzielnic z zabezpieczeniami DC (przeciążeniowymi i zwarciovymi, ogranicznikami przepięć) przekształtników, rozdzielnic pomiarowych AC – przystosowanych do podłączenia do sieci energetycznej, specjalnych przewodów solarnych i elementów łączących, konstrukcji wsporczych itd.

## strona DC-prądu stałego systemu PV

Na ogół elektrownia fotowoltaiczna PV – prosumencka wygląda bardzo prosto: na dachu budynku umieszczone są moduły fotowoltaiczne PV, w budynku są przekształtniki i rozdzielnice, na budynku jest zamocowana rozdzielnica pomiarowa z licznikiem wyprodukowanej energii, a wszystko to połączone jest dwu- lub czterożyłowymi przewodami jak pokazano na **rysunku 1**. Na niebiesko oznaczone są obwody prądu stałego – DC z rozdzielnicami, które zawierają wszystkie niezbędne zabezpieczenia DC. Zwykle w rozdzielnicach DC zamontowane są aparaty zabezpieczające przed przeciążeniem, zwarcieniem,



Rys. 1. Części składowe systemu fotowoltaicznego PV

ograniczniki przepięć i rozłącznik obwodu DC. Główną funkcją aparatów zabezpieczających w rozdzielnicach DC jest ochrona modułów fotowoltaicznych PV przed zwarciami, przeciążeniami i prądami zwarciovymi wstecznymi, które mogą płynąć przez moduły PV, ochrona przed przepięciami – łączeniowymi i wywołanymi wyładowaniami atmosferycznymi. Ponadto rozłącznik DC służy do odłączania modułów PV w przypadku awarii lub prac prowadzonych na części stałoprądowej DC instalacji PV. Skupimy się jednak na części związanej z doбором ograniczników przepięć.

## zabezpieczenie przed przepięciami systemu modułów PV

Ochrona przeciwprzepięciowa to bardzo ważny rodzaj ochrony, którą należy zastosować do części DC systemu modułów PV. Źródłem niebezpiecznych przepięć w systemach PV najczęściej są wyładowania atmosferyczne i przepięcia indukowane w pętlach szeregowo połączonych modułów PV. Na powiększenie napięcia w systemie PV wpływa również zależność temperaturowa samych modułów PV. Przy obliczaniu poziomu ochrony przed przepięciami, jak również przy wyborze typu ochrony przeciwprzepięciowej (typ T1 lub T2), istnieją pewne wytyczne, które zostaną zaprezentowane poniżej.

## prawidłowy dobór napięcia trwałej pracy $U_c$ ograniczników przepięć (SPD) DC

Tak jak w przypadku doboru zabezpieczenia przetężeniowego, również w przypadku ochrony przeciwprzepięciowej, przy określaniu  $U_c$  (maksymalne napięcie trwałej pracy) wymagane jest branie pod uwagę odpowiednich współczynników korekcyjnych. Wg normy EN 50539 oraz wg zaleceń większości producentów ograniczników przepięć (SPD) napię-

cie  $U_c$  projektowanego ogranicznika określone jest zależnością:

$$U_c \geq 1,2 \times U_{oc\ stc}$$

gdzie:

$U_{oc\ stc}$  – jest to napięcie na zaciskach nieobciążonego modułu PV (przy jego otwartych stykach), lub rzędu szeregowo połączonych modułów PV w standardowych warunkach testu (*Open Circuit voltage under Standard Test Conditions*). Standardowe Warunki Testu są zdefiniowane w normie PN-EN 60904-3. Parametr ten można znaleźć w danych technicznych producenta danego modułu PV.

EN 60904-3 – (gęstość strumienia świetlnego – 1000 W/m<sup>2</sup>, rozkład widmowy AM 1,5, temperatura modułu PV 25 ± 2°C).

Przykład:

W danych technicznych producenta modułów PV podano:  $U_{oc\ stc} = 36\text{ V}$ , w rzędzie mamy 24 moduły PV, to znaczy, że  $U_{oc\ stc\ rzędu} = 24 \times U_{oc\ stc}$ , a więc  $U_{oc\ stc}$  całego nieobciążonego rzędu wynosi **864 V**.

Używając współczynnika korekcyjnego **1,2** otrzymamy wartość  $U_c$  ogranicznika DC (max. napięcie trwałej pracy) do ochrony 1-gorzędu modułów:

$$U_c \geq 1,2 \times U_{oc\ stc\ rzędu}$$

$$U_c \geq 1,2 \times 864\text{ V} = 1036,8\text{ V}$$



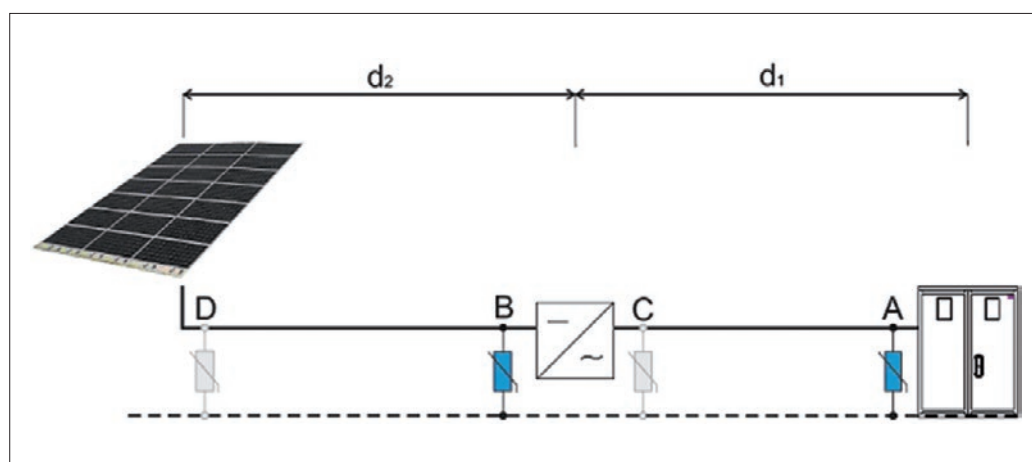
Rys. 2. Spalona rozdzielnica DC

Oznacza to, że ogranicznika przepięć DC (SPD) o napięciu trwałej pracy  $U_c = 1000\text{ V}$  nie można zastosować. Należy użyć ogranicznika DC na napięcie  $U_c$  najbliższe tj.  $U_c = 1100\text{ V}$  lub  $U_c = 1200\text{ V}$ .

Skąd wziął się współczynnik korekcyjny 1,2? Napięcie na zaciskach nieobciążonego modułu PV podane jest dla temperatury 25°C, a moduły PV posiadają charakterystykę napięciową z ujemnym współczynnikiem temperaturowym, to oznacza, że w niższych temperaturach (zima), napięcie na zaciskach nieobciążonego modułu PV może wzrosnąć nawet o 20%. Konsekwencje nieprawidłowego doboru napięcia trwałej pracy  $U_c$  ogranicznika – bez zastosowania współczynnika 1,2 są pokazane na rysunku 2.

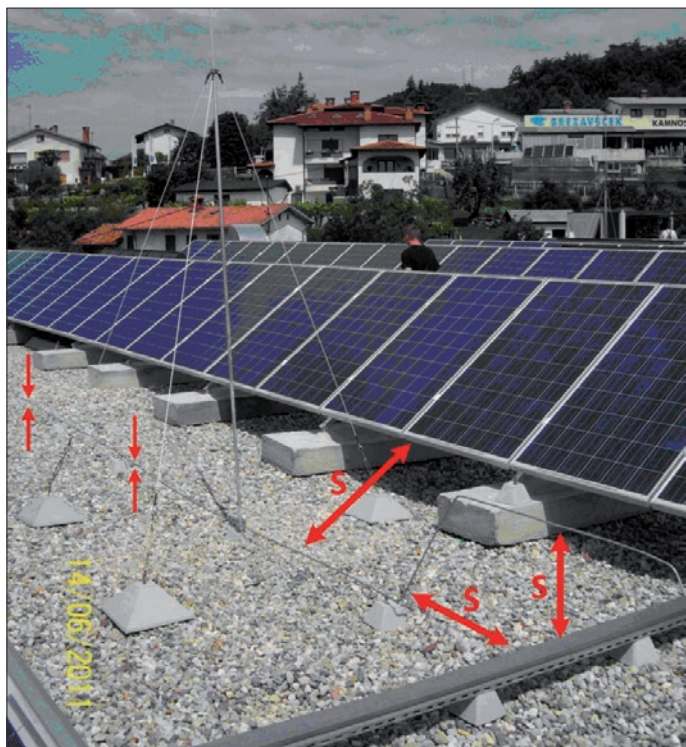
## dobór właściwego typu ogranicznika (SPD), Typ 1 (T1) lub Typ 2 (T2) wg EN/IEC 61643-32

W elektrowniach fotowoltaicznych PV, w zależności od ich wielkości stosuje się dwa typy ograniczników przepięć (SPD): Typ 1 (T1) jest przeznaczony do ochrony przed przepięciami spowodowanymi bezpośrednim wyładowaniem atmosferycznym w system ochrony – w instalację odgromową zewnętrzną (LPS), a Typ 2 (T2) przed przepięciami spowodowanymi pośrednim wyładowaniem tj. wyładowaniem w pobliżu chronionego obiektu. Ponieważ energia pochodząca od wyładowania bezpośredniego w system ochrony LPS zwykle jest bardzo duża, to ogranicznik T1 posiada wbudowany element ogra-



Rys. 3. Ogólny schemat systemu modułów fotowoltaicznych PV i ochrony przeciwprzepięciowej

- A – AC rozdzielnica pomiarowa (z licznikiem)
- B – DC rozdzielnica (przed przekształtnikiem)
- C – AC wyjście przekształtnika
- D – PV rozdzielnica pomiędzy modułami PV a przekształtnikiem



Rys. 4. Przykład izolowanego systemu ochrony odgromowej

niczający (iskiernik lub warystor) o większej wytrzymałości, który przeniesie większą energię przy przepływie prądu wyładowczego pioruno-

wego  $I_{imp}$  (10/350  $\mu$ s) i przez to jest droższy. Ogólna zasada jest taka, że w obiektach wyposażonych w zewnętrzną instalację odgromową (LPS)



Rys. 5. Nowa seria ograniczników do fotowoltaiki ETITEC M T2 PV 1100/20 Y

trzeba stosować ograniczniki Typ 1, a w obiektach bez zewnętrznej instalacji odgromowej (LPS) możemy stosować tylko ograniczniki Typ 2. Zostają jeszcze do ustalenia szczegóły, które zależą od zestawu systemu PV, długości linii, miejsc zainstalowania ograniczników przepięć itp.

Przykład 1: Instalacja PV bez zewnętrznej instalacji odgromowej (LPS).

W punktach A i B jest SPD Typ 2 bez względu na odległość  $d_1$  i  $d_2$ .

Jeżeli  $d_1 > 10$  m, w punkcie C należy dodać SPD Typ 2.

Jeżeli  $d_2 > 10$  m, w punkcie D należy dodać SPD Typ 2.

Przykład 2: Instalacja PV z izolowanym systemem zewnętrznej ochrony odgromowej, pomiędzy instalacją odgromową a modułami PV istnieją zachowane wymagane odległości izolacyjne S wg normy IEC62305 (rys. 4).

W punkcie A jest bez względu na odległość  $d_1$  i  $d_2$  zainstalowany SPD Typ 1, a w punkcie B zainstalowany SPD Typ 2.

Jeżeli  $d_1 > 10$  m, to w punkcie C należy dodać SPD Typ 1.

Jeżeli  $d_2 > 10$  m, to w punkcie D należy dodać SPD Typ 2.

Przykład 3: System PV z nieizolowanym systemem zewnętrznej ochrony odgromowej, moduły PV i instalacja odgromowa są ze sobą połączone lub nie są zachowane odległości izolacyjne S.

W każdym przypadku bez względu na odległości muszą być zainstalowane w punkcie A ograniczniki T1, a w punkcie B w zależności od odległości  $d_2$ .

Jeżeli  $d_2 < 10$  m, to w punkcie B będzie zainstalowany SPD T2.

Jeżeli  $d_2 > 10$  m, to w punkcie B będzie zainstalowany SPD T1, w punkcie D należy dodać SPD T1.

Jeżeli  $d_1 > 10$  m, to w punkcie C należy dodać SPD T2.

Z powodu własności fizycznych przewodów – szczególnie indukcyjności, w czasie wyładowania bezpośredniego lub pośredniego w pętłach przewodów indukuje się napięcie:

$$U_L = -L \frac{dI}{dt}$$

zatem przy projektowaniu ochrony przeciwprzepięciowej należy stosować ogólną zasadę długości przewodów 10 metrów.

W instalacjach fotowoltaicznych PV z zewnętrzną instalacją odgromową (LPS) w niektórych sytuacjach na stronie prądu stałego DC można stosować ograniczniki Typ2 (T2), ponieważ napięcie na stronie DC jest zwykle dużo wyższe od napięcia  $U_c$  na stronie prądu przemiennego AC gdzie używany jest ogranicznik Typ1 (T1). Zatem w przypadku bezpośredniego wyładowania wcześniej zareaguje ogranicznik przepięć na stronie AC.

Firma ETI Polam Sp. z o.o. oferuje wszystkie potrzebne aparaty zabezpieczające przed przetężeniami i przepięciami do obwodów prądu stałego DC instalacji fotowoltaicznych PV łącznie z gotowymi rozdzielnicami PV z wyposażeniem. Wyposażenie rozdzielnic PV jest uzależnione od konfiguracji systemu modułów PV do których są przeznaczone od liczby modułów PV w łańcuchu, od liczby łańcuchów modułów PV połączonych równolegle, od typu i mocy przekształtnika, od liczby wejść przekształtnika na stronie DC. Na rynku dostępnych jest wiele typów przekształtników, co oznacza, że praktycznie każdy przypadek elektrowni fotowoltaicznej PV wymaga zestawienia odpowiedniej rozdzielnicy DC.

reklama



**ETI Polam Sp. z o.o.**  
06-100 Pułtusk  
ul. Jana Pawła II 18  
tel. 23 691 93 00,  
faks 23 691 93 60  
etipolam@etipolam.com.pl  
[www.etipolam.com.pl](http://www.etipolam.com.pl)